

**GUIA PARA A
UTILIZAÇÃO DE
BIOCOMBUSTÍVEIS
S Ó L I D O S
MEDITERRÂNEOS
MAIS RELEVANTES
EM PEQUENAS
INSTALAÇÕES DE
COMBUSTÃO NO
SETOR DOMÉSTICO**





Autores

Irene Mediavilla (1)

Elena Borjabad (1)

Raquel Ramos (1)

Thomas Brunner (2)

Emmanouil Karampinis (3)

Ioanna Kanaveli (3)

Juan Carrasco (1)

(1) CIEMAT. Avda. Complutense 40. 28040 Madrid (Spain). juan.carrasco@ciemat.es. Tel. 0034 91 3466682

(2) BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH. Hedwig-Katschinka-Strasse 4. A-8020 Graz (Austria). brunner@bios-bioenergy.at. Tel. 0043 316 48130013

(3) CERTH. Egialias 52. 15125 Marousi (Greece). karampinis@certh.gr. Tel. 0030 211 1069518

O conteúdo desta publicação é da exclusiva responsabilidade dos editores e não representa necessariamente os pontos de vista expressos pela Comissão Europeia ou pelos seus serviços.

Embora as informações contidas nos documentos sejam consideradas precisas, os autores ou qualquer outro participante no consórcio BIOMASUD PLUS não oferecem nenhum tipo de garantia em relação a este material, incluindo, entre outras, as garantias implícitas de comercialização e adequação a uma finalidade específica.

Nem o Consórcio BIOMASUD PLUS, nem nenhum dos seus membros, diretores, colaboradores ou agentes serão responsáveis em caso de negligência ou qualquer outra falha por qualquer imprecisão ou omissão neste documento.

Sem prejuízo da generalidade do acima exposto, nem o Consórcio BIOMASUD PLUS nem qualquer dos seus membros, diretores, colaboradores ou agentes serão responsáveis por qualquer perda ou dano direto ou indireto consequente causado ou derivado de qualquer informação, imprecisão ou omissão neste documento.





CONTEÚDO

1. Introdução	7
2. Contexto	11
2.1. Biocombustíveis sólidos mediterrâneos	12
2.2. Legislação e normas europeias	13
2.2.1. Normas para biocombustíveis sólidos	13
2.2.2. Normas europeias e legislação sobre os sistemas de aquecimento a biomassa para o setor doméstico e a sua relação com os biocombustíveis mediterrâneos	14
2.2.2.1. A norma EN 303-5:2012 para caldeiras a biomassa	14
2.2.2.2. Normas EN para aquecedores de ambiente local a biomassa	15
2.2.2.3. A Diretiva de conceção ecológica	16
2.3. Aquecedores de ambiente e caldeiras a biomassa	19
2.3.1. Croácia	19
2.3.2. Grécia	19
2.3.3. Itália	20
2.3.4. Portugal	20
2.3.5. Eslovénia	21
2.3.6. Espanha	21
2.3.7. Turquia	22
2.4. Seleção dos biocombustíveis e tecnologias	23
2.4.1. Seleção e caracterização dos biocombustíveis	23
2.4.2. Tecnologias de combustão utilizadas nos ensaios	25
3. Resultados do projeto Biomassud Plus: ensaios de combustão	27
4. Recomendações para fabricantes e instaladores	37
4.1. Aquecedores de ambiente local	38
4.1.1. Carvão de azeitona	38
4.1.2. Peletes de podas de vinha e olival	39
4.2. Caldeiras	40
4.2.1. Carvão de azeitona	40
4.2.2. Peletes de podas de vinha e olival	41
5. Recomendações para o consumidor final	43
5.1. Carvão de azeitona	44
5.2. Peletes de podas de vinha e olival	44
6. Bibliografia	45



1. INTRO DUÇÃO



Na maioria dos países mediterrâneos existe um mercado significativo de biocombustíveis sólidos para equipamentos de aquecimento residencial. Nestes países, para além dos peletes e da estilha de madeira, são utilizados outros biocombustíveis sólidos derivados de biomassas típicas mediterrâneas, sendo o caroço de azeitona o mais importante. Contudo, o uso destes biocombustíveis é geralmente feito sem se ter em consideração qualquer norma de qualidade, e muitas vezes são utilizados equipamentos que não estão preparados para a sua combustão. Além disso, alguns biocombustíveis importantes típicos da região do mediterrâneo, como o citado caroço de azeitona e as cascas de frutos secos, não se encontram classificados na norma ISO 17255:2014, o que não contribui para a melhoria dum mercado moderno destes produtos. Por outro lado, foram identificadas algumas biomassas, de produção generalizada nos países mediterrâneos, com enorme potencial como matérias-primas para a produção de biocombustíveis para o setor residencial.

Nos últimos anos, foram elaboradas em Espanha normas específicas de classificação de qualidade para o caroço de azeitona e para as cascas de alguns tipos de frutos secos. Paralelamente, alguns fabricantes desenvolveram equipamentos que foram testados ou podem ser adaptados para biocombustíveis mediterrâneos (por exemplo, para combustíveis com elevado teor de cinza). Porém, novos elementos, como a Diretiva de conceção ecológica (Ecodesign), que brevemente entrará em vigor em todos os países da UE, colocam novos desafios às pequenas instalações de combustão a biomassa.

Neste contexto, este Guia tem um duplo objetivo. Por um lado, avaliar a adequação das tecnologias de combustão de biomassa de pequena escala que existem atualmente no mercado e que usam biocombustíveis típicos da região do mediterrâneo, relativamente às condições de funcionamento, eficiência e aos requisitos de emissões da Diretiva de conceção ecológica, por outro, identificar possíveis melhorias para que os equipamentos de combustão cumpram os requisitos desta nova Diretiva. Em segundo lugar, é também objetivo deste Guia avaliar a adequação da utilização de alguns biocombustíveis com elevado potencial na região em equipamentos de aquecimento residenciais.



É importante salientar que todas as recomendações apresentadas neste Guia são baseadas nos resultados dos ensaios de combustão obtidos com um número restrito de equipamentos disponíveis atualmente no mercado, e com biocombustíveis mediterrâneos devidamente selecionados.

Este Guia foi desenvolvido no âmbito do Projeto H2020 Biomassud Plus (<http://biomassudplus.eu/>) (“Desenvolvimento do mercado sustentável de biocombustíveis sólidos para o setor residencial no mediterrâneo”), cujo objetivo geral é o desenvolvimento de soluções integradas para promover o mercado sustentável de biocombustíveis sólidos para aquecimento residencial na região do mediterrâneo.



2. CON T E X T O



2.1. Biocombustíveis sólidos mediterrâneos

Uma das características diferenciadoras dos países do sul da Europa é a diversidade da sua flora, tanto nas áreas de floresta natural como em zonas agrícolas. A diversidade das espécies cria uma enorme variedade de biomassa que é ou pode ser eventualmente utilizada para produzir uma ampla variedade de biocombustíveis. Como exemplos, podemos destacar os peletes de madeira, estilha de madeira, caroço de azeitona e cascas de diversos frutos secos (amêndoa, noz, avelã, pistacho e pinhões).

No âmbito do projeto Biomassud Plus, sete países do sul da Europa (Croácia, Grécia, Itália, Portugal, Eslovénia, Espanha e Turquia) recolheram informações sobre biocombustíveis sólidos comercializados em cada país [Bados et al]. Esta pesquisa revelou que os biocombustíveis sólidos mais vendidos são a lenha (25.3 Mt/ano) e a estilha de madeira (8.7Mt/ano) seguidos pelos peletes de madeira (4.5 Mt/ano). Por outro lado, alguns biocombustíveis tipicamente mediterrâneos, como o caroço de azeitona, estão já a ser amplamente comercializados em alguns países como combustíveis domésticos (cerca de 0.2Mt/ano), e as podas agrícolas de olival e vinha são consideradas biomassas com elevado potencial para a produção de biocombustíveis sólidos. A Tabela 1 apresenta a produção destes materiais em diferentes países mediterrâneos.

Tabela 1. Biomassa de podas com potencial interesse nos países participantes no projeto Biomassud Plus (fonte: Eurostat 2014)

PAÍS	Podas de vinha (t MS/a)	Podas de olival (t MS/a)
Croácia	41.262	4.420
Grécia	520.156	1.178.489
Itália	2.079.240	981.835
Portugal	245.664	227.685
Eslovénia	28.284	405
Espanha	1.866.498	2.288.895
Turquia	1.252.500	884.000
Total	6.033604	5.565.729

t MS/a: toneladas de matéria seca por ano



2.2. Legislação e normas europeias

2.2.1. Normas para biocombustíveis sólidos

A seguir encontram-se descritas as normas de classificação de qualidade dos biocombustíveis sólidos, incluindo comentários relevantes relacionados com os biocombustíveis mediterrâneos.

ISO 17225:2014 “Especificações e classes de combustíveis” define as especificações a cumprir pelos combustíveis de biomassa, de forma a serem classificados. Neste sentido, esta norma está dividida em 7 partes:

- ISO 17225-1:2014: Requisitos gerais.
- ISO 17225-2:2014: Classes de peletes de madeira. Nesta parte, os peletes de madeira são classificados como A1, A2 ou B.
- ISO 17225-3:2014: Classes de briquetes de madeira. Classificação de briquetes de madeira: A1, A2 e B.
- ISO 17225-4:2014: Classes de estilha de madeira. Foram estabelecidas as seguintes classes para a estilha: A1, A2, B1 e B2.
- ISO 17225-5:2014: Classes de lenha. A lenha é classificada como A1, A2 ou B.
- ISO 17225-6:2014: Classes de peletes não-lenhosos. Os peletes não-lenhosos são classificados como A ou B.
- ISO 17225-7:2014: Classes de briquetes não-lenhosos. São duas as classificações estabelecidas para os briquetes não-lenhosos: A e B.

Esta norma não classifica a qualidade de alguns biocombustíveis mediterrâneos importantes, como o caroço de azeitona e as cascas de frutos secos. Os biocombustíveis derivados das podas de vinha e olival, que de acordo com o indicado na (Tabela 1) representam um potencial significativo, não se encontram dentro de alguns dos limites estabelecidos para as correspondentes classes de qualidade constantes nesta norma.

Em Espanha existem normas específicas para o caroço de azeitona e para as cascas de alguns tipos de frutos secos. São elas: **UNE 164003:2014** “Biocombustíveis



sólidos. Especificações e classes de biocombustíveis. Caroços de azeitona” e **UNE 164004:2014** “Biocombustíveis sólidos. Especificações e classes de biocombustíveis. Cascas de frutos.” Em ambas as normas são estabelecidas Classes A1, A2 e B.

2.2.2. Normas europeias e legislação sobre os sistemas de aquecimento a biomassa para o setor doméstico e a sua relação com os biocombustíveis mediterrâneos

2.2.2.1. A norma EN 303-5:2012 para caldeiras a biomassa

A norma **EN 303-5:2012** define os requisitos e os métodos de ensaio para a segurança, a qualidade da combustão, as características de funcionamento, a marcação e a manutenção de caldeiras de aquecimento a combustíveis sólidos (incluindo biocombustíveis sólidos) com potência calorífica nominal até 500 kW. As instalações de aquecimento local, como lareiras ou salamandras e caldeiras de condensação não estão incluídas no âmbito da **EN 303-5:2012**.

Os combustíveis sólidos definidos nesta norma para serem utilizados nas caldeiras são: combustíveis fósseis, combustíveis biogénicos e outros combustíveis como a turfa, de acordo com as especificações do fabricante das caldeiras. Os combustíveis biogénicos estão categorizados como troncos de madeira (A), estilha de madeira (B1 e B2), peletes (C1), briquetes (C2), serrim (D) e biomassa não lenhosa, como palha, miscanthus, canas, caroços e grãos (E). Tendo em consideração esta classificação e as especificações estabelecidas pela norma EN-ISO 17225, os biocombustíveis mediterrâneos poderiam ser incluídos como combustíveis A, B1, B2, C1, C2 ou E.

Por outro lado, a norma **EN 303-5** define o combustível de ensaio como um combustível comercial usado para o ensaio de caldeiras de aquecimento e representativo do tipo de combustível especificado pelo fabricante da caldeira “. Este combustível tem de cumprir uma série de especificações de qualidade fixadas na norma.



No caso de caldeiras que utilizam combustíveis de Classe E, a norma indica que deverão ser os diversos países a estabelecer os critérios de qualidade dos combustíveis, segundo a disponibilidade do país em questão.

2.2.2.2. Normas EN para aquecedores de ambiente local a biomassa

A norma **EN 13240:2001+A2:2004** “Aparelhos para aquecimento ambiente que utilizam combustíveis sólidos. Requisitos e métodos de ensaio” (incorporando as correções de 2003, 2006 e 2007) define os requisitos relativos à concepção, ao fabrico, à montagem, à segurança, ao desempenho (rendimento e emissões), às instruções e à marcação assim como aos métodos de ensaio e aos combustíveis correspondentes para os ensaios de aparelhos para aquecimento ambiente a combustíveis sólidos. Esta norma é aplicável a produtos sem alimentação mecânica que aquecem o espaço onde estão instalados. Além disso, quando possuem caldeira, eles fornecem também água quente sanitária e/ou aquecimento central. Esta norma não é aplicável a aparelhos equipados com um ventilador para alimentação do ar da combustão.

Relativamente aos combustíveis, os aparelhos considerados podem queimar combustíveis minerais sólidos, briquetes de turfa, lenha ou vários combustíveis de acordo com as instruções do fabricante do equipamento. O combustível de ensaio deve ser selecionado com base nos tipos de combustíveis do comércio recomendados pelo fabricante, estabelecidos numa tabela apresentada na norma. Nesta tabela, apenas a lenha (faia, bétula ou pinho) surge como combustível biogénico, pelo que os biocombustíveis típicos mediterrâneos não poderão ser considerados como combustíveis de ensaio.

Os aparelhos de encastrar estão abrangidos pela **EN 13229:2001** “Aparelhos de encastrar, incluindo lareiras, que utilizam combustíveis sólidos – Requisitos e métodos de ensaio”, sendo os combustíveis de ensaio os mesmos que na norma EN 13240:2001.

A norma **EN 14785:2006** “Aparelhos domésticos de aquecimento ambiente que utilizam granulados de madeira – Requisitos e métodos de



ensaio” define os requisitos relativos à concepção, ao fabrico, à montagem, à segurança, ao desempenho (rendimento e emissões), às instruções e à marcação assim como aos métodos de ensaio e aos combustíveis correspondentes para os ensaios de aparelhos de aquecimento doméstico que utilizam granulados de madeira e com alimentação mecânica com uma potência calorífica nominal até 50 kW. Estes aparelhos poderão ser independentes ou encastrados e fornecem calor ao espaço onde estão instalados; poderão funcionar por tiragem natural ou serem equipados com um ventilador para alimentação do ar da combustão. Eles funcionam apenas com a porta da fornalha fechada. Quando possuem caldeira, eles fornecem também água quente sanitária e/ou aquecimento central.

Estes equipamentos apenas usam peletes de madeira, de acordo com as instruções do fabricante do equipamento. O combustível de ensaio deve ser selecionado de entre os combustíveis de qualidade comercial especificados pelo fabricante e devem ser peletes sem aditivos, feitos de partículas de madeira, podendo ser utilizados aglomerantes naturais como o melão, parafinas vegetais e glucose. Considerando as especificações do combustível de ensaio estabelecidas pela norma, pode observar-se que alguns biocombustíveis mediterrâneos, previamente peletizados, podem ser usados como combustíveis de ensaio sempre que o teor de cinza esteja controlado.

2.2.2.3. A Diretiva de conceção ecológica

A Diretiva 2009/125/CE, (Ecodesign) cria um quadro para a definição dos requisitos comunitários de conceção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia com o objetivo de garantir a sua livre circulação no mercado interno, à exceção dos meios de transporte de pessoas ou mercadorias.

Esta Diretiva define apenas o enquadramento; as medidas específicas de implementação para um grupo particular de produtos (“lote”) foram elaboradas num processo posterior. O Regulamento específico para os requisitos de conceção ecológica para o lote 15 (caldeiras a biomassa) e lote 20 (aparelhos de aquecimento ambiente a combustíveis sólidos) foram adotados pela Comissão em abril de 2015.



Regulamento (UE) 2015/1189 da Comissão de 28 de abril de 2015 que dá execução à Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita aos requisitos de conceção ecológica para as caldeiras a combustível sólido

Sem prejuízo do disposto na Diretiva 2010/75/UE do Parlamento e do Conselho Europeu, este Regulamento estabelece requisitos de conceção ecológica para a colocação no mercado e a entrada em serviço de caldeiras a combustível sólido com uma potência calorífica nominal não superior a 500 kW, incluindo as integradas em sistemas mistos compostos por uma caldeira a combustível sólido, aquecedores complementares, dispositivos de controlo da temperatura e dispositivos solares, conforme a definição constante do artigo 2 do Regulamento Delegado (UE) 2015/1187.

Este Regulamento não se aplica às caldeiras a biomassa não lenhosa e o seu cumprimento será obrigatório a 1 de janeiro de 2020. São excluídos alguns biocombustíveis, incluindo alguns biocombustíveis típicos mediterrâneos, que este Regulamento considera biomassa não lenhosa, nomeadamente a palha, o miscanthus, as canas, os caroços, os grãos, o caroço de azeitona, o bagaço de azeitona e as cascas de frutos secos. Contudo, este Regulamento deve ser revisto antes de 1 de janeiro de 2022 devendo a sua revisão incluir, entre outros, caldeiras a biomassa não lenhosa.

Relativamente aos combustíveis, este Regulamento utiliza dois conceitos:

- «Combustível preferencial», o combustível sólido que deve, de preferência, ser utilizado na caldeira, de acordo com as instruções do fabricante;
- «Outro combustível adequado», um combustível sólido, com exceção do preferencial, que possa ser utilizado na caldeira a combustível sólido em conformidade com as instruções do fabricante ou qualquer combustível que figure no manual de instruções para os instaladores e os utilizadores finais, em sítios Web de acesso livre disponibilizados pelos fabricantes, em material técnico promocional ou em anúncios publicitários.



Todos os requisitos (relativamente à eficiência e às emissões) têm de ser cumpridos tanto no caso do combustível preferencial como de qualquer outro combustível adequado. Estes combustíveis (preferenciais ou qualquer outro adequado) podem ser: lenha com um teor de humidade até 25%, estilha de madeira com um teor de humidade entre 15 e 35%, estilha de madeira com um teor de humidade maior que 35%, madeira prensada sob a forma de peletes ou briquetes, serrim com um teor de humidade até 50%, outra biomassa lenhosa, hulha betuminosa, lenhite, coque, antracite, briquetes de mistura de combustível fóssil, outro combustível fóssil, briquetes de mistura de biomassa (30-70%) e combustível fóssil, outras misturas de biomassa e combustível fóssil.

Regulamento (UE) 2015/1185 da Comissão de 24 de abril de 2015 que dá execução à Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita aos requisitos de conceção ecológica para os aquecedores de ambiente local a combustível sólido.

Este Regulamento estabelece requisitos de conceção ecológica para a colocação no mercado e a entrada em serviço de aquecedores de ambiente local a combustível sólido com potência calorífica nominal não superior a 50 kW. Este Regulamento não é aplicável a aquecedores de ambiente local a combustível sólido especificados exclusivamente para a combustão de biomassa não lenhosa e o seu cumprimento deverá ser obrigatório a 1 de janeiro de 2022. Este aspeto exclui alguns biocombustíveis mediterrâneos considerados biomassa não lenhosa, tal como sucede com o Regulamento relativo às caldeiras a combustíveis sólidos.

Em relação à eficiência e emissões, as mesmas terão de ser cumpridas para o combustível preferencial e para qualquer outro combustível adequado, conceitos definidos de forma similar no Regulamento sobre caldeiras a combustíveis sólidos.



2.3. Aquecedores de ambiente e caldeiras a biomassa

A informação disponível nesta secção reflete os principais resultados do estudo de Mercado relativo a sistemas de aquecimento doméstico realizado no projeto Biomassud Plus sobre pequenos equipamentos de combustão para o setor residencial [Violidakis et al.]. O estudo contém informação recolhida pelos parceiros do projeto sobre equipamentos que poderão ser adequados aos biocombustíveis mediterrâneos produzidos pelos fabricantes nacionais.

2.3.1. Croácia

De acordo com o estudo publicado pelo Gabinete de Estatísticas Croata [Croatian Bureau of Statistics], a lenha é a fonte de energia mais utilizada para aquecimento nos setores residencial e de serviços; sendo os peletes, briquetes e estilha usados apenas em 1,1% do total dos equipamentos de aquecimento de combustão a biomassa. Os restantes 98,9% correspondem a lenha.

No mercado Croata existem poucos fabricantes nacionais de sistemas de aquecimento a biomassa e os existentes produzem apenas aquecedores de ambiente local e caldeiras para biomassa lenhosa, uma vez que neste país não existe procura de sistemas de aquecimento específicos para outros biocombustíveis mediterrâneos.

2.3.2. Grécia

As caldeiras são o sistema de aquecimento mais comum na Grécia (71,12%), seguidas de aquecedores de ambiente a biomassa (11,61%), aquecimentos elétricos portáteis (5,20%), unidades split de ar condicionado (5,17%), lareiras (4,31%) e outros (sistemas de armazenamento térmico elétrico, redes de aquecimento urbano) [Hellenic Statistical Authority, 2013].

As entrevistas realizadas a fabricantes de caldeiras indicaram que o principal



mercado das caldeiras a biomassa na Grécia é o das moradias unifamiliares, com uma potência até 30 kW. Estima-se que este mercado possua cerca de 90% das vendas totais.

Foram contactados os principais fabricantes de sistemas de aquecimento a biomassa na Grécia para obtenção de mais informações, designadamente, N. Samaras, Kombi-Thermodynamiki, Thermostahl e Nitadores. Produzem caldeiras numa gama de potência de 18 e 814 kW que podem utilizar, entre outros, combustíveis mediterrâneos como caroço de azeitona ou cascas de amêndoa.

2.3.3. Itália

Em Itália, em 2014, a energia térmica produzida a partir de biomassa sólida foi de 273.000 TJ (6.52 Mtep) [GSE, 2015], e 97% da biomassa sólida usada para produzir energia térmica foi utilizada no setor residencial, onde estão instalados mais de 11.000.000 aquecedores de ambiente local e 500.000 caldeiras. Apesar da quota dos aquecedores de ambiente a peletes estar em crescimento, 80% destes são alimentadas a lenha.

Apesar do número de fabricantes de aparelhos a biomassa ser elevado, as empresas que fabricam sistemas modernos preparados para queimar combustíveis mediterrâneos são apenas três: CS Thermos, D'Alessandro Termomeccanica e Pasqualicchio. Produzem salamandras e caldeiras numa gama de potência de 9 e 92 kW, podendo utilizar diferentes combustíveis, tais como peletes de madeira, estilha de madeira, cascas (amêndoa, avelã, entre outras), caroço de azeitona e bagaço de azeitona.

2.3.4. Portugal

De acordo com o Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico de 2010 [INE, I.P. e DGEG], respeitante ao período entre outubro de 2009 e setembro de 2010, a eletricidade é a principal fonte de energia consumida no setor residencial, representando 42,6% do consumo de energia total, seguido da lenha, com 24,2%.



Considerando as principais fontes de energia utilizadas para aquecimento ambiente, a primeira é a biomassa, seguida de gásóleo de aquecimento, eletricidade e GPL.

O estudo de mercado relativo aos sistemas de combustão a biomassa indicou alguns fabricantes nacionais com caldeiras que permitem a utilização de combustíveis mediterrâneos, umas mais vocacionadas para o setor residencial e outras para o industrial, nomeadamente a Solzaima, a Torbel e a Ventil. Estas caldeiras possuem uma potência nominal de 18 kW e 6 MW e podem utilizar diferentes combustíveis, como peletes de madeira, estilha de madeira, caroço de azeitona, cascas de frutos secos, entre outros.

2.3.5. Eslovénia

Na Eslovénia, a biomassa é uma importante fonte de energia e o setor doméstico é o maior consumidor de combustíveis lenhosos com um total de 1,24 milhões de toneladas em 2015 (Estimativa Energética da República da Eslovénia, 2015). De acordo com a estrutura de consumo energético final realizado pelo Gabinete Estatístico da República da Eslovénia (GERE), em 2016, no setor residencial os combustíveis lenhosos representam 50,2% do consumo final de energia para aquecimento ambiente, água quente sanitária e cozinha.

O mercado de fabricantes de equipamentos de combustão a biomassa na Eslovénia é muito dinâmico, tendo sido identificados sete fabricantes que cumprem as condições do Eco Fund. Contudo, nenhum deles mostrou ter interesse nos combustíveis mediterrâneos como combustíveis alternativos para os seus equipamentos.

2.3.6. Espanha

De acordo com a base de dados do Observatório Nacional das Caldeiras de Biomassa (ONCB), onde a AVEBIOM (Associação Espanhola de Valorização



Energética da Biomassa) recolhe informações sobre sistemas de aquecimento a partir de biomassa desde 2009, o número estimado de equipamentos a biomassa instalados é de 160.000, correspondendo a uma capacidade total instalada de 7,275 MW.

Foram identificados aproximadamente uma centena de fabricantes de pequenos e médios aparelhos de combustão a biomassa espanhóis. Foi pedido a alguns dos fabricantes (até 500kW) informação detalhada sobre os seus produtos mais importantes: Biocurve, Bronpi, Carsan, Domusa, Industrias Hergom, Intecbio, LASIAN Tecnología del Calor, Natural Fire e Tubocás. Estes fabricantes produzem caldeiras numa gama de potência da 10 e 250 kW, podendo utilizar diferentes combustíveis, como peletes de alta e baixa qualidade, caroços de fruta (azeitona, alperce, pêssego), cascas de fruta (amêndoa, avelã, noz) ou lenha. Um dos fabricantes (LASIAN Tecnología del Calor) produz salamandras (10,4-12 kW) que podem queimar peletes de alta e baixa qualidade, cascas e caroços de azeitona.

2.3.7. Turquia

Desde 1985 até aos dias de hoje, a utilização de gás natural no setor residencial cresceu significativamente em detrimento dos produtos líquidos derivados de petróleo e carvão. Por outro lado, de acordo com o Instituto Estatístico Turco, a quota de energia renovável no setor residencial tem crescido de 0% a 5% desde 2005. A introdução de apoios governamentais para a aquisição de sistemas de aquecimento a biomassa poderá promover a utilização de biocombustíveis sólidos na Turquia.

Existem oito fabricantes de sistemas de combustão de biomassa na Turquia, mas apenas três deles produzem caldeiras que possibilitam a queima de combustíveis mediterrâneos: Kozlusan Heating Systems, Ozerteknik (Ifyil) e Yakar Soba (Karmasan). Estas caldeiras possuem uma potência nominal entre 23 e 1161 kW e podem utilizar diversos combustíveis, como carvão, peletes de madeira, bagaço de azeitona, peletes de bagaço de azeitona, caroços de azeitona, casca de avelã e caroços de alperce e de pêssego.



2.4. Seleção dos biocombustíveis e tecnologias

2.4.1. Seleção e caracterização dos biocombustíveis

Tendo em consideração a produção e o atual e potencial mercado de biocombustíveis para o setor residencial na zona do mediterrâneo, de acordo com a informação recolhida pelos parceiros do projeto Biomass Plus [Bados et al.], foram selecionados três biocombustíveis para realizar os ensaios de combustão nos equipamentos: caroço de azeitona, peletes de podas de vinha e peletes de podas de olival. (Figura 1)

O caroço de azeitona é já bastante utilizado como combustível no setor doméstico em países como Espanha, Portugal e Itália. Os peletes e as estilhas resultantes das podas de vinha e de olival foram considerados biocombustíveis de grande potencial para este mercado. Foram estes os motivos que levaram à seleção destes combustíveis para os ensaios, apesar de em geral não cumprirem os requisitos das normas de qualidade ISO em alguns parâmetros relevantes.



Figura 1. Biocombustíveis mediterrâneos. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: caroço de azeitona; podas de olival; peletes de podas de olival; podas de vinha; peletes de podas de vinha.



A Tabela 2 apresenta os resultados da caracterização dos biocombustíveis utilizados nos ensaios de combustão. Foram utilizados os seguintes códigos: CA – caroço de azeitona, PPO – peletes de podas de olival, PPV – peletes de podas de vinha.

O caroço de azeitona cumpre os limites estabelecidos para a classe A2 da norma UNE 164003:2014. Os dois tipos de peletes de podas, de um modo geral, encontram-se dentro dos valores médios típicos para estes biocombustíveis. Porém, as

Tabela 2. Caracterização dos biocombustíveis mediterrâneos utilizados nos ensaios de combustão

	CA	PPO	PPV
Humidade (% m/m., btq.)*	9.8	8.4	10.4
Cinzas (% m/m, bs.)	0.8	4.6	4.3
Densidade aparente (kg/m ³ .btq)*	800	590	630
Durabilidade mecânica (% m/m)*	n.a.	97.6	98.5
Finos < 1 (% m/m)*	0.15	0.8	1.1
Finos < 2 (% m/m)*	14.9	n.a.	n.a.
PCI (MJ/kg) (b.s)	19.0	18.3	17.8
Azoto (% m/m, b.s)	0.21	0.69	0.62
Enxofre (% m/m, b.s)	0.02	0.07	0.05
Cloro (% m/m, b.s)	0.02	0.02	0.01
Teor de óleo (% m/m, b.s)	0.24	n.a.	n.a.
Teor de impurezas (% m/m, b.s)	2.0	n.a.	n.a.
Arsénio, As (mg/kg, b.s)	< 0.4	< 0.4	< 0.4
Cádmio, Cd (mg/kg, b.s)	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Crómio, Cr (mg/kg, b.s)	< 1.0	1.0	1.4
Cobre, Cu (mg/kg, b.s)	2.3	45	7.8
Chumbo, Pb (mg/kg, b.s)	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Mercúrio, Hg (mg/kg, b.s)	0.001	0.012	0.001
Níquel, (mg/kg, b.s)	1.0	< 1.0	1.0
Zinco, (mg/kg, b.s)	< 5.0	11.7	17

*: conforme recebido. Finos < 1: teor de finos < 1 mm; Finos < 2: teor de finos < 2 mm; PCI: Poder calorífico inferior; % m/m: % em massa btq: base húmida; bs.: base seca; n.a.: não aplicável.



podas de olival e de vinha apresentam teores de cinza significativamente elevados relativamente aos limites estabelecidos na ISO 17225-2:2014 (0,7% para a classe A1, 1,2% para a A2 e 2,0% para a B). Além disso, têm também níveis superiores de azoto, e na maioria dos casos os teores de enxofre e cobre são também superiores aos valores limite estabelecidos pela ISO 17225-2:2014. No caso das podas de olival, estudos analíticos realizados pelo projeto Biomassud Plus revelaram a possibilidade de obtenção de produtos com reduzido teor de cinza, azoto, enxofre e cobre, caso fossem retiradas as folhas durante a colheita e preparação da biomassa, antes da peletização [Barro et al.]. Estes peletes, à exceção de um ligeiro desvio no limite inferior do poder calorífico, poderiam ser classificados como peletes classe B na ISO 17255-2:2014.

2.4.2. Tecnologias de combustão utilizadas nos ensaios

Considerando o estudo de mercado sobre equipamentos de aquecimento domns-

Tabela 3. Características das salamandras utilizadas nos ensaios de combustão no âmbito do projeto Biomassud Plus

	Salamandra I	Salamandra II	Salamandra III
Potência nominal (kW)	10.4	21.2 18.4 circuito de água 2.8 ambiente (radiação)	10
Eficiência declarada pelo fabricante (1)	89%	88%	90%
Circuito de água	Não	Sim	Não
Alimentação de combustível ao queimador	Superior	Superior	Superior
Tecnologia de grelha	Grelha móvel	Grelha fixa	Grelha móvel
Remoção de cinzas do queimador	Automático	Manual	Automático
Limpeza da superfície do permutador de calor	Manual	Manual	Manual
Fluxos do ar de combustão	Ar primário Ar de limpeza da janela	Ar primário Ar de limpeza da janela	Ar primário Ar Secundário Ar de limpeza da janela
Sistema de controlo	Controlo de combustão Automático	Controlo de combustão Automático	Controlo de combustão Automático

(1) Com peletes de lenha classe A1 EN ISO 17225-2



tico adequados para uso de biocombustíveis mediterrâneos, foram selecionados três aquecedores de ambiente local (salamandras) e três caldeiras, que, de acordo com as informações dos fabricantes, poderiam ser adequados à combustão de caroço de azeitona, peletes de podas de olival e peletes de podas de vinha. Os equipamentos foram fabricados na Áustria, Grécia, Itália e Espanha.

As principais características dos equipamentos de combustão selecionados encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 4. Características das caldeiras utilizadas nos ensaios de combustão no âmbito do projeto Biomassud Plus

	Caldeira I	Caldeira II	Caldeira III
Potência nominal (kW)	25	28	40
Classe de acordo com a EN 303-5	Classe 5	Classe 3	Classe 5
Eficiência declarada pelo fabricante (1)	95%	80%	95%
Alimentação de combustível ao queimador	Alimentação inferior	Alimentação superior	Alimentação Horizontal
Tecnologia de grelha	Grelha móvel	Grelha fixa	Grelha móvel
Remoção de cinzas do queimador	Automático	Manual	Automático
Limpeza da superfície do permutador de calor	Manual	Manual	Manual
Fluxos do ar de combustão	Ar primário Ar secundário	Ar primário Ar secundário	Ar primário Ar secundário
Sistema de controlo	Controlo automático da combustão e da potência	Manual	Controlo automático da combustão e da potência

(1) Com peletes de madeira classe A1 EN ISO 17225-2

3. RESULTADOS DO PROJETO B I O M A S U D PLUS: ENSAIOS DE COMBUSTÃO



De modo a analisar o desempenho dos equipamentos especificados nas Tabelas 3 e 4 com os biocombustíveis selecionados, foram realizados ensaios em três laboratórios, todos eles parceiros do projeto Biomass Plus: BIOS BIOENERGIESYSTEME GmbH (BIOS) na Áustria, CERTH (Centre for Research and Technology - Hellas) na Grécia e CIEMAT (Centre for Energy, Environment and Technology) em Espanha. Cada laboratório ensaiou uma salamandra e uma caldeira (ver Tabelas 3 e 4) em condições controladas e utilizando procedimentos comuns. Foram usadas duas potências durante os ensaios: potência nominal e parcial (30% da potência nominal).

Com o objetivo de alcançar as emissões mais baixas possíveis com estes combustíveis, apenas foram modificados os parâmetros de controlo dos equipamentos.

Durante os ensaios de combustão desenvolvidos no projeto Biomass Plus [Brunner et al.], os peletes de podas de vinha e os peletes de podas de olival tiveram um desempenho idêntico em todos os equipamentos testados. Devido ao elevado teor de cinzas (ver Tabela 2), comparando com os peletes de madeira A1, foi observada uma acumulação rápida de cinzas nas grelhas, tanto nas caldeiras, como nas salamandras, o que exige um sistema de remoção de cinzas automático com curtos intervalos de limpeza ou um sistema de remoção contínua de cinzas (como acontece com as grelhas móveis). Por outro lado, a utilização destes combustíveis originou elevadas emissões de partículas e a formação de depósito nas superfícies dos permutadores de calor, especialmente quando estes não têm instalado um sistema de limpeza automático. Além disso, as elevadas emissões de partículas causaram depósitos na janela de duas das salamandras, dificultando a visibilidade da chama. Na Figura 2 são apresentadas algumas imagens que ilustram os problemas ocorridos.

No caso do caroço de azeitona, o principal problema observado durante a combustão foi a presença de uma elevada quantidade de material não queimado no cinzeiro. Isto pode dever-se a um ajuste inadequado dos sistemas de limpeza automáticos que podem causar a libertação dos caroços de azeitona para o cinzeiro antes da sua combustão completa. Na Figura 3 pode observar-se a cinza presente no cinzeiro depois de um ensaio de combustão com caroço de azeitona. As partículas pretas visíveis são caroços de azeitona não queimados.



Figura 2. Problemas relacionados com as cinzas observados durante os ensaios de combustão com peletes de podas. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: acumulação de cinzas na grelha da salamandra sem sistema de remoção automática de cinzas; deposição de cinzas nas superfícies do permutador de calor da salamandra; deposição de cinzas na janela de visualização da salamandra; deposição de cinzas na grelha de uma caldeira (grelha fixa sem sistema automático de remoção de cinzas).

Figura 3. Depósito de cinzas após ensaio de combustão com caroço de azeitona na caldeira I.



Os gráficos apresentados da Figura 4 à Figura 9, correspondem às emissões registadas durante os ensaios de combustão com os biocombustíveis selecionados nas salamandras e caldeiras. Estas emissões foram expressas tendo em consideração as instruções estabelecidas pela Diretiva 2009/125/CE. Por esse motivo, no caso dos ensaios realizados nas caldeiras, as emissões sazonais de aquecimento ambiente (Es) foram calculadas de acordo com a seguinte fórmula:



$$E_s = 0,85 \times E_{s,p} + 0,15 \times E_{s,n}$$

Em que:

$E_{s,p}$ são as emissões de partículas, compostos orgânicos gasosos, monóxido de carbono e óxidos de azoto, respetivamente, medidas a 30% da potência calorífica nominal.

$E_{s,n}$ são as emissões de partículas, compostos orgânicos gasosos, monóxido de carbono e óxidos de azoto, respetivamente, medidas à potencia calorífica nominal.

De acordo com o que estabelece a Diretiva 2009/125/CE, as emissões de CO (monóxido de carbono), NOx (óxidos de azoto expresso em NO₂), COG (compostos orgânicos gasosos) e PM (partículas) são expressas em mg/m³ de gás de combustão seco calculado para 273 K e 1 013 mbar, a 13 % O₂ (aquecedores de ambiente) ou a 10 % O₂ (caldeiras).

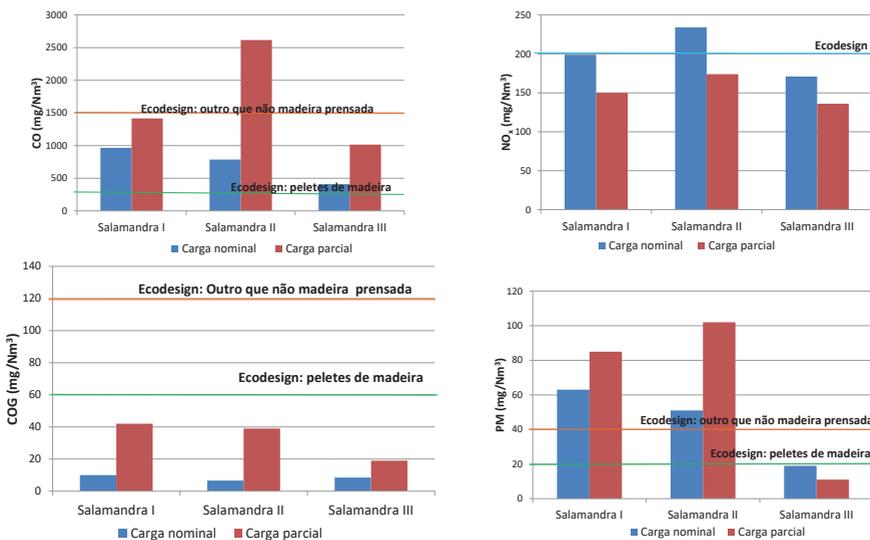


Figura 4. Emissões registadas durante os ensaios de combustão com caroço de azeitona em salamandras, expressas em base seca a 13% O₂.

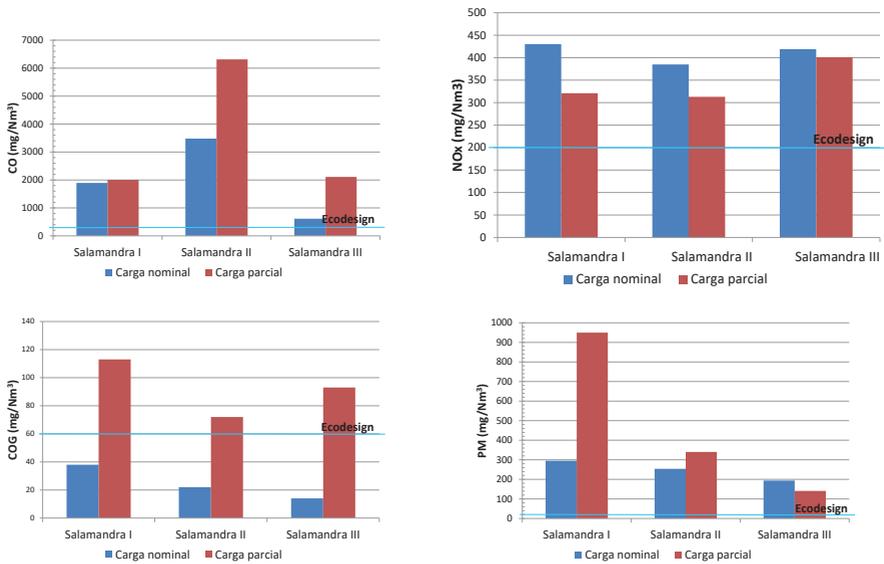


Figura 5. Emissões registadas durante os ensaios de combustão com peletes de podas de oliveira em salamandras, expressas em base seca a 13% O₂.

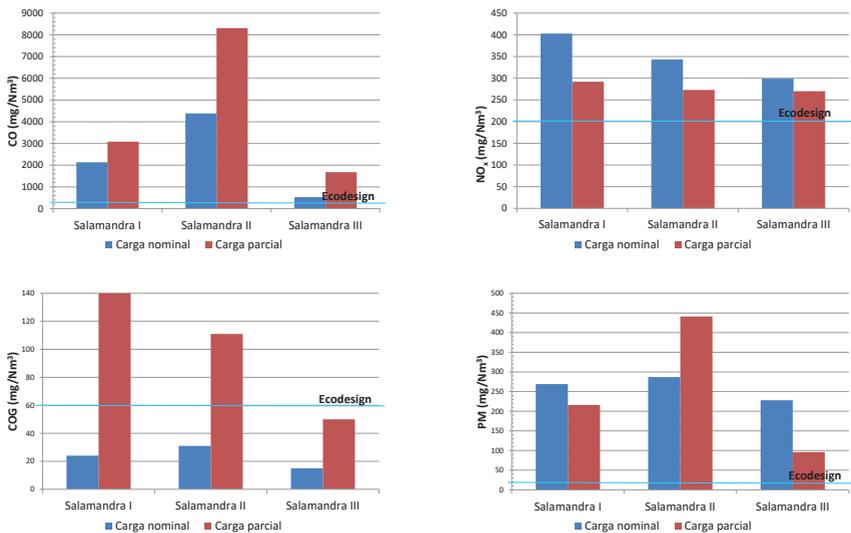


Figura 6. Emissões registadas durante os ensaios de combustão com peletes de podas de vinha em salamandras, expressas em base seca a 13% O₂.

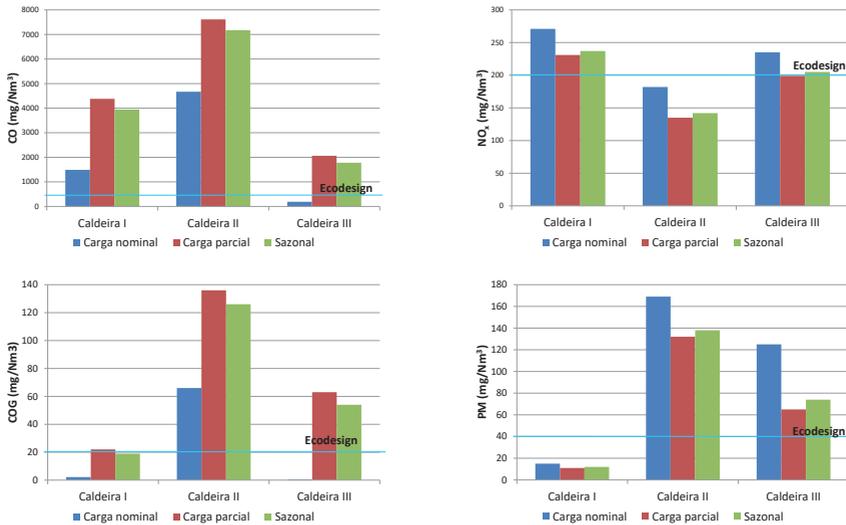


Figura 7. Emissões registadas durante os ensaios de combustão com caroço de azeitona em caldeiras, expressas em base seca a 10% O₂.

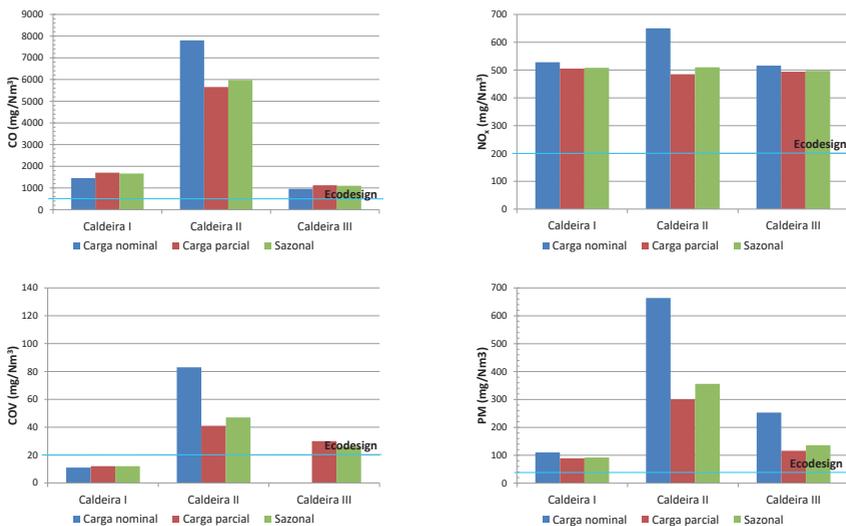


Figura 8. Emissões registadas durante os ensaios de combustão com peletes de podas de olival em caldeiras, expressas em base seca a 10% O₂.

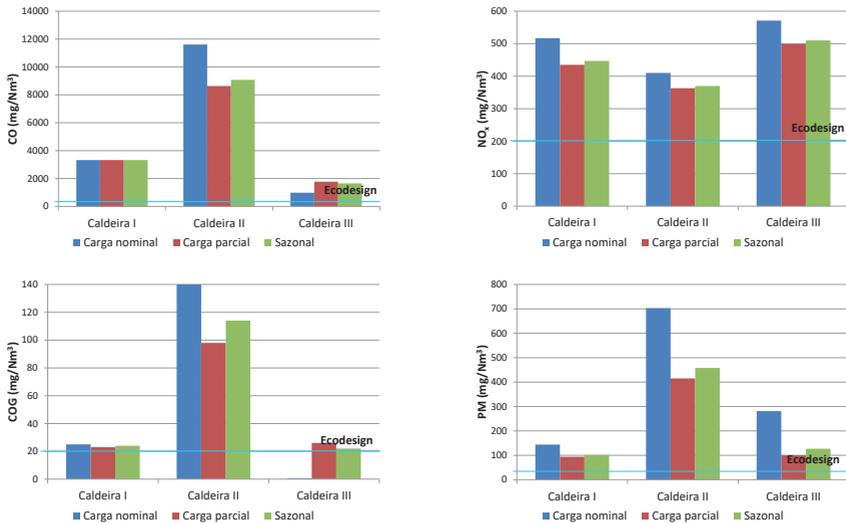


Figura 9. Emissões registadas durante os ensaios de combustão com peletes de podas de vinha em caldeiras, expressas em base seca a 10% O₂.

Considerando os limites de emissões aplicáveis para o equipamento de combustão utilizado e estabelecidos na Diretiva 2009/125/CE, pode observar-se que:

- Ao utilizar caroço de azeitona como combustível, as salamandras objeto de ensaio estiveram perto de cumprir os limites de emissões para a categoria “combustíveis diferentes de madeira prensada sob a forma de peletes”. Relativamente aos peletes de podas utilizados, as emissões de CO, NO_x e PM foram significativamente superiores aos limites considerados para peletes de madeira.
- No que respeita às caldeiras utilizadas, destaca-se as elevadas emissões verificadas na caldeira II, o que se deve essencialmente à sua simplicidade tecnológica, pouco flexível para se adaptar a novos combustíveis. Por conseguinte, a caldeira II é também um bom exemplo de que, para utilizar estes combustíveis, são necessárias tecnologias com sistemas automáticos de remoção de cinzas, bem como sistemas flexíveis de controlo de processos automatizados.



- Em relação à caldeira I, pode observar-se que a combustão de caroço de azeitona está perto de cumprir os limites de emissões sazonais estabelecidos pela Diretiva 2009/125/CE. Se forem efetuadas algumas melhorias nas condições de operação poder-se-á reduzir as emissões de CO e NOx. No caso da combustão de peletes de podas de vinha e olival, os limites das emissões de CO, COG e PM poderão ser cumpridos com pequenas alterações na operação do equipamento. Contudo, pequenas alterações podem não ser suficientes para reduzir as elevadas emissões de NOx verificadas.
- Relativamente à caldeira III, a combustão de todos os combustíveis selecionados produzem emissões sazonais de CO, COG e PM ligeiramente acima dos limites estabelecidos pela Diretiva. Se forem implementadas algumas melhorias relacionadas com o controlo do processo, espera-se uma redução das emissões abaixo dos limites correspondentes. No entanto, durante a combustão de peletes de podas obtiveram-se emissões de NOx demasiado elevadas, pelo que pequenas alterações podem não ser suficientes para reduzir as elevadas emissões de NOx para valores abaixo do respetivo limite.

As eficiências térmicas dos equipamentos foram calculadas:

- Para as caldeiras:

$$\text{Eficiência Térmica} = \text{Energia calorífica útil} / \text{Energia introduzida pelo combustível expressa em termos de PCI} \times 100$$

Sendo a energia calorífica útil o fluxo térmico transferido ao circuito de água e a energia introduzida pelo combustível expressa em termos de PCI o fluxo térmico introduzido pelo combustível considerando o seu poder calorífico inferior.

- Para os aquecedores de ambiente local:

$$\text{Eficiência Térmica} = (\text{Energia introduzida pelo combustível expressa em termos de PCI} - \text{Perdas Térmicas do Gás de Combustão}) / \text{Energia introduzida pelo combustível expressa em termos de PCI} \times 100$$



Sendo a potência associada ao PCI do combustível o fluxo térmico introduzido pelo combustível considerando o seu poder calorífico inferior, e as perdas térmicas do gás de combustão o calor sensível do fluxo do gás devido à diferença entre a sua temperatura e a temperatura ambiente.

Nas Tabelas 5 e 6, apresentam-se as eficiências térmicas calculadas para as salamandras e caldeiras selecionadas, respetivamente.

Tabela 5. Eficiência térmica das salamandras

	Salamandra I	Salamandra II	Salamandra III	Salamandra I	Salamandra II	Salamandra III
	Eficiência térmica em ensaio à potência nominal (%)			Eficiência térmica em ensaio à potência parcial (%)		
Peletes de madeira	89.0(*)	88.0(**)	90.0(**)	85.0(*)	76.9(**)	94.0(**)
Caroço de azeitona	78.1	84.4	87.3	81.3	74.4	91.9
Peletes de podas de olival	68.7	83.5	85.8	70.4	73.0	90.8
Peletes de podas de vinha	69.7	84.2	88.3	78.5	76.2	93.1

(*) Declarado pelo fabricante com peletes de madeira classe A1 da EN ISO 17225-2.

(**) Obtida utilizando peletes de madeira A1

Tabela 6. Eficiência térmica das caldeiras

	Caldeira I	Caldeira II	Caldeira III	Caldeira I	Caldeira II	Caldeira III
	Eficiência térmica em ensaio à potência nominal (%)			Eficiência térmica em ensaio à potência parcial (%)		
Peletes de madeira(1)	95.0(*)	83.5(**)	92.6(**)	90.9(*)	65.0(**)	90.3(**)
Caroço de azeitona	93.6	76.6	93.1	87.5	70.3	90.2
Peletes de podas de olival	94.3	64.6	92.8	87.1	64.7	89.9
Peletes de podas de vinha	94.2	69.6	93.1	85.6	62.0	88.7

(*) Declarada pelo fabricante com peletes de madeira classe A1 da EN ISO 17225-2.

(**) Obtida utilizando peletes de madeira A1



Como se pode verificar, as eficiências térmicas das salamandras II e III foram ligeiramente inferiores com os biocombustíveis mediterrâneos testados do que os valores obtidos durante os ensaios com peletes de madeira A1. Contudo, as eficiências térmicas alcançadas durante os ensaios com a salamandra I foram muito inferiores aos declarados pelo fabricante. Este facto está relacionado com o elevado teor de oxigénio no gás de combustão medido durante os ensaios com esta salamandra (13,5 % O₂ com caroço de azeitona, 16,51% O₂ com peletes de podas de olival e 16,3% O₂ com peletes de podas de vinha). Aplicando as mesmas proporções de excesso de oxigénio durante a combustão de peletes de madeira dever-se-iam obter eficiências mais elevadas, já que todos os outros parâmetros que influenciam a eficiência (temperatura do gás de combustão, teor de humidade do combustível) seriam comparáveis com os da combustão de peletes de madeira.

Relativamente aos ensaios realizados com as caldeiras I e III foram observadas eficiências térmicas ligeiramente mais baixas, ou até superiores aos valores obtidos com os peletes A1. Na caldeira II, as diferenças foram superiores (potência nominal) devido sobretudo ao elevado teor de oxigénio no gás de combustão (12,4% O₂ para caroço de azeitona, 15,7% O₂ para peletes de podas de olival e 15,0% O₂ para peletes de podas de vinha). Mais uma vez, a tecnologia simples desta caldeira não permitiu adequar o seu funcionamento às propriedades destes combustíveis.

Considerando o comportamento dos peletes de podas de vinha e de olival durante os ensaios de combustão, pode concluir-se que não são combustíveis apropriados para as salamandras e as pequenas caldeiras utilizadas no setor doméstico. Porém, pode ser feita uma exceção se forem utilizados peletes de podas de olival com baixo teor de cinza e de azoto (ver Secção 2.4.1) com os quais, muito provavelmente, o limite de emissões de NO_x também poderia ser cumprido.

4. RECOMENDAÇÕES PARA FABRICANTES E INSTALADORES



4.1. Aquecedores de ambiente local

4.1.1. Carço de azeitona

Fornecimento de combustível e alimentação de combustível

A utilização de carço de azeitona não acarreta problemas relativamente ao manuseamento e alimentação de combustível. Contudo, considerando o tamanho reduzido das partículas de combustível comparado, por exemplo, com os peletes, é necessário um design específico para a grelha de modo a impedir o deslizamento de combustível diretamente para o depósito de cinzas, através dos seus orifícios.

Combustão e seu controlo incluindo os problemas relacionados com as emissões

Os equipamentos testados não estavam suficientemente preparados para cumprir os limites de emissões estabelecidos na Diretiva 2009/125/CE (obrigatória a partir de 1 de janeiro de 2022 para aquecedores de ambiente local) para os “peletes de madeira”. Contudo, o cumprimento dos limites de emissões para “combustíveis diferentes de madeira prensada” pode ser alcançado (ver salamandra III na Figura 4). Se os fabricantes pretenderem definir o carço de azeitona como “outro combustível adequado”, conforme estabelecido na Diretiva, serão necessárias algumas adaptações das condições de combustão, tais como, fluxos de ar, configuração da distribuição do ar de combustão e movimento da grelha, de forma a reduzir as emissões de CO e/ou partículas.

Remoção de cinzas

O tempo de permanência do combustível na grelha (no caso de grelhas móveis com remoção contínua de cinzas) ou os intervalos de limpeza das cinzas (no caso de limpeza descontínua das grelhas) deve ser ajustado ao tempo necessário para a combustão completa do carço de azeitona, de modo a ser alcançada uma



taxa elevada de conversão de carbono e um reduzido teor de inqueimados no cinzeiro.

4.1.2. Peletes de podas de vinha e olival

Fornecimento e alimentação de combustível

A utilização de peletes de podas não acarreta problemas relativamente ao manuseamento e alimentação de combustível.

Combustão e seu controlo incluindo os problemas relacionados com as emissões

A combustão de peletes de podas não cumpre os limites das emissões estabelecidos pela Diretiva 2009/125/CE (obrigatória a partir de 1 de janeiro de 2022 para aquecedores de ambiente local) para peletes de madeira, especialmente no que respeita ao NO_x, o que os torna desadequados para os atuais equipamentos de combustão domésticos.

Para resolver os problemas observados poderiam ser implementadas algumas melhorias tecnológicas nos equipamentos de aquecimento doméstico:

- Adequar as configurações de controlo do processo para garantir emissões reduzidas de CO e COG.
- Utilizar queimadores de baixa produção de NO_x para reduzir as emissões de NO_x com uma configuração adequada para a distribuição do ar de combustão.
- Utilizar um sistema de eliminação de partículas adequado, como os precipitadores eletrostáticos.
- Ajustar adequadamente as definições do controlo de fluxo de ar de combustão para assegurar uma elevada eficiência térmica.

A utilização de peletes de podas de olival com baixo teor de cinzas e azoto (ver secção 2.4.1) poderá permitir o cumprimento dos limites da Diretiva



2009/125/CE, apesar de nenhum ensaio de combustão ter sido realizado com este tipo de combustível.

Remoção de cinzas

A utilização de peletes de podas não apresenta problemas significativos relativamente às cinzas, apesar do seu elevado teor de cinzas. Contudo, é necessária a limpeza automática da grelha e da superfície dos permutadores de calor.

Aspetos de limpeza e manutenção

É necessário um design adequado do ar de purga da janela para evitar o depósito de aerossóis sobre a mesma.

4.2. Caldeiras

4.2.1. Caroço de azeitona

Fornecimento e alimentação de combustível

A utilização de caroço de azeitona não acarreta problemas relativamente ao manuseamento e alimentação de combustível. Contudo, considerando o tamanho reduzido das partículas de combustível comparado, por exemplo, com os peletes, é necessário um design específico para a grelha de modo a impedir o deslizamento de combustível diretamente para o depósito de cinzas, através dos seus orifícios.



Combustão e seu controle incluindo os problemas relacionados com as emissões

Os equipamentos testados não estão suficientemente preparados para cumprir com os limites sazonais estabelecidos pela Diretiva 2009/125/CE (obrigatória a partir de 1 de janeiro de 2020 para as caldeiras). Se os fabricantes pretenderem definir o caroço de azeitona como “outro combustível adequado” (conforme estabelecido nesta Diretiva), serão necessárias algumas adaptações das condições de combustão, tais como, fluxos de ar, configuração da distribuição do ar de combustão e movimento da grelha, de forma a reduzir as emissões de CO e/ou partículas.

Remoção de cinzas

O tempo de permanência do combustível na grelha (no caso de grelhas móveis com remoção contínua de cinzas) ou os intervalos de limpeza das cinzas (no caso de limpeza descontínua das grelhas) deve ser ajustado ao tempo necessário para a combustão completa do caroço de azeitona, de modo a ser alcançada uma taxa elevada de conversão de carbono e um reduzido teor de inqueimados no cinzeiro.

4.2.2. Peletes de podas de vinha e olival

Fornecimento e alimentação de combustível

A utilização de peletes de podas não acarreta problemas relativamente ao manuseamento e alimentação de combustível.



Combustão e seu controlo incluindo os problemas relacionados com as emissões

A combustão de peletes de podas não cumpre os limites das emissões sazonais estabelecidas na Diretiva 2009/125/CE (obrigatória a partir de 1 de janeiro de 2022 para as caldeiras), especialmente no que respeita ao NO_x, o que os torna desadequados para os atuais equipamentos de combustão domésticos.

Para ultrapassar os problemas observados poderiam ser implementadas algumas melhorias tecnológicas nas caldeiras domésticas:

- Adequar as configurações de controlo do processo para garantir emissões reduzidas de CO e COG.
- Utilizar queimadores de baixa produção de NO_x para reduzir as emissões de NO_x com uma configuração adequada para a distribuição do ar de combustão.
- Utilizar um sistema de eliminação de partículas adequado, como os precipitadores eletrostáticos.
- Ajustar adequadamente as definições do controlo de fluxo de ar de combustão para assegurar uma elevada eficiência térmica.

A utilização de peletes de podas de olival com baixo teor de cinzas e azoto (ver secção 2.4.1) poderá permitir o cumprimento dos limites da Diretiva 2009/125/CE, apesar de nenhum teste de combustão ter sido realizado com este tipo de combustível.

Remoção de cinzas

A utilização de peletes de podas não apresenta problemas significativos relativamente às cinzas, apesar do seu elevado teor de cinzas. Contudo, é necessária a limpeza automática da grelha e da superfície dos permutadores de calor.

5. RECOMENDAÇÕES PARA O CONSUMIDOR FINAL



Para evitar problemas relacionados com o comportamento do combustível, é importante adquirir biocombustíveis com certificado de qualidade, em conformidade com as normas e requisitos de qualidade do selo Biomassud®.

5.1. Carço de azeitona

Os consumidores finais devem obter a garantia (do fabricante e/ou instalador) que os equipamentos que adquiriram podem utilizar carço de azeitona como combustível alternativo.

Os consumidores finais devem ser cuidadosos na remoção das cinzas do cinzeiro porque a temperatura pode estar elevada devido ao material inqueimado presente nas cinzas.

5.2. Peletes de podas de vinha e olival

Considerando o elevado teor de cinzas destes peletes quando comparados com os peletes de madeira de alta qualidade, o cinzeiro deve ser limpo com maior frequência durante a utilização destes peletes.

Uma vez que a deposição de partículas na janela da salamandra é mais elevada do que quando são utilizados peletes de madeira de alta qualidade, é necessário proceder à sua limpeza com maior frequência.

6. BIBLIO GRAFIA



Bados R., Esteban L.S., Carrasco J. (CIEMAT). “Deliverable 3.1. Selection of new solid biofuels”. Projeto BIOMASUD PLUS (Contrato N° 691763). Disponível online em: <http://biomasudplus.eu>.

Barro R., Fernández M., Cortés R., Bados R. (CIEMAT), Brunner T., Kan-zian W., Hajos N., Obernberger I. (BIOS), Karampinis E., Grammelis P., Nikolopoulos N. (CERTH), Almeida T., Mendes C., Cancela E., Alves N. (CBE), Carrasco J. (CIEMAT). “Deliverable 3.3: Quality classification of the solid biofuels to be considered in the biofuels extended BIOMASUD label”. Projeto BIOMASUD PLUS (Contrato N° 691763). Disponível online em: <http://biomasudplus.eu>.

Brunner T., Horn A., Weiss G., Obernberger I. (BIOS). “Deliverable 5.4: Techno-economic analysis of the selected biomass fuels combustion”. Projeto BIOMASUD PLUS (Contrato N° 691763). Disponível online em: <http://biomasudplus.eu>.

Croatian Bureau of Statistics. Yearbook 2015.

GSE. www.gse.it

Hellenic Statistical Authority, “Development of detailed statistics on Energy consumption in households 2011/2012”, Grant Agreement Eurostat no 30304.2010.002-2010.373, Piraeus, April 2013.

[http://www.statistics.gr/documents/20181/985214/Quality+Report+on+the+development+of+detailed+statistics+on+Energy+consump-tion+in+Households+\(+2012+\)/](http://www.statistics.gr/documents/20181/985214/Quality+Report+on+the+development+of+detailed+statistics+on+Energy+consump-tion+in+Households+(+2012+)/)

INE, I.P. (Instituto Nacional de Estatística, I.P.) e DGEG (Direcção-Geral de Energia e Geologia). Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico 2010. Lisboa, 2011.



Violidakis I., Karampinis E., Nikolopoulos N., Margaritis N., Malgarinos I. (CERTH), Borjabad E., Ramos R. (CIEMAT), Rodero P., Mira A. (AVE-BIOM), Baù L., Francescato V. (AIEL), Simsek E., Ates M. (TUBITAK), Almeida T., Figo S. (CBE), Kocjan D., Rogelja T., Klun J., Triplat M., Krajnc N. (SFI), Rukavina H. (ZEZ), Supancic K., Brunner T. (BIOS). “Deliverable 5.2: Report of the state of the art of combustion devices for the selected bio-fuels”. Projeto BIOMASUD PLUS (Contrato N° 691763). Disponível online em: <http://biomasudplus.eu>.



Este projeto recebeu financiamento do programa de investigação e inovação horizonte 2020 da União Europeia no âmbito do contrato nº 691763