



SilvaPlus

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

www.silvaplus.com



SilvaPlus

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

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



Índice

- 5 **Prólogo**
- 7 **Rede de Cooperação em biomassa. Experiencia dinamizadora na região transfronteiriça do norte de Portugal - sul da Galiza**
- 10 **Áreas de ensaio e demonstração de produção de biomassa florestal**
- 22 **A formação no Silvaplus**
- 26 **Iª Mostra de biomassa florestal**
- 28 **Promoção e comunicação em Portugal**
- 30 **Biomassa florestal, recurso de proximidade**
- 32 **Culturas energéticas lenhosas na região transfronteiriça norte de Portugal – sul da Galiza**
- 34 **Estruturas de madeira para parques de biomassa**
- 36 **Edificações eficientes. Descrição de três edifícios na Galiza**
- 38 **Edificações eficientes. Descrição de um edifício em Portugal**
- 40 **Produção de calor a partir de biomassa florestal na Galiza**
- 42 **Produção de calor a partir de biomassa em Portugal**
- 44 **A biomassa como alternativa para o aquecimento de habitações**
- 46 **Evolução das caldeiras a biomassa para uso doméstico**
- 48 **Biomassas florestais de interesse energético no sul da Galiza e norte de Portugal**

Direção: Rosário Alves

Coordenação e revisão: Jorge Cunha / Joana Bateira

Autores dos textos: Rosário Alves, Joana Bateira, Jorge Cunha, Francisco Dans del Valle, Patrícia Enes, Sandra Estevens, Diego Fernández Suárez, Manuel Guaita Fernández, Alejandro Martínez García, Bruno de Miranda Santos, Braulio Molina Martínez, Luis Ortiz Torres, Julio Ruiz Cagigal e Nicolás Vázquez Iglesias

Autores das fotografias: Juan José Guisado Martínez, Alejandro Martínez García, Braulio Molina Martínez, Julio Ruiz Cagigal, M^a Cristina Verde Figueiras, Forestis e Câmara Municipal de Alcacer do Sal

Fotografia da página 45: Creative Commons

Edição: Asociación Forestal de Galicia e Associação Florestal de Portugal

Design: seteseito diseño gráfico

Maquetização: Atelier ruicunha Design

Impressão: Uniarte Gráfica

ISBN:

Prólogo

Rosário Alves. *Diretora Executiva da Forestis*
Francisco Dans del Valle. *Asociación Forestal de Galicia*

Dando continuidade a diversas iniciativas desenvolvidas por organizações de proprietários florestais, o projeto Silvaplus, *Promoção do uso sustentável de biomassa florestal para fins energéticos no norte de Portugal e sul de Galiza*, centrou os seus objetivos em promover um espaço transfronteiriço de cooperação, no qual a biomassa florestal produzida nas florestas desta região possa chegar a ter um aproveitamento sustentável e em que os utilizadores deste recurso renovável, possam planear, sem problemas de fornecimento, projetos e iniciativas energéticas.

Durante dois anos e meio de trabalho, os especialistas que trabalharam na realização deste projeto, conseguiram estabelecer uma aliança organizativa entre proprietários florestais, agentes institucionais locais e regionais, empresas de serviços e empresas e instituições consumidoras de biomassa, que foi capaz de chamar a atenção dos cidadãos para o aproveitamento de um recurso endógeno, cujo abandono está na raiz do recorrente risco de incêndio florestal e, ao mesmo tempo, relacionar este aproveitamento com a poupança energética e o uso de fontes de energia mais respeitadoras do ambiente.

Os resultados do projeto foram coerentes com os objetivos propostos. Entre estes, é de destacar a constituição de uma rede de cooperação permanente e transfronteiriça, que impulsionou a realização de interessantes estudos e relatórios orientados para a dinamização do mercado da biomassa, e organizou diversos fóruns e eventos de promoção do uso local da biomassa florestal primária para fins energéticos.

Além disso, o Silvaplus dedicou uma atenção especial à I+D+i relacionado com os processos silvícolas de geração de biomassa. Especialistas e cientistas conseguiram instalar em espaços florestais da zona uma rede de parcelas de ensaio e demonstração, destinadas a difundir modelos de silvicultura mista madeira+biomassa e culturas energéticas, com critérios sustentáveis e que visam aumentar a produção de biomassa. Na mesma linha, o Silvaplus alocou recursos específicos ao projeto de protótipos de parques cobertos e pontos de recolha de biomassa, com estruturas e elementos construtivos utilizando madeira local, esperando que os mesmos se tornem numa referência obrigatória em futuras instalações.

A logística para a comercialização de biomassa teve uma atenção relevante no Silvaplus. Efetuou-se, com a colaboração de especialistas de diferentes Universidades, a caracterização das diferentes biomassas existentes na zona de intervenção, o que permitiu conhecer as possibilidades reais da sua utilização.

De acordo com as opiniões recolhidas, as ações de formação dirigidas a diferentes grupos-alvo com interesse no aproveitamento e no uso da biomassa, foram muito bem recebidas. Proprietários e gestores florestais, instaladores de caldeiras, arquitetos e engenheiros industriais, bem como funcionários públicos de administrações locais, contaram com uma programação específica nos cursos organizados.

Por último, as atividades de comunicação e de difusão, especialmente as orientadas ao público em geral, foram muito cuidadas e centraram muitos esforços da equipa. O *site* do projeto, www.silvaplus.com, as mais de trinta *Newsletter* elaboradas e distribuídas, a organização da Mostra de biomassa de Tomiño, a participação em feiras locais, o Seminário internacional de apresentação de resultados em Viana do Castelo e a presente publicação, são algumas das ações mais relevantes desenvolvidas ao longo destes dois anos e meio de emocionante e enriquecedor trabalho que se realizou com o apoio do Programa de Cooperação Transfronteiriça Espanha-Portugal 2007-2013 (POCTEP).

Graças a todos os que participaram e cooperaram connosco, o projeto termina mas a Rede Silvaplus continua.



✍ Rosário Alves

Diretora Executiva da Forestis

✍ Francisco Dans del Valle

Asociación Forestal de Galicia

Rede de Cooperação em biomassa. Experiencia dinamizadora na região transfronteiriça norte de Portugal – sul da Galiza



Reunião da Rede de Cooperação Silvaplus em Tomiño a 24 de novembro de 2011.

Um dos principais objetivos do projeto Silvaplus foi estabelecer uma aliança organizativa entre proprietários florestais, agentes institucionais locais e regionais, empresas de serviços e empresas e instituições consumidoras de biomassa.

Desde o momento inicial de desenvolvimento do projeto considerou-se estratégica a tarefa de envolver atores capazes de induzir um efeito multiplicador em diferentes âmbitos sociais. Assim, a criação da Rede de Cooperação teve como princípio básico promover a relação entre diferentes agentes numa ótica de intervenção conjunta a fim de potenciar e valorizar os diferentes conhecimentos e experiências, aproximar interesses e promover novas possibilidades de cooperação. Pretendeu-se envolver o maior número de agentes com intervenção nesta área de atuação, através do desenvolvimento de um conjunto de atividades diversificadas.

Em Portugal e na Galiza, pudemos contar com a participação de um leque alargado de entidades ligadas à produção florestal, à energia, ao ensino e investigação, mas também com empresas privadas e organismos públicos, todas elas com uma vontade comum: **dinamizar a economia e valorizar sustentavelmente os recursos locais.**

As atividades promovidas tiveram sempre como preocupação a identificação das necessidades e a análise dos problemas e constrangimentos dos diversos interesses representados e, a partir daí, tentar encontrar as melhores soluções para o desenvolvimento sustentável desta subfileira, numa lógica de aproximação dos diversos agentes e a construção de uma cadeia de valor equilibrada. Reuniões da Rede de Cooperação de âmbito alargado, reuniões entre os parceiros da rede e visitas técnicas foram algumas das atividades promovidas.

Áreas de trabalho e composição da Rede

A primeira sessão de trabalho, realizada em novembro de 2011, contou com a presença de cerca de setenta pessoas da Galiza e do norte de Portugal que responderam a um convite em que se propunha a necessidade de criar uma Rede de Cooperação para dinamizar o setor da biomassa.

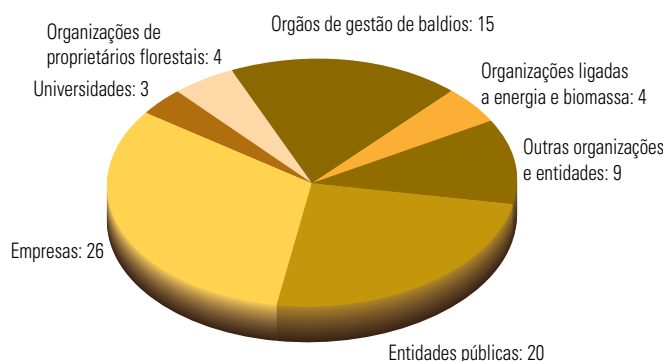
Apoiados nos resultados de um inquérito realizado aos participantes, na reunião inicial definiram-se as áreas de trabalho e possíveis temas a desenvolver, os meios a utilizar e estabeleceram-se as

Áreas de trabalho	Temas desenvolvidos
Biomassa florestal primária	Disponibilidades de biomassa Características e tipologias Preços e mercados Produtores e fornecedores
Culturas energéticas florestais	Espécies e exigências das estações Modelos silvícolas para a gestão das espécies Planificação e sustentabilidade Legislação atual e propostas para o setor Produção e análise económica
Formação e divulgação	Formação para diferentes públicos-alvo (proprietários florestais, operadores, promotores e investidores) Informação e divulgação
Logística e equipamentos de exploração	Sistemas de aproveitamento, recolha, transporte e armazenamento Sistemas de medição da biomassa e de rastreabilidade da biomassa Identificação das limitações legais na logística e aproveitamento da biomassa
Instalações bioenergéticas	Modelos existentes e localização Biocombustíveis locais e adaptação de caldeiras Possibilidades de aplicação e eficiência energética Tratamento e usos das cinzas Apoios e linhas de desenvolvimento e regulação administrativa
Normativos e políticas energéticas	Recompilação da legislação atual e desenvolvimento de propostas Apoios à instalação de soluções para a produção de calor e eletricidade
Vantagens do uso da biomassa	Balço de CO ₂ na utilização energética e impactos ambientais Geração de emprego e desenvolvimento local Efeitos sobre a gestão florestal Economia energética

responsabilidades das diferentes instituições na execução das diferentes tarefas, assim como se propôs o tipo de relação entre os diferentes agentes.

Foram muitos os agentes que participaram na Rede e que interagiram de forma muito positiva. Atualmente, esta rede conta com a participação de mais de 80 pessoas representando diversas áreas de atuação e interesses.

Entidades participantes na Rede de Cooperação Silvaplus



Importa também salientar algumas contribuições que ajudaram a construir a nossa atuação ao longo do projeto e que serão consideradas em ações futuras:

➤ A mais-valia na dinamização e estruturação desta subfileira, por parte dos agentes ligados à produção florestal, contribuindo para uma melhor viabilidade económica das explorações florestais;

➤ A necessidade de participação ativa de todos os elementos da cadeia de valor e diminuição dos custos associados ao aproveitamento da biomassa florestal, com o objetivo de aumentar a competitividade deste recurso nos mercados;

➤ A aposta na qualidade do produto, tendo em conta parâmetros como o teor de humidade, características caloríficas e ausência de outros materiais indesejáveis;

➤ A necessidade de produzir informação e de sensibilizar o consumidor para as vantagens do uso de biomassa florestal, enquanto fonte de energia local e renovável, com benefícios ambientais e socioeconómicos para as regiões.

Em Portugal, um dos temas em discussão esteve relacionado com a identificação das melhores soluções de utilização de biomassa para aquecimento de edifícios, tendo em conta as características dos territórios, através de um melhor aproveitamento da floresta da região do Alto Minho.

Foram realizadas outras reuniões com diversos agentes da Rede, das quais podemos salientar as promovidas com as associações de proprietários florestais, com os municípios da área de intervenção do projeto, com a Comunidade Intermunicipal do Alto Minho e com outras entidades envolvidas em projetos de aproveitamento da biomassa para fins energéticos, nomeadamente o Departamento de Conservação da Natureza e Florestas do Algarve e a Universidade de Vigo.

Por último, enquadradas ainda nas atividades da Rede de Cooperação, técnicos responsáveis pelo projeto e especialistas envolvidos na Rede, realizaram visitas a unidades industriais e a instalações com sistemas de aquecimento a biomassa, das quais se destacam:

➤ O Centro de Interpretação Ambiental da Lagoa de Bertandos que tem um sistema de aquecimento a estilha;



Reunião da Rede de Cooperação em Ponte de Lima a 25 de outubro de 2012.

- A central de produção de energia eléctrica a partir de biomassa florestal com capacidade instalada de 30MWh, localizada na Figueira da Foz (Portugal);
- A unidade de produção de *pellets*, essencialmente para exportação, localizada no concelho de Arganil, Portugal;
- Instalações de utilização de biomassa florestal para usos térmicos em Xinzo-Ponteareas na Galiza.

As áreas de trabalho da Rede e os seus resultados

Distribuídos dentro das áreas de trabalho seleccionadas, indicam-se a seguir os resultados mais relevantes obtidos mediante a cooperação entre os diferentes agentes, públicos e privados, que participaram no desenvolvimento das diferentes atividades.

Realização de análises sobre aspetos estratégicos comuns na utilização da biomassa para fins energéticos

- Estudo da necessidade de calor em instalações do município de Tomiño;
- Estudo de infraestruturas de apoio;
- Elaboração de código de boas práticas silvícolas no aproveitamento de biomassa;
- Descrição dos cultivos energéticos de interesse na região transfronteiriça;
- Caracterização das biomassas de interesse existentes nos espaços florestais da região transfronteiriça;
- Relatório sobre os sistemas de medição e classificação de biomassa.

Estabelecimento de uma plataforma comum de inovação e conhecimento em matéria de biomassa

- Página web Silvaplus;
- Organização e realização de 10 cursos formativos com mais de 400 participantes;



Visita a uma central de produção de energia eléctrica na Figueira da Foz (Portugal).

- Organização e realização de 3 encontros entre especialistas e agentes da Rede com visitas técnicas de interesse a parques de biomassa e centros de consumo;
- Organização e realização de 3 reuniões transnacionais entre os agentes da Rede de Cooperação;
- Seminário internacional Silvaplus em Viana do Castelo.

Desenvolvimento de atividades de promoção

- I Mostra de biomassa em Tomiño;
- Participação em várias feiras setoriais de biomassa;
- Realização de 10 jornadas de porta aberta para apresentar e promover as instalações energéticas.

Eliminação de barreiras ao desenvolvimento do setor

- Recolha e distribuição de informação relevante entre os agentes da Rede;
- Informação sobre empresas florestais e indústrias da madeira com atividade no sul da Galiza e em Portugal;
- Informação sobre sistemas de exploração florestal e do comércio da madeira no sul da Galiza e em Portugal;
- Elaboração e distribuição de trinta *newsletter* Silvaplus a mais de 2.000 pessoas.

O conjunto de ações da Rede de Cooperação permitiu recolher, compilar, produzir e divulgar informação, contando como principais produtos de divulgação as *newsletters* e a página web do projeto www.silvaplus.com, adequando a atuação do projeto aos interesses dos diversos agentes envolvidos, promovendo-se uma constante ligação às necessidades territoriais. Fruto desta dinâmica, assistimos a uma crescente solicitação de pedidos de informação e de apoio técnico de um universo alargado de pessoas e entidades a quem os temas suscitaram interesse. Muitos desses pedidos estavam relacionados com o interesse demonstrado em iniciarem atividades ligadas ao aproveitamento da biomassa e que poderão potenciar o desenvolvimento deste mercado.

Áreas de ensaio e demonstração de produção de biomassa florestal



Cerca da parcela de Parada de Achas (A Cañiza).

A necessidade de diversificar a produção nos espaços florestais e de encontrar novas formas de rendimento para os seus proprietários, bem como o interesse em reduzir a dependência dos combustíveis fósseis através da utilização da biomassa florestal, são as principais razões que impulsionam a valorização dos produtos energéticos florestais primários. Nas regiões temperadas com alta produtividade vegetal lenhosa, é onde pode ser mais interessante desenvolver modelos de silvicultura para maximizar a produção de biomassa, tornando-a compatível com outros usos existentes atualmente.

Entre as ações realizadas no âmbito do projeto Silvaplus, destaca-se a instalação de cinco áreas de ensaio e demonstração para a produção mista de biomassa e madeira, e duas áreas florestais dedicadas à experimentação de culturas energéticas florestais, com uma área total de 20,7 hectares. Esta iniciativa foi desenvolvida pela AFG - Associação Florestal da Galiza, a Forestis - Associação de Portugal, a Agência Regional de Energia e Ambiente do Alto Minho, a Associação Florestal do Lima, a Associação de Produtores Florestais do Vale do Minho e do Município de Ponteareas, e recebeu o apoio científico do Centro de Pesquisa Florestal de Lourizán para o projeto dos ensaios. Do ponto de vista da produção de biomassa, nos espaços florestais da região podem ser estabelecidas três categorias com base na proporção de biomassa florestal primária que pode ser utilizada para energia em relação à biomassa total aproveitada para energia e para madeira industrial.

Tipo de produção florestal	Percentagem de biomassa	Percentagem de madeira
Produção principal de madeira	0-20%	80-100%
Produção mista madeira-biomassa	40-80%	20-60%
Culturas energéticas florestais	100%	0%

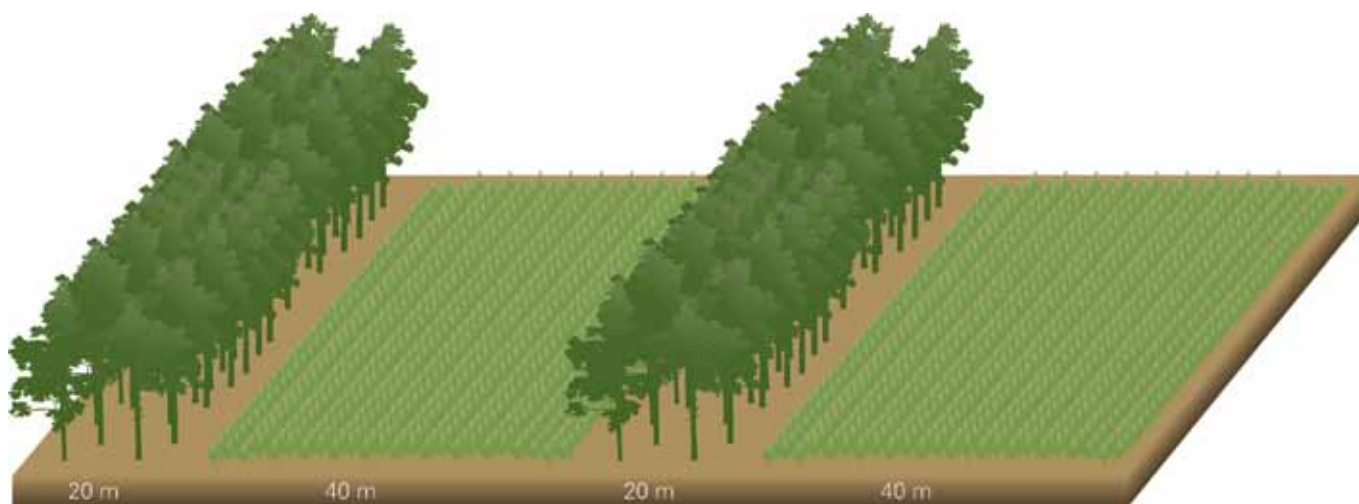
Atualmente, a maioria dos povoamentos florestais da região estão incluídas na primeira categoria, dedicada principalmente à produção de madeira, com exceção de casos pontuais ou de demonstração.

Pretende-se ainda demonstrar o resultado da aplicação de novos modelos, para que possam ser replicados e permitam aumentar o rendimento dos proprietários florestais, através da obtenção de receitas intermédias, principalmente em regiões com ciclos curtos de recorrência de incêndios.

1. A produção mista madeira-biomassa

A região transfronteiriça do sul da Galiza e norte de Portugal apresenta uma grande proporção de espaços florestais arborizados, em relação à superfície territorial. A floresta é composta principalmente pelo pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*), destinando-se ambas as espécies à produção principal de madeira. Em espaços florestais com estas características, estabeleceram-se cinco áreas de ensaio e demonstração nas quais se instalaram

Gráfico 1. Povoamento florestal aproveitado para o sistema misto por faixas madeira-biomassa



parcelas com faixas de produção de madeira intercaladas com outras de produção de biomassa, de forma a atingir ciclos de produção mais curtos, utilizando diferentes alternativas. Nos ensaios procura-se descobrir quais as características ótimas e equilibradas para o aproveitamento misto madeira-biomassa.

Descrição do sistema misto por faixas

O aproveitamento por faixas tem sido utilizado na silvicultura tradicional para produção de madeira, particularmente para reduzir o efeito do vento em regiões muito ventosas. Baseia-se no princípio que os povoamentos florestais adultos situados a barlavento, protegem e melhoram o crescimento dos povoamentos jovens a sotavento. Também se tem utilizado para conseguir uma melhor disseminação lateral.

Este sistema apresenta características positivas, entre as quais se destaca o elevado rendimento dos trabalhos mecanizados. Nos espaços florestais é sempre importante dispor de grandes longitudes de trabalho para reduzir as manobras das máquinas. Procura-se conseguir faixas largas e, se possível, que tenham a mesma direção e declive máximo do terreno, de forma a melhorar o rendimento de qualquer máquina silvícola ou de aproveitamentos. Se se comparar com o trabalho realizado de uma só vez, que é sempre de máximo rendimento, não há grandes diferenças de rendimento, mas sim se comparado com outro sistema de corte por manchas ou pé a pé.

Por outro lado, a largura da faixa pode dimensionar-se para ajustar o rácio de produção madeira/biomassa desejado. De forma geral, as faixas estreitas favorecem a produção de madeira devido à sua dominância sobre as de biomassa.

A direção ou orientação das faixas pode ser projetada para regular a influência de fatores ambientais que influenciam a produção, como por exemplo a proteção contra o vento. A direção normal do vento predominante na área de estudo é nordeste-sudoeste, que devido aos acidentes orográficos pode sofrer alterações. O vento é um agente retardador do crescimento e as faixas de madeira, pelo seu maior desenvolvimento em altura, podem abrandar a sua velocidade e proteger as faixas de biomassa. O interessante é orientar as faixas de forma perpendicular à direção predominante do vento: noroeste a sudoeste. Por sua vez, é necessário considerar a insolação máxima da faixa. É alcançado quando as faixas são desenhadas de norte a sul e, em segundo lugar, de noroeste a sudeste (esta direção é favorável também para a proteção contra o vento).

Contra estas características positivas, devem também expor-se os

problemas que acarreta a adoção do sistema de aproveitamento por faixas: aumenta o risco de queda de árvores pelo vento, tem uma gestão complexa, as árvores para aproveitamento são mais heterogéneas e a paisagem perde qualidade devido aos seus contrastes geométricos.

Ordenamento silvícola no sistema misto madeira-biomassa por faixas

O modelo silvícola pode ser descrito considerando um ciclo completo de produção de madeira. A faixa para biomassa tem um ciclo produtivo curto, de aproximadamente 5 anos para o eucalipto e 10 anos para o pinheiro. A faixa para madeira tem um ciclo que pode ser de 12 a 15 anos para o eucalipto e 30 para o pinheiro. É conveniente que o período da rotação da faixa para madeira seja um múltiplo da rotação da faixa para biomassa e, se possível, é recomendável fazer coincidir o corte final da faixa para madeira com um corte de biomassa. No gráfico 2 pode-se observar um perfil transversal de como evoluem as faixas para madeira e para biomassa para o caso do pinheiro.

Gráfico 2. Exemplo de evolução do ciclo produtivo misto madeira-biomassa para o pinheiro



No caso do pinheiro, na faixa para madeira aplica-se um modelo silvícola comum para produção de madeira de qualidade à base de limpezas, desramações e desbastes. Na faixa para biomassa, não é necessário fazer mais do que alcançar uma regeneração completa e fertilizar, caso seja necessário, no início de cada período. No caso particular do pinheiro, pode-se recorrer à disseminação lateral para chegar à regeneração natural do povoamento diminuindo custos.



Replantação da parcela de Amorín (Tomiño).

Quanto ao eucalipto, na faixa para madeira pode-se aplicar um modelo de silvicultura para produção de madeira para pasta, através de repovoamento ou seleção de varas na fase inicial e depois limpezas periódicas. Na faixa para biomassa não seria necessário fazer nenhuma intervenção, uma vez que se aproveitariam as varas das toíças, exceto talvez uma fertilização periódica para repor os nutrientes dos aproveitamentos contínuos em ciclos curtos.

Vantagens do sistema misto madeira-biomassa por faixas

Através da utilização de um sistema misto é esperado obter uma série de melhorias para os sistemas individuais de produção principal de madeira ou de cultura energética florestal pura. As principais vantagens a considerar são as seguintes:

a) Flexibilidade e reversibilidade do sistema

É um sistema que suporta a capacidade de transformar-se em povoamento florestal de produção principal de madeira ou em cultura energética com relativa facilidade, flexibilidade esta que lhe permite evoluir de acordo com o impacto de fatores como os indicados abaixo.

- Mercado de produtos florestais. O melhor ou pior escoamento para o mercado de uns ou outros produtos florestais, pode ser um aspeto chave para decidir a proporção destinada a biomassa ou a madeira. Os apoios públicos, como os destinados à produção, podem ser decisivos para orientar a opção produtiva a potenciar.
- Incêndios e pragas. A incidência de incêndios ou pragas severas pode induzir a necessidade de um corte prematuro, que por não alcançar as dimensões de madeira, ou esta apresentar danos consideráveis, impeçam o seu aproveitamento pela indústria da madeira. Por outro lado, o aproveitamento energético da totalidade do povoamento misto por faixas é perfeitamente válido e quase sem perdas do valor energético, e pode até aumentar devido à perda de humidade do material vegetal.
- Regulamentação do uso do solo. Não é incomum que haja alterações no planeamento/ordenamento do território que afetem os seus usos, e que possam incidir nos sistemas de aproveitamento ou na dificuldade de realizar determinadas operações.

- Legislação setorial. A legislação florestal e ambiental, muito instável nos últimos tempos, pode estabelecer restrições de uso que afetem a utilização e destino dos povoamentos florestais.
- Critérios da gestão. A opinião dos proprietários pode alterar e esta pode ou não ser favorável à utilização para biomassa ou para madeira. No caso particular das áreas comunitárias ou baldios, podem ocorrer alterações importantes, na medida em que mudam de pessoas as direções e a opinião dos compartos que devem ser tidos em consideração pelas direções.

b) Aceitação social

A percepção da floresta que a sociedade tem, corresponde a critérios muito assentes, dificilmente alteráveis. Pela sua proximidade aos sistemas tradicionais de gestão da floresta, a implementação de sistemas mistos de produção de madeira e biomassa, teriam um baixo impacto. Neste seguimento, é de assinalar as seguintes alterações:

- Na região transfronteiriça o solo florestal encontra-se ocupado e aproveitado na sua maior parte por povoamentos florestais de produção principal de madeira, pelo menos, nas partes mais produtivas. A introdução de povoamentos florestais com objetivo exclusivo para produção de energia, representa uma mudança significativa nas suas funções e a alteração dos usos tradicionais da floresta e pode, por esse motivo, originar a que permaneçam muito limitadas as possibilidades de culturas energéticas e que só possam ocorrer em terrenos desarborizados sem produção de madeira.
- O uso misto é mais semelhante ao tradicional, dado que se mantêm os cuidados culturais para produção de madeira em parte das faixas e porque pode ser integrado no planeamento já existente.
- A alteração de formação que introduzem as faixas, onde alterna um povoamento jovem, denso e dinâmico, com outro povoamento adulto, menos denso e mais estático, favorece a biodiversidade vegetal e da fauna, devido à variedade de ecótonos ou efeito de bordadura, muito frequentes em pouco espaço.

c) Interações positivas derivadas da coexistência madeira-biomassa

A coexistência da produção de madeira e de biomassa em faixas, caracteriza-se pelo efeito de bordadura e competição mútua, muito acentuada. Deve estudar-se com precisão de forma a alcançar os objetivos de produção desejados. De seguida expõem-se as interações positivas esperadas e que convém quantificar ou precisar com o acompanhamento das parcelas de ensaio.

As faixas para biomassa beneficiam da alternância com faixas para madeira nos seguintes aspetos:

- Prevenção de incêndios florestais. As faixas para uso energético, têm uma grande acumulação de combustível a pouca altura do solo, que implica um risco alto de propagação do fogo, pelo que é conveniente sacrificar parte da superfície



Preparação do terreno em Estás (Tomiño).

produtiva para aceiros ou vias de acesso. Os sistemas mistos são uma boa oportunidade para interromper a continuidade do combustível nas faixas para madeira, onde se pode controlar a carga combustível com uma silvicultura útil e necessária para a produção de madeira e o espaçamento do arvoredo permite o acesso aos meios de combate.

- **Disseminação lateral.** A oportunidade de ter uma faixa lateral de árvores de bordadura, com boa copa e grande capacidade de frutificação, permite um sistema de regeneração da faixa para biomassa sem custos ou com custos mínimos. Este sistema é de maior interesse para as espécies com semente dispersada pelo vento, como os pinheiros ou a bétula.
- **Proteção contra o vento.** A faixa para biomassa é prejudicada pelo ensombreamento da faixa para madeira, principalmente na bordadura da mesma, em contrapartida, sai beneficiada a proteção contra o vento na parte central, que pode aumentar o crescimento das árvores.
- **Redução ramificação/parte foliar.** O ensombreamento da faixa para biomassa na bordadura da faixa para madeira traduz-se numa perda da produção de biomassa mas melhora a qualidade da mesma ao reduzir a proporção de folhas em relação ao tronco (parte foliar) e a proporção de ramos em relação ao tronco (ramificação).

As faixas para madeira beneficiam da alternância com as faixas para biomassa nos seguintes aspetos:

- **Potenciação do crescimento em diâmetro.** A faixa para madeira com um efeito de bordadura pronunciado durante grande parte do ciclo produtivo, tem a possibilidade de desenvolver copas de grande diâmetro que alimentam o tronco com um crescimento em diâmetro acima do normal. Os diâmetros maiores podem aumentar o valor da madeira, mas desde que seja aplicada uma rigorosa calendarização das desramações para evitar o engrossamento excessivo dos nós.
- **Melhoria do rendimento do aproveitamento de resíduos.** O principal problema do aproveitamento de resíduos de biomassa obtidos em trabalhos silvícolas ou em exploração de madeira é o escasso valor do mesmo, a sua dispersão e a dificuldade de acesso. Algumas máquinas, como os estilhaçadores, necessitam de uma quantidade mínima de material lenhoso para tornar

o aproveitamento viável, que compense a sua deslocação ao local. Nos sistemas mistos por faixas, como as recolhas de biomassa coincidem com as de madeira, pode-se melhorar a acessibilidade e mecanização da exploração, acumula-se mais produto e, conseqüentemente, aumenta os rendimentos por unidade de produto.

2. As culturas energéticas

Na região transfronteiriça, existem espaços não arborizados de montanha ou de meia-montanha (300m), cumes e áreas afetadas por incêndios florestais em que se pode recorrer à florestação e ao aproveitamento de culturas energéticas lenhosas, ou seja, terrenos dedicados à produção exclusiva de biomassa para energia em ciclos curtos e elevada densidade de plantas. São áreas onde iniciar um ciclo com a introdução de um novo modelo de produção florestal, exclusivamente para energia, podia ter uma boa aceitação, sem perturbar demasiado a atividade tradicional da floresta.

Na região transfronteiriça, as zonas altas ou de meia-montanha com maiores possibilidades de implantação de culturas energéticas florestais, geralmente são pouco produtivas por terem solos de menor qualidade e profundidade e por estarem expostas a condições meteorológicas mais adversas (mais frio e mais vento). Nestes locais, o modelo tradicional de produção principal de madeira tem o inconveniente de as árvores custarem muito a atingir a altura e os diâmetros mínimos necessários para o seu aproveitamento comercial. Sendo um solo mais esquelético e com menor capacidade de retenção de água e nutrientes, é difícil que a árvore se desenvolva até alcançar o tamanho comercial pretendido. Para além disso, há o grande inconveniente destes sítios serem os que têm maior frequência de incêndios florestais e onde é mais difícil controlá-los, pelo que é muito provável que ocorra um incêndio antes que se atinja o fim de um longo ciclo produtivo, como o exigido pelo principal destino da madeira industrial.

As árvores para produção de biomassa em culturas energéticas têm um tamanho muito menor do que as destinadas à produção de madeira, de modo que, solos com baixa capacidade produtiva (menor profundidade, menor humidade, menos nutrientes), são suficientes para completar o ciclo sem desacelerar o crescimento. Nessas zonas menos produtivas, os ciclos curtos dão melhores rendimentos de biomassa vegetal, que os ciclos longos.



Estado original da parcela de Lanhelas (Caminha).

As espécies ensaiadas como culturas energéticas

Quanto às espécies a serem utilizadas em culturas energéticas é preferível optar por aquelas com uma boa rebentação de toça ou boa disseminação natural numa idade precoce, para minimizar os custos de repovoamento, dada a elevada densidade de plantas que se usa. Em segundo lugar, interessa que tenham um grande crescimento em povoamento em idades precoces e que produzam uma biomassa de qualidade, pela sua densidade, maior proporção de lenho, facilidade de colheita e processamento, e que as propriedades físico-químicas da estilha resultante sejam as melhores para as caldeiras. Sempre que possível, deverão utilizar-se as espécies espontâneas do local. Também existe a possibilidade de gerir culturas com mais de uma espécie.

Atualmente, na região transfronteiriça não existem explorações dedicadas a culturas energéticas de carácter comercial. A falta de informação sobre as espécies e melhores métodos é evidente. Assim, no conjunto das parcelas de ensaio e demonstração que o Silvaplus instalou, duas delas são de culturas energéticas, uma em Portugal e outra na Galiza. Cada uma delas tem uma grande diversidade de espécies, tanto locais como introduzidas, procurando a comparação de produção entre ciclos curtos e organizadas de modo a que se possa analisar com precisão quais as soluções viáveis para os espaços florestais com as características referidas.

As espécies arbóreas utilizadas nos ensaios de culturas energéticas foram as seguintes: acer (*Acer pseudoplatanus*), medronheiro (*Arbutus unedo*), bétula (*Betula celtiberica*), freixo (*Fraxinus angustifolia*) e salgueiro (*Salix atrocinerea*). Entre eucaliptos escolheu-se o *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus obliqua* e *Eucalyptus dunii*.

Também se estabeleceu uma parcela de demonstração com *Cytisus striatus*, *Cytisus scoparius*, *Paulownia elongata* x *P. fortunei* (COT2) e uma pequena amostra de outras espécies.

3. Descrição das parcelas

Muitos dos sistemas de produção intensiva de biomassa ensaiados noutras regiões, não são de fácil aplicação na área de estudo do projeto Silvaplus. As características gerais do território, a necessidade de utilização de terrenos florestais devido à falta de terrenos agrícolas livres ou abandonados, a fragmentação das parcelas e as espécies a utilizar, tornam difícil a adoção dos modelos de ensaio doutras regiões. As duas hipóteses de produção de biomassa repartiram-se por 5 parcelas de ensaio de produção mista madeira-biomassa e 2 parcelas de culturas energéticas.

As principais variáveis objeto de ensaio e análise estatística dos sistemas mistos madeira-biomassa por faixas, são as seguintes: espécie (eucalipto ou pinheiro), opção de produção (madeira ou biomassa) e largura da faixa (com duas alternativas para o caso de produção de madeira, 10 e 20 metros, e três para a opção de produção de biomassa, 10, 20 e 40 metros). Outras variáveis podem ser estudadas em paralelo sob um ponto de vista comparativo-demonstrativo, tais como os sistemas de regeneração, modelo de silvicultura, densidade, orientação das faixas, rendimentos dos trabalhos, dimensões dos produtos, efeito do vento e interações ou influência lateral entre as faixas.

As principais variáveis objeto de ensaio e análise estatística das culturas energéticas são a espécie (3 eucaliptos e 5 outras folhosas) e a densidade de plantação (3.200, 1.600 e 800 plantas/ha). Além disso, o ensaio servirá para testar sistemas de regeneração, riscos de instalação, adaptação de espécies à estação, produtividade, caracterização da biomassa e capacidade de regeneração. No sul da Galiza e norte de Portugal, optou-se por espécies com uma boa capacidade de regeneração, de forma a reduzir os custos de repovoamento. À exceção dos eucaliptos, as folhosas são espécies autóctones, das quais uma é um arbusto e quatro são de porte arbóreo.

Para cada uma das parcelas, desenhou-se um plano de silvicultura e aproveitamentos, de acordo com um modelo individual, de forma a obter a máxima rentabilidade. No final de cada ciclo de produção, avaliar-se-á o balanço entre receitas e despesas, para saber o resultado financeiro e a sua viabilidade relativamente aos modelos tradicionais de produção de madeira.

Os locais selecionados para as parcelas refletem a diversidade de características naturais que o território transfronteiriço apresenta.

As parcelas de ensaio como as de Amorín, Estás e Lanhelas, são próximas do rio Minho, em cotas baixas inferiores a 150m acima do nível do mar, com temperatura média anual entre 14 e 15°C e precipitação média anual que varia entre 1.200 e 1.400mm. As duas primeiras têm solos aluviais pouco pesados e a terceira de textura franco-arenosa por decomposição do granito. As parcelas de Riba de Mouro, Vale e Vilasobroso, estão a altitudes entre os 350 e 470m, com temperatura média anual entre 13 e 15°C e precipitação média anual que varia entre 1.200 e 1.900mm. Por fim, apresenta-se o caso mais extremo de Parada de Achas uma altitude entre os 750 e 815m, temperatura média anual entre 11 e 12°C e precipitação média anual que oscila entre 2.000 e 2.400mm.

A continuidade dos ensaios

Além dos modelos de ensaio em teste pelas Parcelas instaladas, foi realizado, através do envolvimento do Instituto para o Desenvolvimento Agrário da Região Norte (IDARN) e de proprietários florestais privados da Região Alto Minho, o planeamento de ensaio para mais duas parcelas em Portugal, com o objetivo de valorização de biomassa em povoamentos florestais instalados com espécies folhosas ribeirinhas, como choupos e salgueiros, e outros onde as espécies invasoras lenhosas assumiram já a sua ocupação integral.

Parcela de ensaio e demonstração de Estás (Tomiño)



Faixa para madeira em Estás com 15 anos desbastada recentemente, onde se reduziu a densidade inicial de 6.000 para 1.000 árvores por hectare.



Tipo de parcela	Produção mista de biomassa e madeira
Localização	Baldio de Estás, Tomiño, Pontevedra
Espécie	Pinheiro bravo (<i>Pinus pinaster</i>)
Área	5,3 ha

As características físicas do local são:

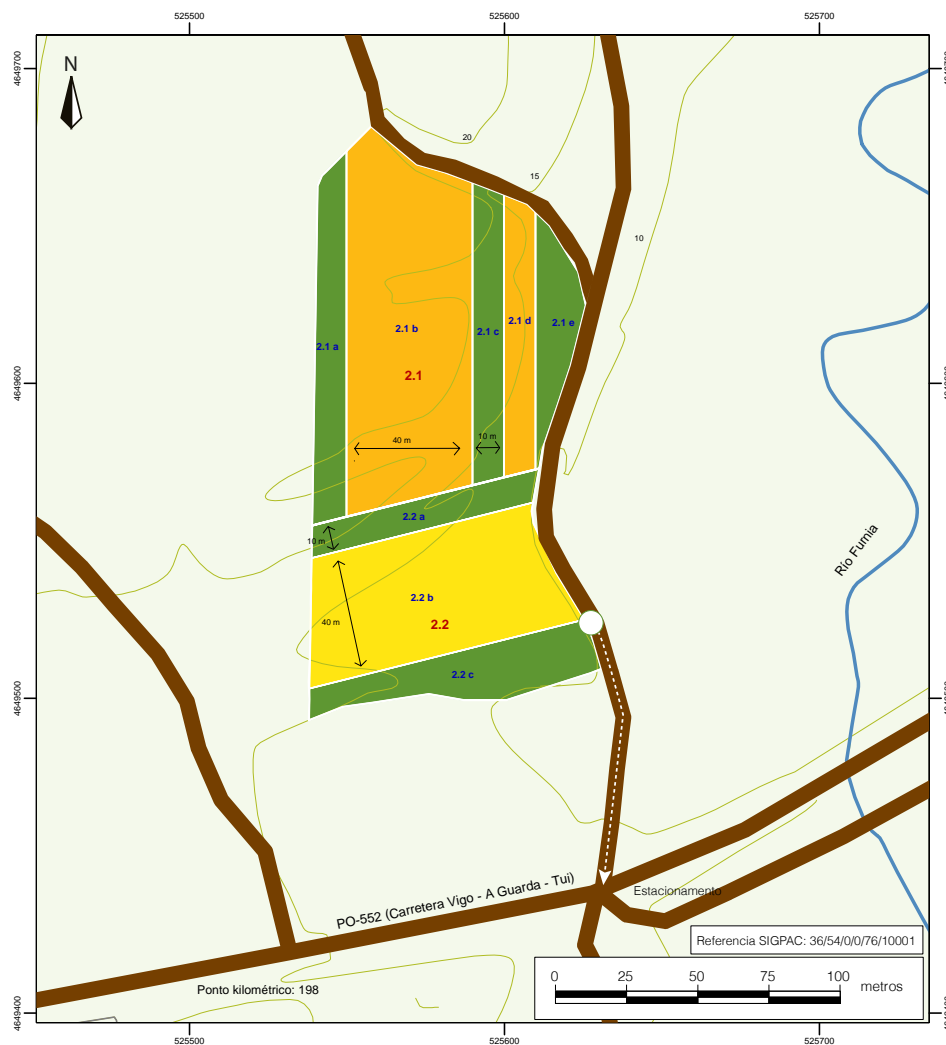
- Altitude: de 25 a 50 m
- Declive: terreno um pouco ondulado, com inclinação entre 10 e 20%
- Classe de solo: depósitos de aluviões
- Profundidade do solo: superior a 50cm

O objetivo do ensaio é analisar as características das faixas e métodos de regeneração mais adequados para a produção mista de biomassa e madeira com pinheiro bravo (*Pinus pinaster*).

Foram projetadas diferentes divisões segundo o sistema de regeneração utilizado (disseminação natural, plantação e sementeira) e a largura das faixas, para os diferentes objetivos: madeira ou biomassa. A preparação do terreno foi executada por subsolagem em linha.

Os ciclos de corte previstos são de 30 anos para a produção de madeira e de 10 anos para a de biomassa.

Parcela de ensaio e demonstração de Amorín (Tomiño)



Exemplo de interpretação do código de ensaio:

2.1 a (2 código da área de ensaio, 2.1 código da parcela, 2.1 a código da sub-parcela ou faixa)

Coordenadas Elipsoide Intern. - Fuso UTM 29N - Datum European 1950



Preparação do terreno antes da instalação da parcela de Amorín.

Legenda

	Curvas de nível
	Caminhos
	Linhas de água
	Entrada das parcelas
Faixas para biomassa	
	Plantação de junho de 2013 Densidade 833 árvores/ha
	Plantação de junho de 2013 Densidade 1666 árvores/ha
Faixas para madeira	
	Plantação de junho de 2013 Densidade 833 árvores/ha

Tipo de parcela Produção mista de biomassa e madeira

Localização Baldio de Amorín, Tomiño, Pontevedra

Espécie Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*)

Área 1,3 ha

O objetivo do ensaio é analisar as características das faixas e métodos de regeneração mais adequados para a produção mista de biomassa e madeira com pinheiro bravo (*Pinus pinaster*).

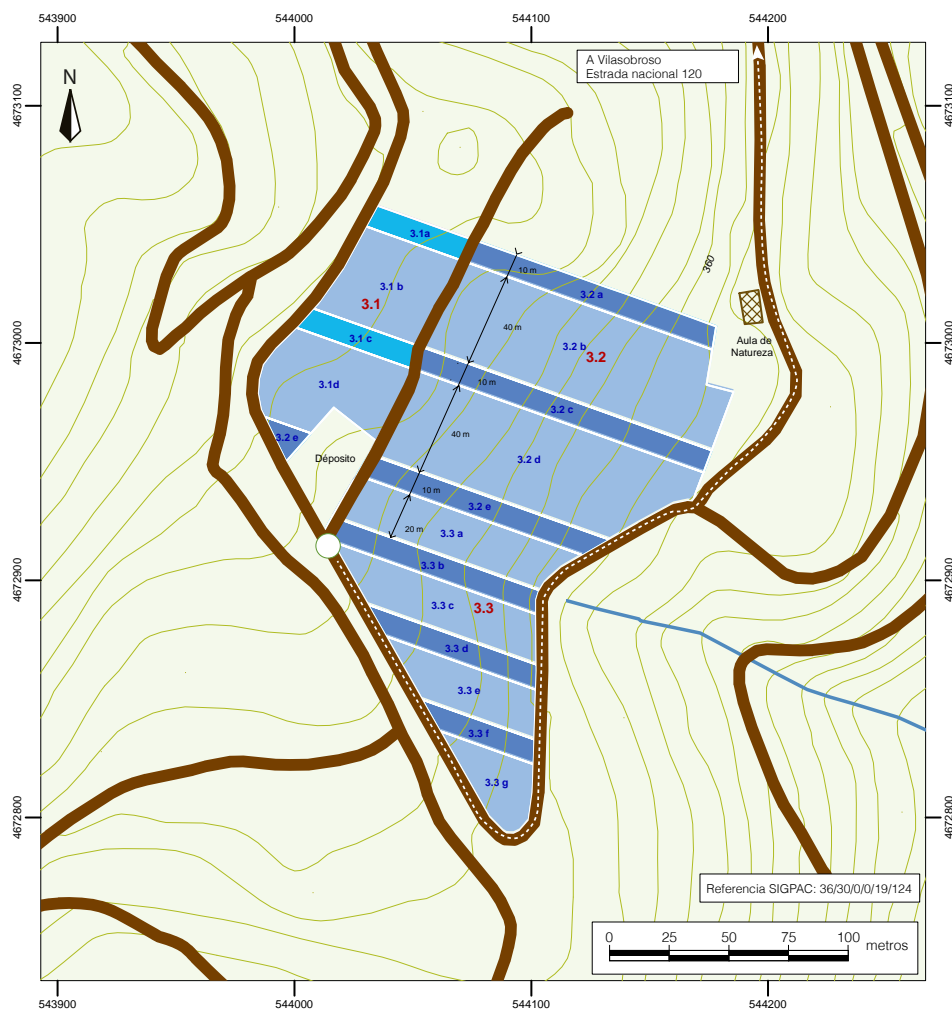
É um repovoamento por abertura mecânica de covas, em que se fez divisões em parcelas segundo a densidade de plantação e largura da faixa para os diferentes objetivos: madeira ou biomassa. Também é testado o efeito da alteração de orientação nas faixas.

Os ciclos de corte previstos são de 30 anos para a produção de madeira e 10 anos para a de biomassa.

As características físicas do local são:

- Exposição: todas, com predomínio de este.
- Altitude: de 10 a 23m
- Declive: terreno ondulado, muito irregular, com predomínio de inclinação inferior a 20%
- Classe de solo: depósitos de aluviões alterados por escavações
- Profundidade do solo: superior a 30cm

Parcela de ensaio e demonstração de Vilasobroso (Mondariz)



Exemplo de interpretação do código do ensaio:
3.1 a (3 código da área de ensaio, 3.1 código da parcela, 3.1 a código da sub-parcela ou faixa)

Coordenadas Elipsóide Intern. - Fuso UTM 29N - Datum European 1950



Cortes antes de da instalação da parcela de Vilasobroso.



Tipo de parcela	Produção mista de biomassa e madeira
Localização	Baldio de Vilasobroso, Mondariz, Pontevedra
Espécie	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i> e <i>Eucalyptus nitens</i>)
Área	2,6 ha

O objetivo do ensaio é analisar as características das faixas mais adequadas para a produção mista de biomassa e madeira com eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

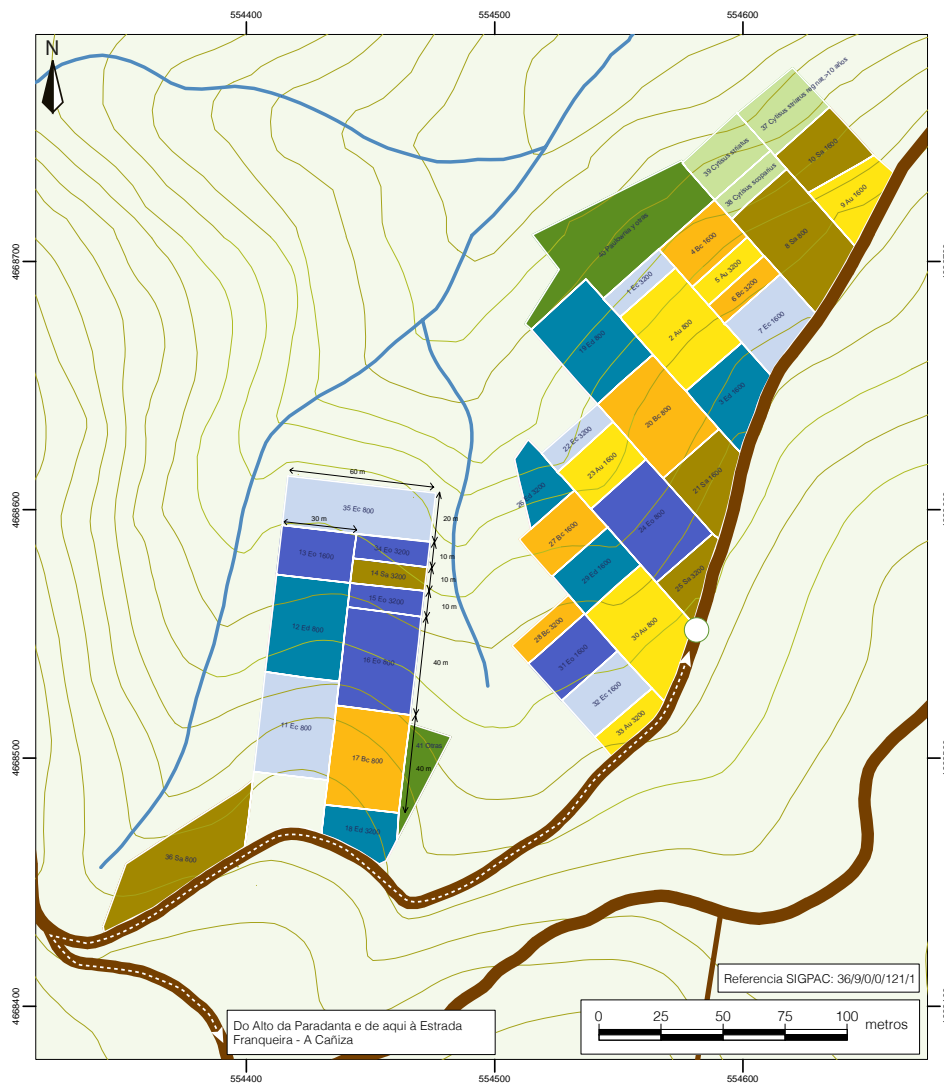
É uma regeneração natural de eucalipto por rebentação de toça dividido em parcelas segundo a largura da faixa para os diferentes objetivos: madeira ou biomassa. Em pequena proporção, substitui-se a rebentação de toça, por plantação com a espécie *Eucalyptus nitens*.

As rotações previstas são de 15 anos para a produção de madeira e 5 anos para a de biomassa.

As características físicas do local são:

- Exposição: este
- Altitude: entre 350 e 395m
- Inclinação: entre 25 e 50%
- Classe de solo: Litólicos húmicos/mediterrânicos pardos sobre granitos
- Profundidade do solo: superior a 40cm mas com abundantes afloramentos rochosos.

Parcela de ensaio e demonstração de Parada de Achas (A Cañiza)



Exemplo de interpretação do código de ensaio:
36 Sa 800 (parcela nº 36, espécie Sa, *Salix atrocinerea*, densidade 800 plantas por hectare)

Coordenadas Elipsóide Intern. - Fuso UTM 29N - Datum European 1950



Trabalhos de plantação de viveiro em Parada de Achas.

Legenda	
	Curvas de nível
	Caminhos
	Linhas de água
	Entradas das parcelas
Espécies testadas:	
	Au, <i>Arbutus unedo</i> , madronheiro
	Bc, <i>Betula celtiberica</i> , videiro
	Sa, <i>Salix atrocinerea</i> , salgueiro
	Paulónia e outras
	Ec, <i>Eucalyptus camaldulensis</i>
	Ed, <i>Eucalyptus dunii</i>
	Eo, <i>Eucalyptus obliqua</i>
	<i>Cytisus striatus</i> y <i>scoparius</i> , giesta

Tipo de parcela	Culturas energéticas florestais
Localização	Baldio de Parada de Achas, A Cañiza, Pontevedra
Área	3,0 ha

O objetivo do ensaio é testar a aptidão das diferentes espécies e as densidades de plantação mais adequadas para a produção de biomassa a partir de culturas energéticas lenhosas. Além disso, pretende-se testar sistemas de regeneração, riscos de instalação (gado, fauna silvestre, seca, etc.), adaptação de espécies à estação, produtividade, caracterização da biomassa e capacidade de rebentação.

Plantaram-se diferentes espécies para a produção de biomassa em projeto experimental: três eucaliptos, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus dunii*, *Eucalyptus obliqua*, medronheiro (*Arbutus unedo*), videiro (*Betula celtiberica*) e salgueiro (*Salix atrocinerea*).

Também se instalou parcela de demonstração com *Cytisus striatus*,

Cytisus scoparius (giesta), *Paulownia elongata* x *P. fortunei* (COT2) e uma pequena amostra com outras espécies.

Nesta parcela pretende-se estudar a produção em função da espécie e da densidade de instalação, pelo que se estabeleceram três densidades de plantação, 800, 1.600 e 3.200 plantas por hectare, com a finalidade de avaliar a espécie e densidade mais produtiva, a capacidade de rebentação, o ciclo ótimo e o número de rotações.

As características físicas do local são:

- Exposição: noroeste.
- Altitude: 750 a 815m
- Inclinação: de 15 a 35%
- Profundidade do solo: superior a 30cm
- Classe de solo: Litólicos húmicos/mediterrânicos pardos sobre granitos

Parcela de ensaio e demonstração de Riba de Mouro (Monção)

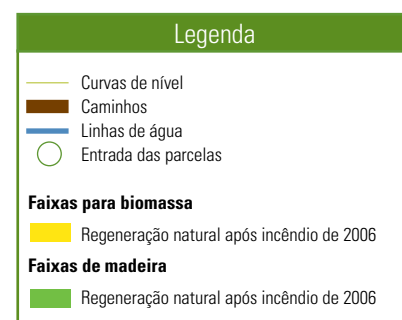


Exemplo de interpretação do código do ensaio:
5.1 a (5 código da área de ensaio, 5.1 código da parcela, 5.1 a código da sub-parcela ou faixa)

Coordenadas Elipsoide Intern. - Fuso UTM 29N - Datum European 1950



Estado original da parcela de Riba de Mouro.



Tipo de parcela	Produção mista de biomassa e madeira
Localização	Baldio de Riba de Mouro, freguesia de Riba de Mouro, Monção, distrito de Viana do Castelo
Espécie	Pinheiro bravo (<i>Pinus pinaster</i>)
Área	3,9 ha

O objetivo do ensaio é analisar as características das faixas mais adequadas para a produção mista de biomassa e madeira com pinheiro bravo (*Pinus pinaster*).

Parte-se da regeneração natural de seis anos, sem intervenções anteriores, onde se fez divisões segundo a largura da faixa e

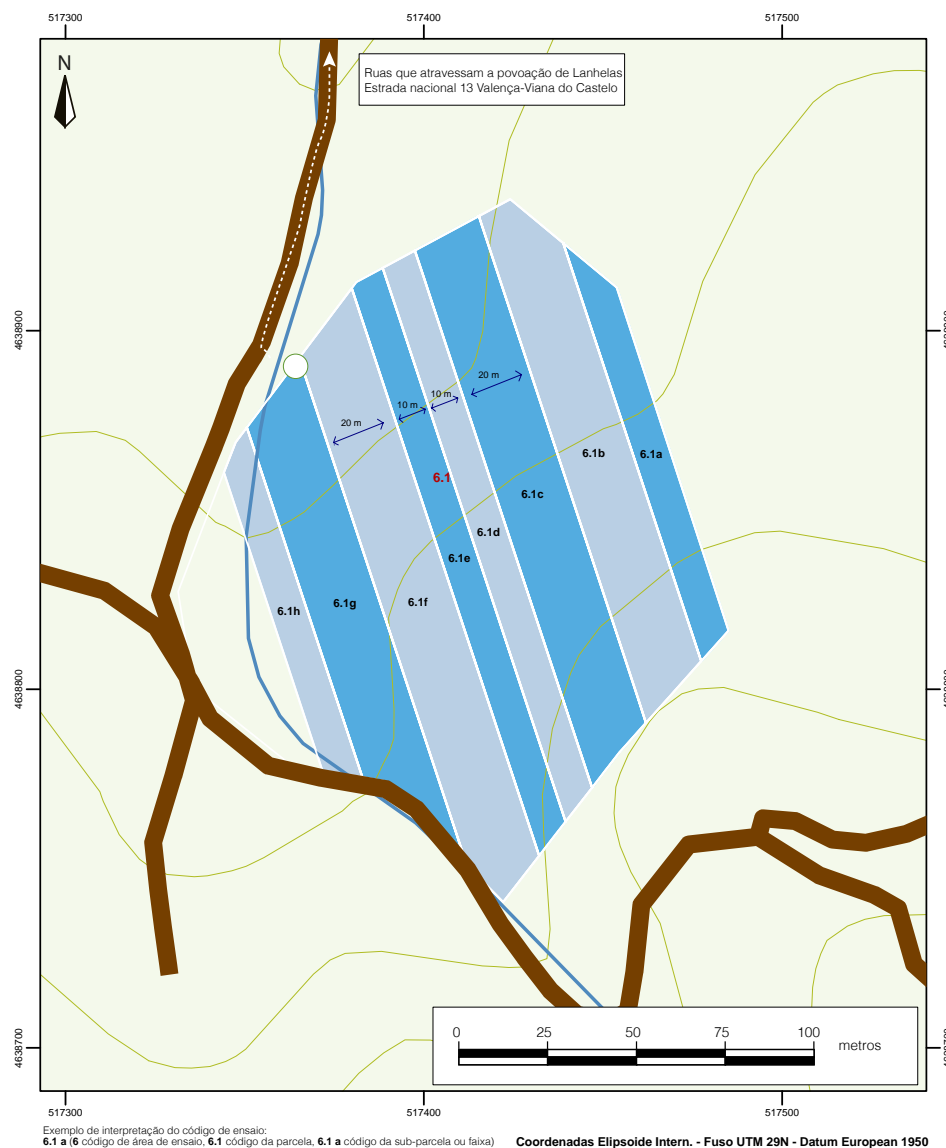
densidade de árvores para os diferentes objetivos: madeira ou biomassa.

Os ciclos de corte previstos são de 30 anos para a produção de madeira e 10 anos para a de biomassa.

As características físicas do local são:

- Exposição: principalmente nordeste e um pouco a sudoeste
- Altitude: entre 420 a 465 m
- Inclinação: entre 15 e 45%
- Classe de solo: Litólicos húmicos
- Profundidade do solo: superior a 40cm

Parcela de ensaio e demonstração de Lanhelas (Caminha)



Estado original da parcela de Lanhelas.

Legenda	
	Curvas de nível
	Caminhos
	Linhas de água
	Entrada das parcelas
Faixas para biomassa	
	Regeneração natural após incêndio de 2007 e corte em 2010. Regeneração natural do eucalipto com 6 anos e rebentação de toíça (varas) com 3 anos
Faixas para madeira	
	Regeneração natural após incêndio de 2007 e corte em 2010. Regeneração natural do eucalipto com 6 anos e rebentação de toíça (varas) com 3 anos Densidade de 600 árvores/ha

Tipo de parcela	Produção mista de biomassa e madeira
Localização	Baldio de Lanhelas, freguesia de Lanhelas, Caminha, distrito de Viana do Castelo
Espécie	Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)
Área	1,7 ha

O objetivo do ensaio é analisar as características das faixas mais adequadas para a produção mista de biomassa e madeira com Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

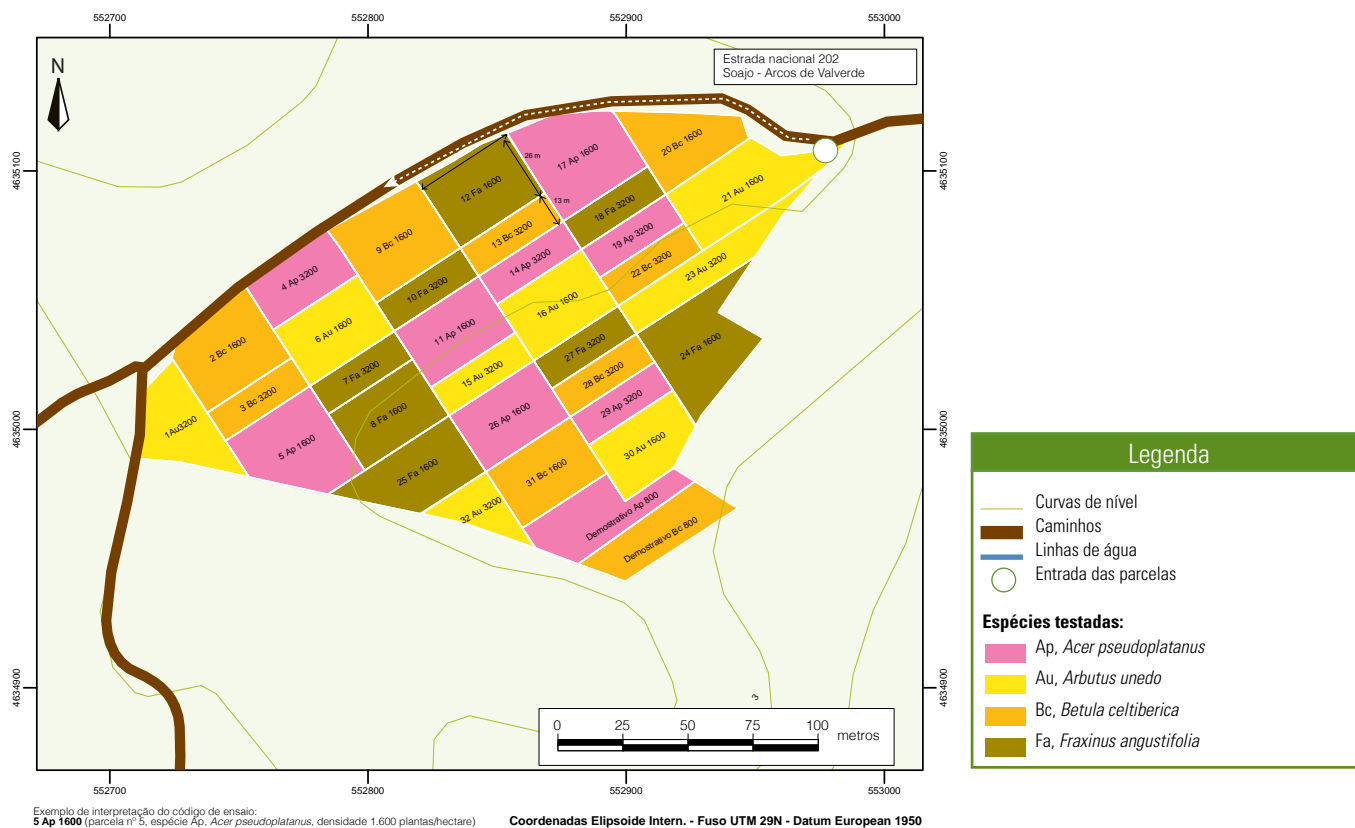
É uma regeneração natural de eucalipto, após um incêndio que ocorreu em 2007, de via seminal com 6 anos de idade e rebentação de toíça (varas) com 3 anos após realização de corte em 2010. Para o ensaio fizeram-se divisões segundo a largura da faixa para os diferentes destinos: madeira ou biomassa. Nas faixas de madeira a densidade foi reduzida a 600 árvores por hectare.

Os ciclos de corte previstos são de 12 anos para a produção de madeira e 4-6 anos para a de biomassa.

As características físicas do local são:

- Exposição: nordeste
- Altitude: entre 105 e 140m
- Inclinação: entre 20 e 40%
- Classe de solo: Litólicos húmicos
- Profundidade do solo: entre 20 e 40cm

Parcela de ensaio e demonstração de Vale (Arcos de Valdevez)



Tipo de parcela	Culturas energéticas florestais
Localização	Freguesia de Vale, Arcos de Valdevez, distrito de Viana do Castelo
Área	2,9 ha

O objetivo do ensaio é testar a aptidão das diferentes espécies e as densidades de plantação mais adequadas para a produção de biomassa a partir de culturas energéticas lenhosas. Além disso, pretende-se testar sistemas de regeneração, riscos de instalação (gado, fauna silvestre, seca, etc.), adaptação de espécies à estação, produtividade, caracterização da biomassa e capacidade de rebentação.

Plantaram-se quatro espécies para a produção de biomassa em projeto experimental: acer (*Acer pseudoplatanus*), medronheiro (*Arbutus unedo*), vidoeiro (*Betula celtiberica*) e freixo (*Fraxinus angustifolia*).

Nesta parcela pretende-se estudar a produção em função da espécie e da densidade de instalação, pelo que se estabeleceram duas densidades de plantação, 1.600 e 3.200 plantas por hectare, com a finalidade de avaliar a espécie e densidade mais produtiva, a capacidade de rebentação, o ciclo ótimo e o número de rotações.

As características físicas do local são:

- Exposição: sudeste
- Altitude: 375 a 400m
- Inclinação: de 10 a 30%
- Classe de solo: Litólicos húmicos
- Profundidade do solo: superior a 40cm

A formação no Silvaplus



Participantes no Workshop para responsáveis e colaboradores de municípios e outros potenciais empreendedores, realizado em Ponte de Lima a 15 de novembro de 2013

A formação e qualificação dos agentes, enquanto instrumento de atualização ou aquisição de conhecimento, é fundamental para o desenvolvimento adequado de uma atividade. Neste sentido, o projeto Silvaplus deu especial relevo à formação dos agentes envolvidos no aproveitamento da biomassa florestal para fins energéticos e à dos agentes ligados à utilização de biomassa para a produção de calor para fins domésticos, industriais ou redes de calor mais abrangentes, numa lógica de produção e consumo local. A formação foi complementada com outras ações de comunicação e divulgação.

No âmbito do projeto Silvaplus realizou-se um total de nove ações de formação e divulgação. As ações de formação realizaram-se em diferentes locais do norte de Portugal e da Galiza, as quais foram dirigidas a diferentes grupos-alvo interessados na utilização da biomassa florestal para fins energéticos.

Na reunião de Rede de Cooperação Silvaplus que se realizou em Ribadetea-Ponteareas em maio de 2012, os diferentes agentes participantes identificaram os diferentes grupos-alvo a que se dirigiram os cursos e atividades de divulgação e definiram-se os temas básicos dos programas formativos. A partir destes critérios base, as equipas de especialistas elaboraram os conteúdos programáticos para cada grupo-alvo e organizaram as atividades em colaboração com as diferentes organizações profissionais interessadas.

O programa de formação na Galiza

Dentro da atividade de formação na Galiza organizaram-se seis cursos específicos, dirigidos aos seguintes grupos-alvo: proprietários florestais e representantes de comunidades de baldios; técnicos e instaladores de equipamentos de aquecimento e água quente; engenheiros industriais; técnicos e representantes da administração local e público em geral.

Os cursos celebraram-se nos meses de novembro de 2012 e maio de 2013, onde participou um total de 306 pessoas. Como formadores participaram especialistas e profissionais vinculados às seguintes entidades e organizações:

- Associação Provincial Autónoma de instaladores de canalização, aquecimento, gás, climatização, manutenção, eletricidade e afins de Pontevedra (FONCALOR)
- Associação Florestal da Galiza
- Colégio Oficial de Engenheiros Industriais da Galiza
- Instituto Energético da Galiza (INEGA)
- Universidade de Vigo

Conteúdos dos cursos na Galiza

Os cursos tiveram uma duração entre três e quatro horas e uma estrutura de módulos cujo conteúdo se adaptou ao perfil profissional



Participantes no curso de formação celebrado em Tomiño a 17 de novembro de 2012, dirigido ao público em geral.

Ações de formação desenvolvidas na Galiza

Cursos	Público	Data	Local	Nº de participantes
As possibilidades energéticas da biomassa florestal em casas e edifícios	Geral	17-11-2012	Tomiño	200
As possibilidades energéticas da biomassa florestal	Vereadores, técnicos E empregados dos municípios	3-04-2013	Ponteareas	22
As possibilidades energéticas da biomassa florestal	Proprietários e gestores florestais	5-04-2013	Ponteareas	32
As possibilidades energéticas da biomassa florestal	Proprietários e gestores florestais	12-04-2013	Tomiño	24
As possibilidades energéticas da biomassa florestal	Engenheiros Industriais	11 e 18-04-2013	Santiago de Compostela	12
As possibilidades energéticas da biomassa florestal	Técnicos e instaladores de caldeiras	15 e 16-05-2013	Vigo	16

dos diferentes grupos-alvo. Os conteúdos dos cursos encontram-se disponíveis em CDs e também na página Web do projeto Silvaplus.

Na Galiza foram dados cursos de seis módulos com os seguintes conteúdos:

A floresta e a biomassa florestal. Abordou a origem e as características da biomassa florestal (tanto da primária como da secundária), a proveniência e disponibilidade de biomassa florestal primária nas florestas galegas e o processo do seu aproveitamento. Também foram abordados aspetos relacionados com o emprego induzido e as técnicas e custos associados ao aproveitamento da biomassa.

Caraterísticas dos biocombustíveis florestais. Neste módulo abordaram-se as características físico-químicas e ambientais da biomassa florestal. Foi também dada orientação sobre os preços dos diferentes biocombustíveis e a sua comparação com outros combustíveis.

Arquitectura bioclimática e eficiência energética. Nesta área apresentaram-se os diferentes componentes de uma arquitetura deste tipo: meio envolvente, gestão de resíduos, acessibilidade, mobilidade, transporte, eficiência energética e manutenção.



Assistência do curso formativo celebrado em Tomiño no 12 de abril de 2013, dirigido a proprietários florestais e representantes de baldios.



Participantes do curso dirigido a técnicos e instaladores de caldeiras, realizado em Vigo a 15 e 16 de maio de 2013.



Curso de formação em Pontearreas a 5 de abril de 2013, dirigido a proprietários florestais e representantes de comunidades de baldios.

Características das instalações energéticas alimentadas a biomassa. Este módulo explicou as tipologias dos equipamentos energéticos, a normativa de instalação de caldeiras e os requisitos básicos de projeto – dimensionamento e potência. Abordou ainda informação sobre os custos das instalações, os benefícios ambientais e a poupança energética.

Logística e manutenção em instalações a biomassa. Neste módulo analisaram-se as possibilidades de silos e depósitos de armazenamento de biomassa, a logística do abastecimento e a manutenção dos equipamentos.

O programa de formação em Portugal

Em Portugal, numa primeira fase, percecionando as diferentes sensibilidades e necessidades dos agentes envolvidos na rede de cooperação, foram identificados os grupos – alvo prioritários, definidos os diferentes objetivos para cada uma das ações delineadas e desenvolvidos os respetivos conteúdos programáticos.

Para além dos diferentes objetivos identificados para cada grupo-alvo, existia ainda o objetivo comum de transmitir noções gerais sobre biomassa florestal, por forma a aprofundar o conhecimento dos participantes e desmitificar alguns falsos mitos sobre a biomassa.

A prioridade atribuída aos grupos deve-se ao papel preponderante que estes assumem na cadeia de valor da biomassa, quer seja na produção e processamento, na conceção e implementação de soluções técnicas de consumo, ou na promoção e dinamização da própria cadeia de valor.

Objetivos das ações de formação planificadas em Portugal

Público	Objetivos
Proprietários e gestores florestais	Apresentar novos modelos de gestão florestal que potenciem a produção de biomassa florestal.
Técnicos florestais das organizações florestais e outras entidades locais	Capacitar os participantes com ferramentas que permitam estimular e desenvolver soluções adequadas de apoio aos proprietários e gestores florestais no aproveitamento da biomassa florestal.
Potenciais dinamizadores e empreendedores no âmbito da utilização de biomassa florestal	Informar sobre os principais benefícios do aproveitamento da biomassa para fins energéticos ao nível regional/local e apresentar soluções ajustadas a diferentes escalas de implementação e diferentes necessidades.
Prestadores de serviços florestais	Dar a conhecer o mercado e a cadeia de valor associada à biomassa. Apresentar soluções técnicas e boas práticas florestais para a correta exploração e aproveitamento da biomassa para fins energéticos.
Engenheiros civis e arquitetos	Apontar soluções técnicas de aquecimento e utilização de calor a biomassa, para diferentes utilizações e edifícios e escalas da adaptação, planeamento e conceção de edifícios, de acordo com diferentes escalas de aproveitamento.

Ações de formação desenvolvidas em Portugal

Cursos	Público	Data	Local	Nº de participantes
Valorização da biomassa florestal enquanto fonte de energia	Proprietários e gestores florestais	2013	Valença	26
Dinamização do aproveitamento e valorização da biomassa florestal para fins energéticos	Técnicos	2013	Vila Real	18
Workshop - Aproveitamento da biomassa florestal: Potencialidades e oportunidades de desenvolvimento local	Responsáveis e colaboradores de Câmaras Municipais e outros potenciais empreendedores	2013	Ponte de Lima	18



Participantes na ação de formação dirigida a proprietários e gestores florestais, realizada em Valença em 10 de maio de 2013.

Ações realizadas

A Forestis, conjuntamente com a AREA Alto Minho e com a colaboração das Associações Florestais do Vale do Minho e do Lima, dinamizou ações de formação e workshops dirigidos a proprietários, prestadores de serviço, empreendedores e técnicos de municípios. Os conteúdos das ações variaram consoante o público-alvo a que se destinavam e segundo os objetivos propostos, sendo comuns a todas as ações temas como: tipos, proveniências e características da biomassa florestal; o mercado da biomassa – ponto de situação atual e perspetivas futuras; e, por fim, mas não menos importante, a importância do aproveitamento da biomassa florestal na prevenção dos incêndios florestais.

1ª Mostra de biomassa florestal



Expositor com diferentes tipos de biomassa florestal

Entre as atividades relevantes de âmbito local do projeto Silvaplus, é preciso destacar a realização de trabalhos para dinamizar o mercado da biomassa florestal. Dentro destes, decorreu a organização da 1ª Mostra de Biomassa Florestal, organizada pelo Município de Tomiño, que pretendeu divulgar e fomentar o aproveitamento e utilização energética da biomassa entre a população, entidades gestoras florestais, empresas e instituições interessadas da região transfronteiriça.

Os principais objetivos desta 1ª Mostra foram:

- Dar a conhecer os biocombustíveis florestais existentes na região transfronteiriça e a sua relação com o melhoramento florestal;
- Informar sobre a poupança energética e a criação de emprego que a utilização deste tipo de biocombustíveis induz;
- Promover a instalação de caldeiras que usem biomassa florestal;
- Dar visibilidade aos agentes envolvidos no setor da biomassa à escala local, do sul da Galiza e norte de Portugal.

Organização

O Município de Tomiño, parceiro do projeto Silvaplus, foi o responsável pela organização e coordenação da 1ª Mostra de Biomassa Florestal, contando com o apoio da equipa técnica da Associação Florestal da Galiza. Também colaboraram as comunidades de baldios do concelho de Tomiño e a Comunidade de Produtores de Biomassa Florestal ENERXIL.

A Mostra realizou-se nos dias 17 e 18 de novembro de 2012. Elegeu-se o fim-de-semana para favorecer a participação do público em geral e o mês de novembro por ser o mais idóneo para despertar o interesse por novos sistemas de aquecimento, uma vez que coincide com o início do inverno.

A Mostra foi realizada no pavilhão pertencente ao Município de Tomiño situado no lugar de Goián. Durante os 2 dias de realização, desenvolveram-se as seguintes atividades:

- Exposição de caldeiras, equipamentos, biocombustíveis e serviços associados, dentro do recinto fechado;
- Demonstrações ao ar livre de trituração de troncos para a obtenção de estilha;
- Comunicação e difusão.

Paralelamente, no sábado 17 de novembro, celebrou-se uma jornada formativa e de divulgação, no auditório Goián, contíguo ao pavilhão onde se realizou a Mostra.

Expositores

Os 17 expositores participantes representavam uma ampla amostra da cadeia profissional da biomassa florestal:

- Organizações de produtores florestais;
- Serviços técnicos florestais;
- Entidades locais;
- Fornecedores de *pellets*



Demonstração de estilhaçamento de biomassa.



Público assistente da 1ª Mostra de biomassa florestal.

- Exploração florestal e operadores de biomassa;
- Comerciantes e instaladores de caldeiras;
- Viveiros de plantas florestais e comerciantes de maquinaria florestal.

Para além dos *stands*, dentro do pavilhão ainda se pôde ver uma estilhaçadora móvel autónoma de 70CV e uma caldeira de pellets em funcionamento. No exterior do recinto de exposição dispôs-se equipamento de destroçamento de troncos com trator, destroçadora de 500CV e contentores, que realizaram várias demonstrações de estilhaçamento para o público assistente, durante o decorrer da Mostra. Também no exterior, esteve em exposição um camião cisterna de 11t para abastecimento de *pellets*.

Público assistente e proveniência

A Mostra foi inaugurada pela Presidente do Município de Tomiño, Sandra González Álvarez, e o Presidente da Associação Florestal



Inauguração da Mostra pela presidente do município de Tomiño e o presidente da Associação Florestal da Galiza.

da Galiza, Francisco Fernández de Ana Magán. Ao ato assistiram presidentes e vereadores de vários municípios da região (O Rosal, Salceda de Caselas, Pontearreas), representantes da Universidade de Vigo, funcionários do Distrito Florestal XVIII da Junta da Galiza e pessoal técnico de várias entidades locais, para além de expositores e público em geral.

Nos dias em que a Mostra esteve aberta e ocorreram demonstrações de máquinas no exterior, estima-se que a assistência da exposição no pavilhão tenha superado as 1.500 pessoas.

Durante o sábado predominaram as visitas de profissionais e pessoas ligadas ao setor florestal, sendo notável o número de instaladores de canalização e caldeiras que passaram pela Mostra. Durante o domingo, a visita aos stands foi sobretudo de famílias e particulares vindos da região luso-galega do Baixo Minho, interessados nas soluções de aquecimento a biomassa.

Promoção e comunicação em Portugal



Presença na Expoflorestal 2013.

Neste ponto relevamos as ações de comunicação e promoção em certas regiões importantes para a divulgação do projeto e dos seus objetivos, para o estabelecimento de contactos com o tecido empresarial ligados ao aproveitamento e valorização da biomassa florestal e para a dinamização da Rede de Cooperação.

Este projeto, que tem como área de atuação norte de Portugal e sul da Galiza, extravasou estas regiões devido ao elevado interesse que demonstrou ter para todo o país.

Levamos o Silvaplus e as suas mensagens a feiras profissionais, como a Bioenergia Portugal, em Portalegre, à Expoflorestal 2013, em Albergaria-a-Velha, e a feiras agroflorestais de elevada adesão, como a Feira AGRO 2013, em Braga, e a Feira Nacional de Agricultura de Santarém.

Na Bioenergia Portugal a Forestis foi parceira na iniciativa, não nos limitando a participar com um *stand*, onde esclarecemos os visitantes sobre o aproveitamento da biomassa florestal, mas fazendo uma intervenção na mesa redonda “*Negócios em Bioenergia: oportunidades para Portugal*”. Foi também possível estabelecermos contactos com outras entidades participantes, o que resultou no aumento do número de entidades da rede de cooperação e na possibilidade de participação em outras atividades conjuntas, potenciando novas oportunidades para os proprietários florestais de poderem valorizar o seu produto.

Na Feira Nacional de Agricultura de Santarém, reunimos com um conjunto alargado de entidades. Para além das empresas de equipamentos, foi possível entrar em contacto com potenciais utilizadores, nomeadamente da indústria agroalimentar, como são o caso de produtores de flores, hortícolas, que necessitam de energia para o aquecimento das estufas ou, por exemplo, as empresas de aviários que necessitam de produzir calor para a produção das aves.

A Forestis participou ainda em mais duas feiras: a AGRO 2013, principal feira de agricultura no norte e na Expoflorestal 2013, feira especificamente relacionada com o setor florestal, onde reuniu com proprietários florestais e agentes da fileira florestal, tais como associações de proprietários florestais, empresas de prestação de serviços, de consultoria técnica, de venda de equipamentos, organizações representativas dos vários interesses do setor, organizações ambientais, indústrias, entidades públicas, entre outras.

A maioria das pessoas que visitaram o stand entre outras questões, procuraram obter informações especificamente sobre o aproveitamento da biomassa para energia e mostraram interesse nas ações do projeto Silvaplus.

Pelos resultados obtidos pela presença nestes eventos, tendo em conta o elevado número de pessoas interessadas na temática da



Presença na Bioenergia Portugal 2013.



Presença na Feira de Agricultura de Santarém 2013.

biomassa florestal, a Forestis continuará a desenvolver atividades neste âmbito para além do projeto que agora termina.

Seminário final do projeto

Em 05 de Dezembro de 2013 realiza-se a o Seminário “*Necessidades Energéticas Locais e Recursos da Floresta - A biomassa na política energética local*”.

Com este evento pretende-se divulgar os resultados do Silvaplus e promover a reflexão sobre a integração da **biomassa florestal** como **fonte primária de energia renovável** nas políticas e estratégias municipais de eficiência energética, tendo em conta que é um **recurso competitivo e abundante nas regiões do Alto Minho e Sul da Galiza** e que a sua utilização sistemática e sustentável traz vantagens na **valorização dos espaços florestais**, na **diminuição do risco de incêndio** e na **criação de empregos**.

Neste âmbito, o Seminário aborda três temas importantes para a definição de estratégias locais para a energia:

- Biomassa florestal: fonte de energia local
- Como impulsionar o mercado de calor- soluções técnicas e políticas
- Soluções para a produção de biomassa florestal – gestão florestal e culturas energéticas

Os destinatários do Seminário são todos os que se interessam pela área da eficiência energética, ambiente ou floresta, pois são estes os tópicos que integrados suportam as propostas para soluções energéticas locais e regionais que o Silvaplus recomenda em resultado do trabalho efetuado pela parceria do projeto, com a colaboração de Universidades, Empresas e Municípios.



Imagem do Seminário Silvaplus.

Neste evento intervêm um conjunto de entidades, personalidades e decisores políticos com grande capacidade de influenciar as medidas da política energética e da política florestal, pelo que, sendo um Seminário que assinala a chegada ao fim do Projeto Silvaplus é também um ponto de partida para a construção de uma Estratégia Regional de Energia baseada nos recursos endógenos e em que a biomassa florestal tenha um lugar.

Participação em feiras e eventos

Evento	Nº de visitantes do stand	Nº de pessoas com interesse no Silvaplus	%
Agro2013	155	50	32
Expoflorestal	109	39	36
Bioenergia Portugal	62	57	92
Feira nacional de agricultura	189	173	92
TOTAL	515	319	62

Biomassa florestal, recurso de proximidade



Edifício com aquecimento a biomassa florestal.

Ao longo da história da humanidade, a biomassa, nomeadamente a proveniente das atividades agroflorestais, foi sempre a principal fonte de energia para aquecimento, principalmente numa lógica de utilização em pequena escala para responder às necessidades familiares.

Outras fontes de energia, como seja o petróleo, os recursos hídricos e o gás, foram entretanto utilizadas para dar resposta às necessidades de consumo da sociedade atual.

Em Portugal e Espanha, num período mais recente, a biomassa florestal enquanto fonte de energia passou a ter uma outra dimensão e significado, assente em modelos de utilização em grande escala, quase exclusivamente para a produção de energia elétrica, através da construção de unidades de transformação de elevadas capacidades. Deixou-se assim, para segundo plano a sua utilização em pequena escala para produção de energia térmica, para aquecimento das habitações ou para o aquecimento de águas sanitárias. Outros países, nomeadamente do norte e centro da Europa, com potencial florestal semelhante a Portugal, fruto da necessidade de aquecimento e de uma estratégia local sustentável de aproveitamento e gestão dos recursos nacionais, continuaram a desenvolver soluções baseadas nos recursos florestais, apostando nas mais modernas tecnologias.

Ao contrário do que se tem verificado noutros países, e estando perante regiões com uma disponibilidade elevada de recursos florestais, não se está a aproveitar devidamente todo o potencial de crescimento e competitividade económica que a subfileira da

biomassa florestal pode gerar a nível local, e cujos reflexos deverão contribuir eficazmente para uma maior gestão florestal, fixação de população e diminuição do risco de incêndio.

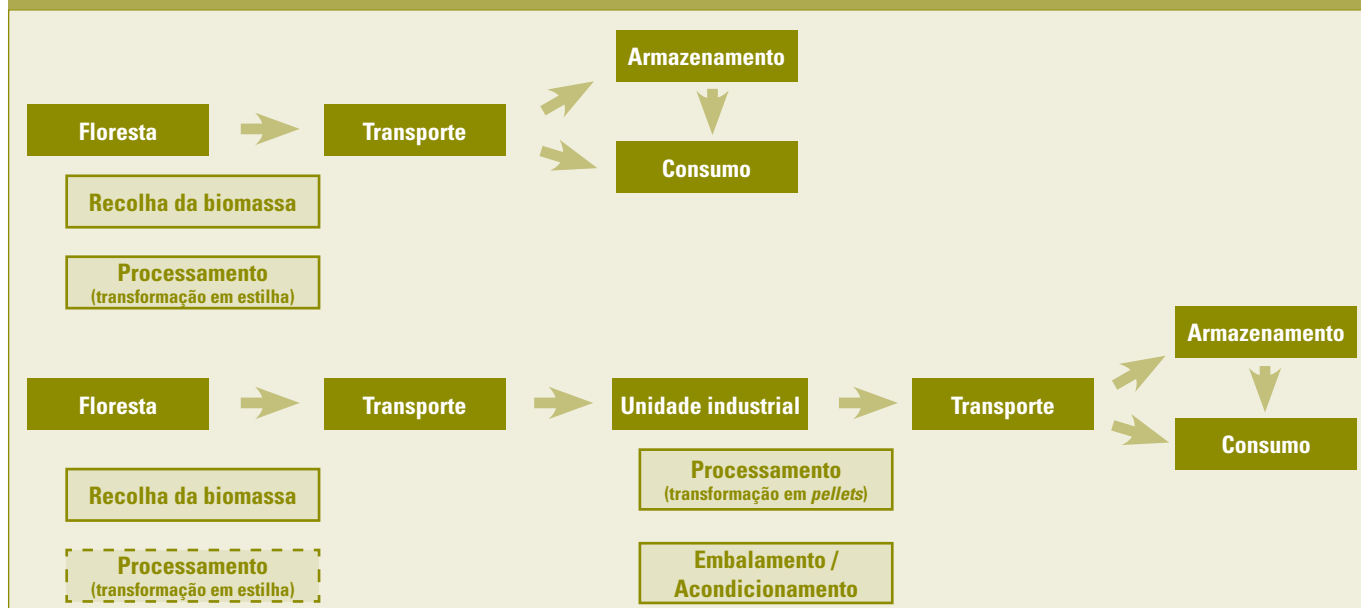
De facto, nas regiões que apresentam como principal tipo de ocupação os espaços florestais, como são o caso do Alto Minho e da Galiza, associados a um risco estrutural de incêndio elevado, permanecem grandes volumes de biomassa residual sem viabilidade de exploração (por falta de oportunidades de valorização) que colocam em risco valores ambientais, sociais e económicos proporcionados pela floresta.

Como referência, por cada hectare de mato que arde, perdem-se entre 11MWh e 54MWh, energia suficiente para responder às necessidades de aquecimento anual de cerca de 80 habitações (em média, o consumo por ano de energia para aquecimento por habitação é de 668KWh)¹.

Uma abordagem que privilegie a utilização da biomassa florestal e que contemple o menor número de intervenções ao longo da cadeia de valor, através do uso da estilha em pequena e média escala, poderá beneficiar os produtores florestais e os consumidores, uma vez que permite:

¹ Lousada; J., et al. Avaliação das propriedades termoquímicas de várias madeiras nacionais, exóticas e matos. UTAD/CITAB. Comunicação oral. Pontevedra, 21 de junho de 2010; Forestis – Associação Florestal de Portugal. Estudo da Sustentabilidade do Recurso Florestal. Concurso para atribuição de capacidade de injeção de potência elétrica na rede do SEP produzida em CTBF; Direcção Geral de Energia e Geologia - <http://www.dgge.pt>

Cadeias de valor associadas à produção de estilha e pellets



- Aumentar a procura da biomassa florestal, potenciando o crescimento socioeconómico e a valorização dos recursos locais;
- Aumentar as receitas dos proprietários florestais pelo aproveitamento de um produto de curta duração, cuja complexidade de transformação é curta e pouco dispendiosa;
- Induzir ao aumento do investimento na gestão e defesa da floresta, diminuindo o risco de incêndio e aumentando a produtividade;
- Incentivar a utilização de combustíveis renováveis e de produção local.

Os diferentes processos de aproveitamento da biomassa apresentam necessidades e complexidades distintas com reflexos no preço final dos produtos. A estilha apresenta uma cadeia de valor associada menos complexa que a produção de pellets, verificando-se aproximadamente um custo por KWh produzido de cerca de metade entre estes dois subprodutos (estilha – 0,02€/KWh; pellets – 0,04€/KWh)².

O desenvolvimento de algumas áreas de trabalho para aprofundar e adequar o conhecimento deve ser considerado prioritário, com o objetivo de incentivar e potenciar as iniciativas públicas e privadas de aproveitamento e utilização da biomassa, através de:

- Modelos de silvicultura que potenciem a produção mista de lenho e biomassa;
- Adequação e modelos de gestão de culturas energéticas florestais;
- Logística e equipamentos de exploração e transformação da biomassa adequados às condições locais;
- Equipamentos de queima e instalações bioenergéticas adaptadas às características dos territórios e dos objetivos de utilização;
- Formação adequada aos diversos agentes que intervêm nos processos (proprietários e gestores florestais, prestadores de serviços, instaladores de equipamentos, promotores e decisores políticos, entre outros);
- Divulgação e informação adequada.



Recolha e transporte de biomassa florestal.

A estratégia a seguir deverá **promover a utilização da estilha** para a produção de energia térmica, **baseada num ciclo de produção-consumo de proximidade**.

Desta forma será possível tornar viável a exploração da biomassa florestal a nível local, estimular a ligação entre o produtor e o utilizador, e dinamizar a indústria nacional de equipamentos de transformação e de queima (caldeiras), no sentido de otimizar as técnicas de queima de acordo com as características da estilha proveniente dos povoamentos florestais da região Galiza – norte de Portugal.

Aproveitar o potencial dos recursos endógenos locais é contribuir para aumentar a riqueza das regiões, estimular a economia local e cooperar na sua valorização. Diminuir os custos energéticos, recorrendo a fontes renováveis, é contribuir para a sustentabilidade das regiões e para um futuro mais sustentável.

Tratando-se de um processo cujos resultados dependem das sinergias que potenciam a correta exploração e utilização dos recursos endógenos locais e, consequentemente, dependem de diversas entidades, cabe às autarquias, Agências Regionais de Energia e Comunidades Intermunicipais um papel de destaque e impulso do desenvolvimento deste modelo de consumo energético, garantindo o bem-estar das populações e o desenvolvimento sustentável dos seus territórios.

² Miriam Estefânia Rodrigues Fernandes Rabaçal. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto superior técnico. "Influência das características do combustível no desempenho energético e ambiental de caldeiras domésticas".

Culturas energéticas lenhosas na região transfronteiriça norte de Portugal-sul da Galiza



O *Eucalyptus globulus* é interessante como cultura energética mesmo em terrenos de baixa qualidade.

A denominação genérica de cultura energética florestal refere-se ao conjunto de atividades que ocorrem nos espaços florestais, com a principal finalidade de produção de biomassa para fins energéticos. Estas culturas podem ser lenhosas, orientadas principalmente para gerar madeira para combustão, ou herbáceas, geralmente destinadas à produção de matéria verde que será submetida a diferentes processos de transformação para extrair algum tipo de biocombustível.

O projeto Silvaplus centrou-se nas culturas energéticas lenhosas e, entre as diferentes alternativas, abordou as mais adequadas para o aproveitamento dos espaços florestais que apresentam um baixo nível de exploração, ou se encontram abandonados, dentro da região transfronteiriça da Galiza e norte de Portugal.

As possibilidades das coníferas

As florestas de coníferas, especialmente de *Pinus pinaster*, são muito frequentes na região transfronteiriça e a sua gestão está muito orientada para a produção de madeira, pelo que a introdução de técnicas de culturas energéticas requer atividades de informação e de divulgação.

A utilização de coníferas para culturas energéticas tem aspetos positivos, entre os quais se podem destacar:

- A madeira é menos densa e para efeito de estilhaçamento reduz muito os gastos em elementos de corte. A sua estilha tem uma forma mais homogénea.
- Oferece uma boa relação parte lenhosa/parte foliar.

- Deterioração rápida dos cepos e restos aproveitáveis.
- O desprendimento da folha acicular (agulha) é muito rápido, e a pré-secagem na floresta permite a sua separação e a melhoria da qualidade da biomassa e reduz significativamente as perdas de fertilidade nos solos florestais.
- A casca é muito mais manejável e de maior rendimento que a dos eucaliptos.
- A composição química é favorável para reduzir os danos por corrosão nas caldeiras.

Como desvantagens pode-se citar:

- A falta de rebentação de toíça em quase todas as espécies.
- Reduzida densidade energética em geral.
- O longo ciclo de produção em relação a outras espécies.

Como espécies de maior interesse para a região transfronteiriça, indiscutivelmente escolhe-se o pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), pelo seu bom crescimento, excelente regeneração por disseminação natural e o estabelecimento tradicional na região. Outras coníferas também podem ser de interesse. Em terrenos com boa profundidade e fertilidade, pode-se empregar a *Sequoia sempervirens*, devido ao seu bom crescimento e capacidade de rebentação de toíça.

A plasticidade e economia dos eucaliptos

Os eucaliptos, geralmente, são as espécies arbóreas de maior produtividade de biomassa, de entre as que habitualmente são usadas na região. Apresentam um crescimento muito rápido, um poder calorífico volumétrico alto, são pouco exigentes em fertilidade e humidade, e as espécies mais produtivas adaptam-se perfeitamente ao clima marítimo e pouco continental que predomina na região. Apresentam-se como as espécies de maior interesse para culturas energéticas nos espaços florestais ou em terras abandonadas de pecuária extensiva, e até as de baixa produtividade de madeira.

Entre as possíveis espécies de eucalipto com mais vocação para culturas energéticas na região, é necessário centrar-se nas que ocupam extensões significativas de território, ou que tenham sido testadas em povoamentos dispersos com bons resultados de produção, adaptação à estação florestal e regeneração. Salienta-se o *Eucalyptus globulus* quando utilizado em zonas litorais e solos de qualidade média ou alta, por ser o mais interessante pelo bom crescimento, maior produção lenhosa e extraordinária rebentação de toíça, que reduz consideravelmente os custos de regeneração da cultura. Um grande obstáculo é a presença de pragas e doenças, em particular o ataque do desfolhador Gorgulho do eucalipto.

Em zonas de montanha, pode indicar-se o *Eucalyptus nitens*, de bom crescimento, aceite pelos produtores florestais e com abundante produção de plantas nos viveiros florestais. Tem o inconveniente de apresentar má rebentação de toíça e exigir regeneração artificial por



Robinia pseudoacacia, com uma excelente regeneração após o corte, pode ser interessante como cultura energética em solos com lençóis freáticos profundos e suficiente arejamento na parte alta do solo. Em Portugal, de acordo com o Anexo I do Dec. Lei 565/1999, de 12 de Dezembro, esta espécie é considerada invasora pelo que não deve ser utilizada.

plantação. Devido ao reduzido tamanho da semente e ao seu elevado custo, não parece viável a substituição do sistema de sementeira pelo de plantação.

Existem outras espécies que, apesar de não ser frequente a sua venda nos viveiros florestais ou cuja produção é escassa, podem ser de interesse para a aplicação em culturas energéticas. O *Eucalyptus obliqua* é mais resistente às geadas que o *E. globulus*, e rebenta bem de toíça. As espécies *viminalis* y *macarthurii*, muito utilizadas na região em décadas passadas devido à sua resistência às geadas, têm uma grande capacidade de regeneração de toíça, que também as torna atrativas para o uso em culturas energéticas. Outra espécie de bom crescimento, boa rebentação de toíça e resistência ao frio é o *Eucalyptus camaldulensis*.

Outras espécies de eucalipto apresentam bons crescimentos mas problemas de regeneração. O *Eucalyptus regnans* regenera com dificuldade de semente e também tem má rebentação de toíça. *Eucalyptus delegatensis* é ideal em zonas de montanha devido à sua resistência ao frio e à geada, contudo, regenera mal de toíça e a semente necessita de um tratamento específico para superar a dormência.

As vantagens das culturas de eucalipto, elegendo a espécie adequada à estação, são os ciclos curtos de rotação, a sua boa adaptação a solos de qualquer qualidade e a sua alta produtividade em matéria lenhosa.

As exigências das folhosas de folha caduca

Existem várias espécies de folhosas de diferentes géneros que podem ser de interesse para culturas energéticas em algumas zonas florestais singulares, em terrenos agrícolas ou de transição agro-florestal e em terrenos das veigas dos cursos inferiores dos grandes rios, com pouco declive e onde esteja assegurado o abastecimento subterrâneo de água na época de seca. No entanto, a maior parte dos terrenos aptos para este tipo de culturas energéticas encontram-se ocupados com culturas agrícolas, por vegetação ripícola de interesse madeireiro e por núcleos urbanos.

As folhosas apresentam uma grande amplitude das diferentes características da biomassa, mas têm em comum a capacidade e velocidade de rebentação. Geralmente são muito mais exigentes na qualidade da estação e na reposição de nutrientes do que os pinheiros e os eucaliptos.

Pode-se fazer uma diferenciação em três grupos:

- Espécies para terrenos com lençóis freáticos profundos e com arejamento suficiente na parte superior do solo, normalmente em terrenos de aluvião com um substrato de depósitos terciários ou quarternários. Entram nesta categoria espécies pertencentes aos géneros *Populus*, *Paulownia*, *Liquidambar*, *Liriodendron*, *Ulmus*, *Platanus*, *Fraxinus*, *Acer*, *Robinia*, etc.; umas com maiores exigências de humidade que outras e com diferentes facilidades de regeneração por rebentação do cepo.
- Espécies para terrenos em que o encharcamento aflora à superfície durante grande parte do ano e não existe uma boa oxigenação do solo nos períodos de crescimento primaveril, normalmente terrenos planos com deficiente escorrência subterrânea. Possibilidade de espécies como: *Salix*, *Alnus* y *Betula*.
- Por último, em terrenos de encostas com certas limitações de humidade durante a época seca, pode-se recorrer a *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica* y *Betula celtiberica*, embora seja de contar com crescimentos bem mais lentos.

Os matos lenhosos

Os matos lenhosos ou arbustos da região transfronteiriça de porte alto e uma proporção alta de material lenhoso, podem ser interessantes como culturas energéticas: giesta, medronheiro, tojo, pereiras bravas, etc.

Em particular, as espécies *Cytisus striatus* y *Cytisus scoparius* são leguminosas arbustivas espontâneas, muito comuns nos espaços florestais da zona, pouco exigentes em fertilidade e em humidade, ainda que requeiram solos soltos e bem arejados. Têm uma grande capacidade de regeneração por disseminação natural. Estas condições tornam-nas atrativas como culturas energéticas, por dispor de um banco de sementes no solo pronto a germinar depois de um aproveitamento e sem custos. Como leguminosas, são fixadoras de azoto no solo.

Estruturas de madeira para parques de biomassa

Entre as ações previstas no projeto Silvaplus, contemplava-se a análise e implementação de sistemas logísticos de apoio à biomassa adaptados aos espaços florestais e às características socioeconómicas envolventes. Dentro destas ações, contemplou-se o desenho de protótipos de parques de recolha de biomassa com estruturas e elementos de construção em madeira local.

Os parques de biomassa, geralmente localizados em áreas florestais e em centros de consumo, devem ser concebidos para regular o abastecimento e para permitir que o arejamento natural da biomassa torne possível oferecer ao mercado biocombustíveis com humidades ajustadas às características dos centros consumidores.

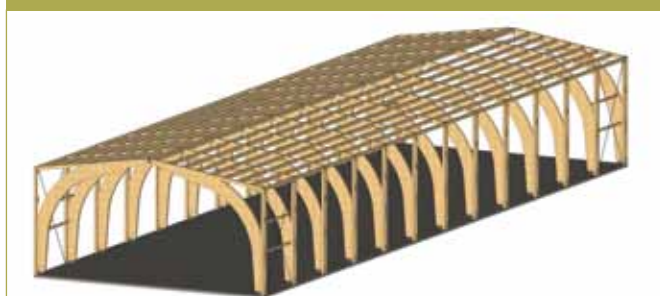
Dentro do projeto Silvaplus desenvolveram-se três estruturas de madeira alternativas, capazes de servir de armazém de biomassa, facilitando a secagem natural do material. Para isso, considerou-se que cada protótipo devia responder a uma produção média, representando um espaço de superfície coberta de 30x40m. Em todas as alternativas utiliza-se madeira de *Pinus pinaster* Ait. spp. Atlântico, por tratar-se de uma espécie autóctone da Galiza e Portugal, com boas propriedades estruturais.

Alternativas de projeto

Projetaram-se três alternativas estruturais em madeira, para a discussão de projeto ideal. A primeira foi uma nave de madeira lamelada convencional. A segunda, uma solução “em persiana”, como alternativa tradicional e a terceira, uma solução modular focada na pré-fabricação e, portanto, de uso mais universal, procurando a otimização técnica e de serviço em qualquer centro de biomassa, independentemente da sua extensão ou tamanho.

Já de uma forma mais concreta, a primeira alternativa (A) consiste numa nave de duas águas formada por pórticos triarticulados. Cada pórtico é formado por duas peças curvas de madeira lamelada colada, unidas através de rótulas e fixadas ao solo com apoios articulados. Nos lados da nave situam-se os pilares que suportam o sistema de cobertura, de modo a manter constante a inclinação das vigas.

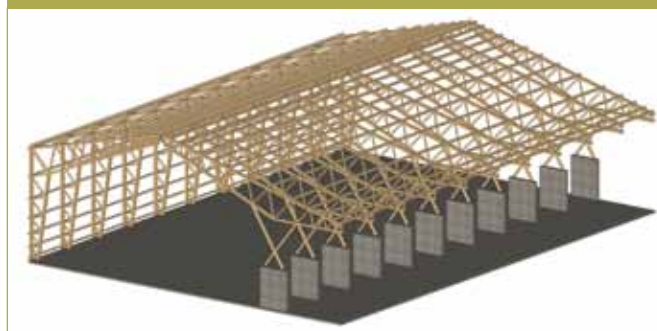
Alternativa A. Desenho geral



Se for necessário ampliar a superfície coberta devido a requisitos de produção, esta disposição de construção permite uma expansão unidirecional, através da incorporação de novos pórticos na direção longitudinal da nave.

A segunda alternativa (B) consiste numa nave formada por um sistema reticular. A estrutura descreve um espaço assimétrico, em que uma das metades é formada por meio pórtico em “persiana”, que começa a partir do solo através de um suporte articulado. A outra metade é solucionada com uma viga de treliça que assenta em dois pilares cruzados de madeira, que por sua vez, assentam numa parede de betão, também com suporte articulado.

Alternativa B. Desenho geral



Esta disposição de construção permite uma expansão unidirecional, na direção longitudinal da nave.

A terceira alternativa (C) consiste numa estrutura de caráter modular. Parte de um módulo inicial composto por um pilar central, do qual surgem 8 semiarcos, dando lugar a uma estrutura em forma de guarda-chuva com cobertura invertida. Os semiarcos funcionam comprimidos e estão presos através de peças que surgem do pilar central. A colocação sucessiva de vários módulos, permite obter a superfície de cobertura exigida.

Alternativa C. Desenho geral





Maqueta do módulo da alternativa C.

Esta construção permite a ampliação da área coberta nas direções longitudinal e transversal da nave e ampliação bidirecional, simplesmente através da incorporação de novos módulos. Uma vez analisadas todas as alternativas com o mesmo nível de detalhe e calculado o orçamento estimado da montagem das suas estruturas, é possível compará-las objetivamente para determinar qual delas é a mais adequada às necessidades do estudo. Para tal, construiu-se uma matriz de decisão e estabeleceram-se os critérios de decisão que deverão contemplar, de uma maneira simples, mas eficaz, todas as variáveis consideradas importantes.

Critérios de decisão	Pesos	Alternativas		
		A	B	C
Adaptabilidade	0,2	25%	25%	50%
Crescimento	0,2	25%	25%	50%
Custo	0,4	35%	32%	33%
Singularidade	0,1	20%	30%	50%
Impacto	0,1	30%	20%	50%

O grau de adaptação ao projeto (GAP) é um valor percentual que se calcula multiplicando-se o peso de cada critério pelo grau de cumprimento da alternativa em estudo, somando por fim os valores obtidos. A alternativa mais adequada é aquela que apresenta um GAP mais elevado. Deste modo, tem-se:

$$\text{Alternativa A: GAP (\%)} = 0,2 \times 25 + 0,2 \times 25 + 0,4 \times 35 + 0,1 \times 20 + 0,1 \times 30 = 29\%$$

$$\text{Alternativa B: GAP (\%)} = 0,2 \times 25 + 0,2 \times 25 + 0,4 \times 32 + 0,1 \times 30 + 0,1 \times 20 = 28\%$$

$$\text{Alternativa C: GAP (\%)} = 0,2 \times 50 + 0,2 \times 50 + 0,4 \times 33 + 0,1 \times 50 + 0,1 \times 50 = \mathbf{43\%}$$

Da análise conclui-se que a Alternativa C é a que apresenta um maior grau de adaptação do projeto (GAP).

Apresentada a solução C como a alternativa de maior GAP, a seguir detalha-se de forma mais específica o projeto escolhido.

Âmbito de aplicação da proposta final

Originalidade: Este é um projeto especial modular e universal para qualquer necessidade que sai fora da solução clássica em arcada.

Versatilidade: A sua capacidade de crescimento em duas direções, permite desenhos específicos, mesmo fora do âmbito de uma geometria retangular clássica, podendo fazer-se configurações com outras geometrias.

Integração paisagística: O seu desenho em forma de bosque de árvores gera uma integração na paisagem, adaptada para qualquer ponto de implantação.

Sustentabilidade: O uso, na quase totalidade da estrutura, de madeira de *Pinus pinaster* converte-a num sumidouro de CO₂ e, além disso, com a exigência de uso de madeira certificada, cumpre os critérios ambientais, próprios das exigências atuais.

Imagem corporativa: Uma estrutura com estas características converter-se-á num ponto de referência, pelo desenho que tem, na imagem da empresa, associando claramente as suas instalações à atividade florestal que desenvolve.

Pré-fabricação: Os elementos principais vêm feitos de empresas de madeira lamelada colada, cumprindo as diretivas europeias aplicáveis e, portanto, com um tempo mínimo de montagem e nível máximo de pré-fabricação.

Segurança: Estrutura calculada segundo os requisitos de Segurança Estrutural exigidos pelo Código Técnico de Edificação Espanhol e os Eurocódigos Estruturais, para que a sua implantação seja também possível noutros países que adotem esta norma.

Estrutura: Todos os elementos foram concebidos com uma proteção por estrutura, com vista à sua durabilidade enquanto solução estrutural em madeira.

Custo: O gasto é semelhante a outras edificações que resolvem o mesmo problema com madeira estrutural.

Datos técnicos

Cada módulo tem uma cobertura de 10x10m, o que origina uma superfície coberta de 100m². O protótipo consta de 12 módulos, pelo que a superfície total é de 1.200m². O suporte de cada módulo é conseguido através de um pilar misto que é formado por um aço com secção quadrada de 580mm de lado. Nos lados do pilar, soldam-se 4 chapas, também de aço, unidas por parafusos, com 4 pilares de madeira, colocados na parte externa de secção 200x240, que contribuem para o aumento da inércia do pilar. A altura máxima livre é de 8,80m e a inclinação média das vigas é de 16,5°.

Da parte superior do pilar surgem 8 arcos de madeira com secção variável desde os 640 mm na base até 200 mm na extremidade, e com uma largura constante de 200 milímetros. Os arcos são apoiados por elementos em cruz de madeira que iniciam o próprio pilar central e que se juntam aos arcos perto das suas extremidades. Estas tiras apresentam uma secção constante de 160 x 160 mm.

O sistema de cobertura assenta diretamente sobre correias de 100x200 mm, com um inter-eixos de 525mm, as quais são aparafusadas com dois parafusos cruzados em cada extremo das mesmas. A cobertura é feita usando painéis OSB 3, de 19mm de espessura, sobre a qual é colocada uma folha de zinco com 0,7mm de espessura. Para garantir a durabilidade do painel, intercala-se entre este e a chapa do zinco, uma folha impermeável transpirável.

Os tirantes são de madeira serrada de *Pinus pinaster* de classe resistente C24. Os pilares de madeira do pilar misto aço-madeira, os arcos e as correias, são de madeira lamelada colada de *Pinus pinaster* de classe de resistência GL24h. Todas as junções executam-se com aço S-275 JR galvanizado, de 10mm de espessura.

Edificações eficientes. Descrição de três edifícios na Galiza



Vista geral da creche municipal de Sanxenxo, onde se utiliza biomassa como combustível para o aquecimento.

Um dos principais objetivos do projeto Silvaplus centra-se na promoção das instalações energéticas a partir de biomassa. Tanto no norte de Portugal como na Galiza, a população no meio rural encontra-se muito dispersa no território e habita pequenos núcleos em áreas de montanha muitas vezes afastadas dos meios urbanos. As instalações energéticas, individualizadas ou em pequenas redes de calor que utilizam estilha ou pellets, reúnem as condições ideais para satisfazer a procura de calor no meio rural. A soma de condições de habitabilidade baseadas em critérios de eficiência energética e a dotação de caldeiras de biomassa, constituem hoje uma solução moderna, económica e eficiente para cobrir esta procura, baixar os custos de aquecimento e água quente e diminuir o consumo de combustíveis fósseis.

A seguir descreve-se uma série de obras em que a biomassa desempenha um papel fundamental. Nas bases da eficiência energética não cabe decidir num edifício por um lado as medidas passivas e por outro as ativas. O conjunto envolvente – instalações têm que funcionar de maneira semelhante ao corpo humano em que se alcança o equilíbrio através do comportamento sincronizado de todos os órgãos.

Habitação em Pontecaldelas

A primeira caldeira a biomassa colocada pelo autor foi numa casa em Pontecaldelas. Os proprietários eram pessoas sensibilizadas para o ambiente e a proposta de colocar como gerador térmico uma caldeira de 20 KW encaixou desde o início. A máquina é abastecida a partir de um silo têxtil através de um alimentador sem-fim. Três circuitos de piso radiante partem desde a divisão das instalações. Os isolantes de 100mm na cobertura e placas de cortiça na câmara das paredes, permitem que as medidas ativas e passivas encaixem na perfeição. A transmissão térmica da cobertura é de 0,22 watts por metro quadrado e grau Kelvin, ou seja, metade do estipulado no Código Técnico da Edificação para a nossa zona C1, sempre caminhando para a habitação NZEB (Near Zero Energy Building), edifícios de consumo de energia quase nula estipulados na Diretiva Europeia 2010/31 e de cumprimento obrigatório para o ano 2020.



Detalhes da creche da Universidade de Vigo em Pontevedra, edifício de alta eficiência energética (qualificação energética "A").

Creche em Pontevedra

Em Pontevedra, a creche da Universidade de Vigo concedeu a oportunidade de realizar um edifício de alta eficiência energética com a qualificação máxima "A". Isto foi possível graças a uma análise pormenorizada na fase de projeto da qual surgiram medidas passivas com isolantes de espessura elevada e medidas ativas com uma caldeira a biomassa de 60 kW, depósito de inércia e piso radiante, o silo neste caso é de construção, subterrâneo e impermeabilizado no exterior, dentro do mesmo um agitador encarrega-se do fornecimento dos pellets na ranhura de alimentação para que um alimentador sem-fim alimente o prato de combustão. Instalou-se um recuperador de calor e painéis solares térmicos na cobertura.



Habitação em Pontecaldelas com aquecimento a biomassa.



Caldeira na creche municipal de Sanxenxo.

Creche em Sanxenxo

O município de Sanxenxo permitiu repetir a experiência colocando uma caldeira de características semelhantes e uns tubos de vácuo solares térmicos para água quente sanitária. Trata-se de outra creche infantil e há que reconhecer que este tipo de obras potencia a convicção de que esta forma de construção ajudará a deixar às crianças um mundo melhor. Além disso, a entrada das crianças no primeiro dia de aulas, faz pensar que, se crescem e se educam num meio sustentável, é mais do que provável que serão fortes na hora de defender o ambiente no dia de amanhã.

Em todos estes casos foi imprescindível o apoio de entidades públicas e privadas com um alto grau de sensibilidade e consciência do enorme potencial da biomassa na Galiza.

Edificações eficientes. Descrição de um edifício em Portugal



Vista geral do complexo da piscina municipal de Alcácer do Sal.

Soluções que permitam reduzir custos energéticos e manter os níveis de conforto e operacionalidade dos edifícios ou outras infraestruturas é cada vez mais frequente e justificada pela escalada de preços dos combustíveis tradicionais de origem fóssil.

Esta motivação, associada a uma crescente consciência ambiental, tem originado um maior interesse pelo recurso a fontes de energia locais e renováveis, como é o caso da biomassa de origem florestal cuja utilização tem vindo a aumentar, seja para o aquecimento do ambiente e das águas sanitárias de habitações e edifícios públicos ou outras infraestruturas públicas de lazer, como é o caso de piscinas e pavilhões desportivos, seja em resposta a necessidades industriais (como por exemplo para o aquecimento de estufas).

O aumento da procura tem permitido uma rápida evolução dos equipamentos para estes fins e da sua adaptação às mais diversas situações e necessidades, contribuindo para uma oferta de soluções tecnológicas e serviços de melhor qualidade.

Dos vários exemplos identificados, apresentamos uma solução que tem respondido positivamente às necessidades e exigências

dos seus promotores: **potenciar os recursos florestais locais enquanto fonte de riqueza e desenvolvimento** e reduzir a fatura energética, neste caso de um município.

As piscinas municipais de Alcácer do Sal

O aquecimento das piscinas municipais e o aquecimento de algumas escolas do concelho, a partir de um recurso endógeno, as escamas da pinha, permitiu utilizar um subproduto que até então era desperdiçado, e eliminar o uso de combustíveis fósseis levando à redução dos custos associados.

Este exemplo de sustentabilidade ficou entre os finalistas do *Green Project Awards* em 2010, tendo sido atribuído pelo júri do concurso uma Menção Honrosa.

O consumo desta biomassa, neutra do ponto de vista da emissão de carbono, é de 150 toneladas por ano e representa uma **poupança anual** em comparação com o GPL de cerca de **30.000 euros**.

Após o aproveitamento do pinhão, a pinha destrocada (constituída



Vista da piscina municipal de Alcácer do Sal.



Silo de armazenamento da biomassa florestal da piscina municipal de Alcácer do Sal.

por pedaços de casca de maior dimensão) é então encaminhada para a alimentação de caldeiras que aquecem as piscinas.

Este sistema já está em funcionamento desde 1999, com fortes impactos **económicos** e **sociais**: não só é escoado com lucro um subproduto, como este processo permitiu dar resposta às necessidades energéticas das piscinas e alargado para o aquecimento de um grande número de escolas do concelho, contribuindo também para a consciencialização das crianças para a valorização deste recurso. A libertação de verbas antes usadas na energia elétrica

possibilitou ainda abarcar nos programas de aprendizagem de natação e de hidroterapia populações infantis e idosas de meios rurais antes sem esse acesso, através da disponibilização, pelo município, de transporte diário para as piscinas.

Como este, outros exemplos podem ser encontrados para diferentes finalidades e em contextos distintos, recorrendo a vários tipos de subprodutos da atividade florestal, salientando a estilha como a principal fonte de energia, desde lares de idosos, hotéis, complexos desportivos e unidades industriais.

Características das estruturas	Piscina semiolímpica coberta constituída por tanque de 25x12,5m e balneários com sistema de aquecimento constituído por campo solar térmico com 120 m ² , Unidade de Integração Solar (UIS), caldeira de água quente com alimentação automática de escamas de pinha com potência de 300 KW, permutadores, depósito de acumulação de Água Quente Sanitária (AQS) de 2000 litros, desumidificador e Unidade de Tratamento do Ar (UTA).
Tipo principal de biomassa utilizada	Escamas de pinha: subprodutos do aproveitamento do pinhão
Data de entrada em funcionamento	1999
Consumos de biomassa	150 ton/ano
Necessidades energéticas	517.860 KWh/ano
Impactos (energéticos e económicos)	Investimento: 185.000 €
	Economia anual fase ao (GPL): 30.000 €
	Periodo de retorno do investimento: 6,2 anos
	Taxa interna de rentabilidade (TIR) a 20 anos: 18%
Superfície aproximada sujeita a aquecimento	312,5 m ² + 2.000 l AQS + 15.000 m ³ /h de ar
Custes de manutenção (manutenção e combustível)	9.000 euros/ano
Potência da caldeira instalada	300 KW
Capacidade de armazenamento dos silos	20 m ³

Produção de calor a partir de biomassa florestal na Galiza

Uma das fontes de energia renovável que se destaca pela sua ampla utilização e o seu elevado potencial na Galiza, é a biomassa, que tem estado presente, de forma tradicional, em grande parte das casas galegas como fonte de calor – na forma de lenha –, em aplicações como aquecimento, utilização de água quente e, especialmente, na cozinha.

No entanto, atualmente, os combustíveis e as formas de energia mais utilizados para a produção de energia térmica para estas aplicações no setor doméstico galego são o gasóleo, o gás (GPL, gás natural) e a eletricidade (gerada a partir de combustíveis fósseis ou renováveis).

Nos últimos anos, o custo da produção de energia térmica a partir destas tecnologias tem aumentado substancialmente, o que deu origem a um aumento dos custos energéticos a serem suportados pelas famílias ou pelas empresas. Esta questão, associada ao facto de que a sociedade está cada vez mais sensibilizada para o objetivo comum de proteger o ambiente, assim como a aprovação de diferentes diplomas para promover o uso de fontes renováveis, tem contribuído para que, especialmente no setor da habitação e serviços, haja um grande interesse da sociedade na utilização de biomassa para aquecimento.

A biomassa, historicamente utilizada na forma de lenha, também aparece atualmente transformada em novas tipologias, de modo a ser mais facilmente utilizada na automatização de caldeiras, o que seria tecnicamente muito difícil com a lenha, devido às suas dimensões heterogéneas. Assim, no setor doméstico e dos serviços, os combustíveis mais utilizados são os *pellets* e a estilha, existindo instalações que funcionam com outros combustíveis (tais como serrim ou bagaço de azeitona não autóctone) em quintas ou no setor industrial.

As caldeiras de *pellets* e de estilha de madeira permitem um grau de automatização semelhante ao de outras que funcionam com combustíveis convencionais, como o gasóleo ou o gás, com os mesmos rendimentos, do ponto de vista operacional. Além disso, é importante realçar que tanto os *pellets* como a estilha têm mantido o preço estável nos últimos anos e, apesar de poderem sofrer alguma variação, não se prevê que possam ser da mesma magnitude de outros combustíveis utilizados para fins térmicos, como o gás ou o gasóleo.

Assim, em novos edifícios dos setores doméstico e dos serviços é possível instalar caldeiras de biomassa, de modo a suprir todas as necessidades de aquecimento e de água quente sanitária, prescindido assim de quaisquer outras caldeiras de combustíveis tradicionais, com um custo de energia muito mais baixo do que os custos correspondentes a estes últimos.

Também nas habitações e edifícios existentes do setor dos serviços, é possível contemplar a substituição da caldeira existente por uma de biomassa, sobretudo nos casos em que os equipamentos usados



já têm alguma antiguidade e precisam de ser renovados. Da mesma forma, pode-se utilizar outros tipos de equipamentos concebidos para serem instalados no interior das divisões habitáveis (sala, cozinha, quartos), que permitem aquecer estas divisões e até mesmo fazer a distribuição de água quente para os sistemas de aquecimento ou depósitos para gerar águas quentes sanitárias.

Devido às dimensões necessárias para o armazenamento de combustível e a alimentação da caldeira, os *pellets* são frequentemente utilizados tanto em pequenas instalações (domésticas em residências unifamiliares) como em instalações maiores (aquecimento de edifícios do setor dos serviços, piscinas, condomínios...), enquanto a estilha normalmente é utilizada em instalações de maiores dimensões.

Na Galiza há experiências com resultados muito satisfatórios de implantação de caldeiras de biomassa de pequeno a grande porte, a funcionar tanto a *pellets* como estilha, em diferentes setores, que permitem aos seus proprietários obter poupanças económicas significativas. São de particular interesse as aplicações em centros de grande consumo, em que a economia de escala permite que o investimento inicial necessário para realizar o projeto de implementação da caldeira de biomassa e do seu sistema de alimentação seja, de uma forma geral, rentabilizado num prazo reduzido, tendo em conta a vida útil da instalação.

A significativa rentabilidade económica que a utilização de biomassa para a geração de calor permite, bem como a existência de tecnologia altamente desenvolvida neste campo, levaram a que nos últimos anos se tenham multiplicado as caldeiras instaladas na Galiza que utilizam este combustível, o que se reflete nas iniciativas apresentadas às linhas de apoio geridas pela Junta da Galiza, através do INEGA,



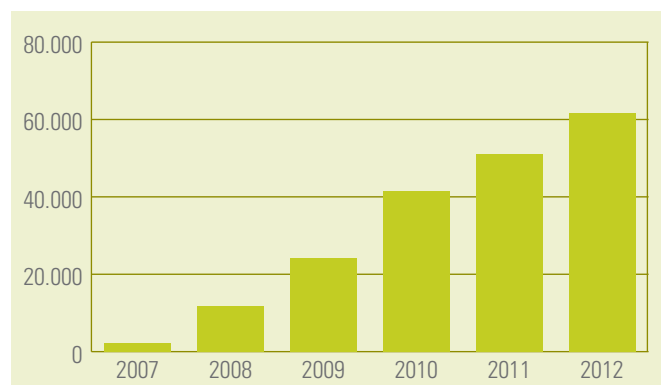
para a implementação de caldeiras de biomassa, tanto para famílias como empresas, que têm aumentado proporcionalmente em relação a outras tecnologias renováveis.

Evolução do pedidos de ajuda para instalações de biomassa na Galiza

Anos	Nº pedidos totais	Nº pedidos de projetos de biomassa	% projetos de biomassa
2006	1.877	270	14,4%
2007	1.432	304	21,2%
2008	1.622	565	34,8%
2009	1.496	772	51,6%
2010	979	592	60,5%
2011	2.872	2.198	76,5%

Fonte: Instituto Energético da Galiza (INEGA), Junta da Galiza.

Evolução da potência de caldeiras de biomassa instaladas com apoios da Galiza (acumulado, em KW)



Como se pode verificar nos dados acima, o crescente interesse da população na implementação deste tipo de sistemas nas suas casas e empresas, levou a um significativo aumento da capacidade instalada com esta fonte energética endógena.



A este respeito, os benefícios diretos obtidos do aproveitamento desta fonte de energia, não se limitam apenas no âmbito da economia doméstica ou da empresa, mas também nos aspetos macroeconómicos, ambientais e sociais.

Assim, dentro destes benefícios que permitem o aproveitamento da biomassa para fins térmicos, destacam-se os seguintes:

- Contribui para o desenvolvimento rural sustentável, melhorando ainda a rentabilidade económica das explorações florestais.
- Permite reduzir o risco de incêndio, melhorando o estado dos povoamentos florestais.
- Fomenta a criação de empresas associadas às diferentes fases do seu aproveitamento, permitindo que todo o valor acrescentado à cadeia de produção permaneça na Galiza, uma vez que o ciclo que vai desde a recolha até à utilização final ocorre inteiramente na Comunidade Autónoma, criando assim riqueza e postos de trabalho a partir do uso de uma fonte endógena disponível na Galiza.
- Reduz os custos energéticos das famílias e das empresas, contribuindo para o bem-estar das primeiras e melhorando a competitividade das últimas.
- Melhora a diversificação energética da Galiza, reduz a dependência energética exterior e as emissões de gases contaminantes para a atmosfera.

Todos estes benefícios justificam de uma forma clara, a necessidade de fomentar o aproveitamento desta fonte energética na Galiza por todas as partes interessadas (Administrações Públicas, empresas, associações, famílias), o que se repercutirá numa melhoria quer do ambiente, como da economia galega e, conseqüentemente, no bem-estar de toda a sociedade.

Produção de calor a partir de biomassa em Portugal

Tendo por base o Balanço Energético de 2009, **o sector doméstico é o terceiro maior consumidor de energia**, depois dos sectores dos transportes (37,5%) e da indústria (30,5%).

De acordo com os resultados do Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico (ICESD 2010), realizado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), os hábitos de consumo de energia das famílias portuguesas têm vindo a alterar-se. Até 2002, a Lenha¹ constituía a fonte de energia mais consumida pelas famílias portuguesas, apesar de ter vindo a perder peso relativo no consumo. Se em 1989, o peso relativo era de 60,3% no consumo total, já em 1996, este valor correspondeu a 41,9%. A partir de 2003 foi relegada para segundo lugar, passando a eletricidade a ser a principal fonte de energia consumida.

Atendendo à evolução até então registada, no período de referência entre outubro de 2009 e setembro de 2010, a lenha foi a segunda fonte de energia mais utilizada no sector doméstico (com um consumo relativo a rondar os 24,2%) e foi aquela cujos **custos unitários se**

revelaram mais baixos².

Importa ainda referir que o consumo de Lenha, de acordo com os resultados do ICESD 2010, representou no total 71,7%, distribuídos pelas seguintes espécies florestais: Pinho (37,4%), Eucalipto (21,2%), Azinho (7,4%), Sobre (5,7%). O restante consumo de biomassa florestal primária teve origem em: Outros tipos de lenhas, que incluem as *pellets*³ e briquetes (24,0%) e Resíduos Florestais (4,2%).

Tendo em conta ainda os dados constantes na tabela é possível concluir que as fontes de energia renováveis (nomeadamente Carvão vegetal, Lenha e Solar Térmica) corresponderam a 25,1% do consumo total de energia no sector doméstico, sendo a contribuição da Lenha a mais significativa.

Sendo utilizada em 40% dos alojamentos familiares portugueses, a Lenha (não incluindo as *pellets* e briquetes) destinou-se principalmente ao Aquecimento do Ambiente (52%) e à Cozinha⁴ (42,1%). A utilização da Lenha para Aquecimento de Águas é pouco expressiva, com apenas 5,9%.

Consumo e despesa com energia no alojamento por tipo de fonte - Portugal 2010

Fonte	Nº de alojamentos que consomem energia	Consumo total			Despesa total €	Consumo por alojamento		Despesas por alojamento €/ alojamento
		Consumo	Unidades	tep		tep/ alojamento	Gj/ alojamento	
Eletricidade	3.927.733	14.442.104.354	kWh	1.242.021	2.056.019.558	0,316	13,2	523
Lenha	1.576.694	2.802.729.941	Kg	705.875	113.924.402	0,448	18,7	171
GPL Garrafa Butano	2.206.050	360.531	t	396.115	570.930.745	0,180	7,5	253
GPL Garrafa Propano	463.453	79.857	t	87.738	144.385.726	0,189	7,9	312
Gás natural	780.442	3.064.031.852	kWh	263.507	193.965.092	0,338	14,1	249
GPL canalizado	380.838	64.280.223	Kg	70.625	112.990.922	0,185	7,8	297
Gasóleo Aquecimento	142.462	146.347.071	l	124.636	105.291.237	0,905	36,6	765
Solar térmico	68.824	19.105	tep	19.105		0,278	11,6	
Carvão	334.814	10.430.037	Kg	6.404	6.772.498	0,020	0,8	21
Total	3.932.010	//	//	2.916.026	3.304.280.180	0,742	31,00	840

Fonte: ICESD 2010.

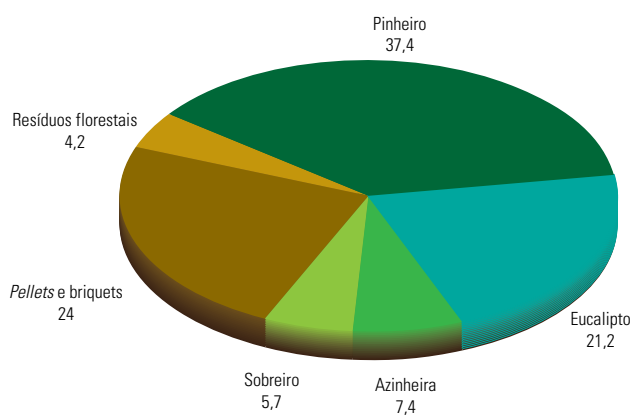
Nota: 1 tep (tonelada equivalente petróleo)= 41,868 GJ (excepto para a electricidade, em que 1 tep= 41,86047 GJ).

Fonte: INE/DGEG-Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico (2010).



Edifício com sistema de aquecimento a biomassa florestal

Consumo (%) por tipo de biomassa florestal



Fonte: ICESD 2010.

Comparando com as outras fontes utilizadas, de referir que:

- Foi a principal fonte de energia utilizada (67,6%) no Aquecimento do Ambiente;
- Foi a segunda fonte de energia mais usada (30,1%) na Cozinha;
- Foi a sexta fonte de energia mais usada (7,0%) no Aquecimento de Águas.

Em relação ao parque de equipamentos dos alojamentos portugueses utilizados para Aquecimento do Ambiente, para Cozinha e para Aquecimento de Águas, segundo o ICESD 2010, no período de referência do estudo, importa salientar que, para o Aquecimento de Águas, 54,7% dos alojamentos que utilizaram caldeiras, a fonte de energia utilizada para o seu funcionamento foi a biomassa⁴ (incluindo biomassa de origem florestal), para um total de 250.973 caldeiras.

Da breve análise efetuada apesar da biomassa de origem florestal, nas suas diversas formas, ser uma fonte de energia importante no consumo doméstico, tem vindo a perder importância através do recurso a outras fontes de energia mais caras.

Existe ainda, como é o caso da sua utilização para o aquecimento de água, uma enorme potencialidade de alteração dos sistemas atualmente em uso por soluções que utilizem biomassa florestal.



Biomassa florestal como fonte de energia.

Tendo em conta a evolução das soluções técnicas existentes no mercado, é também desejável que sejam substituídas as lareiras abertas a lenha e outros equipamentos que apresentam menores rendimentos, por outros de maior rendimento, que utilizem por exemplo a estilha, matéria-prima atualmente pouco utilizada, mas que apresenta uma elevada disponibilidade e que está associada a processos de transformação pouco complexos e por isso, aquela que apresenta custos por unidade de energia produzida mais baixos.

Concluindo, analisando os padrões de consumo, a disponibilidade de recurso e o mercado da energia, existem condições muito atrativas para o crescimento do mercado de calor a partir da biomassa florestal.

- 1 Para efeitos do ICESD 2010, por Lenha subentende-se: "Quantidade de madeira redonda removida para ser consumida nesse estado (para aquecimento, para cozinhar) ou para ser utilizada como matéria-prima para a obtenção de carvão".
- 2 Importa salientar que a despesa com Lenha teve apenas em consideração a despesa com a quantidade adquirida no período de referência (que percentualmente ronda os 40%), sendo a maioria da Lenha apanhada nas proximidades ou ter outro tipo de proveniência (37% e 23%, respetivamente).
- 3 Para efeitos do ICESD 2010, por Pellets subentende-se: "Aglomerado combustível feito a partir de matéria resultante da limpeza das florestas e dos desperdícios da indústria da madeira, matéria essa que é triturada, seca e comprimida em pequenos cilindros".
- 4 Para efeitos de inquérito, a Cozinha inclui Fogão com forno, Placa, Forno independente, Fogareiro, Lareira, Micro-ondas, Exaustor/Extrator, Frigorífico (com e sem congelador), Combinado, Arca congeladora, Máquina de lavar loiça, Máquina de lavar e secar roupa, Máquina de secar roupa e Máquina de lavar roupa.

A biomassa como alternativa para o aquecimento de habitações

Um dos objetivos do projeto Silvaplus e da política florestal europeia, é a substituição dos combustíveis fósseis por fontes de energia renováveis e endógenas que ajudem a reduzir as emissões de gases de efeito estufa. A biomassa florestal cumpre com estes objetivos e o seu uso é uma alternativa viável em sistemas de aquecimento. No entanto, de maneira recorrente engenheiros e instaladores de sistemas de aquecimento têm de lidar recorrentemente com dúvidas colocadas pelos utilizadores sobre qual é o melhor sistema de aquecimento, ou se a biomassa resulta numa alternativa viável para o aquecimento doméstico.

Que combustível escolher?

A primeira pergunta a responder é qual o combustível a escolher. Se pensarmos em instalações até 200 – 300KW, como pode ser o caso de uma casa unifamiliar, ou de um edifício coletivo não muito grande, a alternativa mais acessível são os *pellets*, pelo que acima dessa potência, mesmo que signifique um investimento inicial mais elevado, devíamos considerar a utilização de estilha.

Numa casa unifamiliar, considerando que o utilizador está disposto a assumir o trabalho de carregar com frequência o combustível, poderemos optar pela lenha ou pelos briquetes.

O espaço disponível no edifício

Um fator crítico na hora de decidir aquecer um edifício com biomassa é o espaço disponível para a instalação da caldeira, ou caldeiras e de armazenamento do combustível.

Em comparação com uma instalação equivalente a gásóleo, uma instalação a biomassa ocupará cerca de 3 vezes mais de superfície construída. Isto deve-se ao maior volume dos equipamentos, incluindo os sistemas de alimentação de combustível, e ao facto da biomassa ser menos densa que o gásóleo, e possuir um menor poder calorífico.

Na altura da escolha do local para o armazenamento da biomassa, devemos ter em atenção que o local deve encontrar-se completamente livre de humidade e acessível para o reabastecimento. Este último aspeto pode-nos condicionar muito nos centros urbanos, onde, se o consumo anual é significativo, devemos definir um espaço para o carregamento do combustível, ou em alternativa ter a hipótese de estacionar durante umas horas um camião de grande toneladas, que inevitavelmente produzirá um pouco de ruído e pó.

O custo e a amortização do investimento

Uma das principais desvantagens na hora de proceder à instalação do aquecimento com biomassa é o maior custo da tecnologia, quando

comparado com sistemas alimentados a combustíveis fósseis, como o gás natural ou o gásóleo.

Esta diferença no investimento inicial, que para o caso de um utilizador doméstico com uma casa unifamiliar média pode variar entre 6.000 e 10.000€, é em muitos casos amortizável num curto período de tempo.

Apesar do investimento inicial ser maior, o principal atrativo da biomassa encontra-se no preço do combustível. O custo aproximado do KWh obtido com *pellets* seria de 0,054€/KWh, face aos 0,061€/KWh do gás natural e aos 0,093€/KWh do gásóleo (preços com impostos incluídos). Os números ainda são mais atrativos em termos de poupança nos custos de exploração e amortização, se falarmos de estilha para utilizadores com mais de 300 KW instalados.

Estes rácios de preços supõem que, na prática, a biomassa poderá chegar a substituir o gásóleo em zonas onde não existe acesso à rede de distribuição de gás natural, tornando mais difícil a concorrência com este último combustível.

Custos operacionais

Como se expôs no ponto anterior, o custo do combustível é menor, se optamos por utilizar biomassa em vez de combustíveis fósseis como o gás natural ou o gásóleo. Não obstante, é necessário ter em atenção mais dois gastos para ter uma imagem fiel do custo de exploração e da instalação, a manutenção e o consumo de energia elétrica.

Em relação ao primeiro, uma caldeira a biomassa requer uma manutenção ligeiramente maior que uma caldeira a gásóleo e sensivelmente maior do que uma caldeira a gás natural. Para um





utilizador doméstico, esta manutenção pode resolver-se, de forma orientativa com duas visitas anuais de um técnico habilitado, comparado com a visita anual necessária para o gasóleo, ou bianual no caso do gás natural.

Relativamente ao consumo de energia elétrica, os sistemas de alimentação de biomassa requerem uma potência instalada maior do que a dos sistemas alimentados com combustíveis fósseis, o que se traduz num incremento da fatura elétrica que tem de ser contabilizado. Uma primeira aproximação pode ser obtida multiplicando a potência elétrica do equipamento pelo tempo anual de funcionamento, que pode estimar-se entre 800 a 1.200 horas para zonas de clima temperado, podendo duplicar esse valor em zonas de clima continental.

Falsos mitos

Os críticos da biomassa afirmam que não é viável o uso de caldeiras a biocombustíveis sólidos em instalações de baixas temperaturas, como as que aquecem os sistemas de solo radiante, radiadores, equipamentos de ar condicionado ou piscinas.

Isto é categoricamente falso, não é difícil utilizar biomassa nestes casos se os circuitos hidráulicos forem devidamente projetados usando válvulas de mistura para limitar as temperaturas de fluxo nos terminais e garantir uma temperatura mínima de retorno à caldeira, de forma a garantir que os produtos da combustão não se condensem no seu interior.

Outro falso mito é que as instalações de biomassa têm um funcionamento muito manual e requerem muita intervenção por parte do utilizador. O grau de intervenção do utilizador é uma decisão do mesmo, que deve ser avaliado no momento do planeamento da instalação. Uma caldeira a lenha ou a *pellets* de carregamento manual exigirá um trabalho quase diário. No entanto, é possível obter um grau de automatização suficiente para que o carregamento seja transparente, e exija uma intervenção semelhante à que seria necessária para o gasóleo.

O mesmo se aplica com as cinzas. As caldeiras de biomassa de gama média e alta apresentam um sistema de limpeza interna e remoção de cinzas que tornam desnecessária a intervenção do utilizador para períodos superiores a um mês. Nas caldeiras de gama mais económica, a remoção dos resíduos de combustão deverá ser muito mais frequente.

Acesso a combustíveis de qualidade

Outro argumento contra a biomassa usado frequentemente é a dificuldade em aceder a uma ampla oferta de fornecedores de combustível. Isso é falso, o mercado de fornecedores está em constante expansão, e conta atualmente com uma ampla oferta, prova disso são os preços estáveis que mantêm por exemplo os *pellets* nos últimos anos, apesar do aumento significativo da procura.

No que respeita à qualidade do combustível, é possível ter acesso a *pellets* certificados, que garantam a ausência de contaminantes tais como tintas e vernizes, e limitar o teor máximo de humidade e cinza de combustível.

Solução para a certificação energética

Apesar da legislação espanhola não ser explícita na definição de biomassa como energia renovável, a sua consideração como tal, é justificada pelo nosso enquadramento jurídico, uma vez que a instalação de uma caldeira a biomassa permite substituir parcialmente ou totalmente a contribuição solar mínima para água quente sanitária e/ou climatização de piscinas cobertas exigida pela seção HE4 do Código Técnico da Edificação.

Fundamenta-se assim os benefícios ambientais do uso da biomassa em todo o seu ciclo de vida, efeito que permite considerar que o CO₂ líquido emitido pela queima de biomassa é nulo, a compensar as emissões reais pela fixação de dióxido de carbono realizado pela vegetação ao longo do seu ciclo de vida.

O balanço de emissões de dióxido de carbono ser considerado zero, permite às instalações de aquecimento que utilizam biomassa como combustível, ter um efeito decisivo na certificação energética dos edifícios, resultando em muitas ocasiões na única alternativa para a obtenção da extraordinária certificação de energia A.

Conclusões

À pergunta se a biomassa é uma alternativa viável para o aquecimento de edifícios devemos responder com um sim categórico. Uma vez estudada a disponibilidade de espaço suficiente, e conhecido o consumo energético anual, poderemos determinar o prazo de amortização do custo diferencial de investimento nesta tecnologia frente aos combustíveis fósseis.

Como resultado obtido será o facto da biomassa ser imbatível em comparação com o gasóleo ou o gás propano, e em muitos projetos está em condições de competir com soluções alternativas como o gás natural, a geotermia ou a aerotermia.

Evolução das caldeiras a biomassa para uso doméstico

Desde séculos, a biomassa florestal é usada para sistemas de aquecimento, desde uma simples fogueira utilizada pelos nossos ancestrais nas grutas ou cabanas, aos modernos sistemas de aquecimento, passando pelos fogões a lenha, ou as tradicionais salamandras conhecidas por todos.

Atualmente, podem-se definir três tipos de caldeiras a biomassa, em função do biocombustível empregado: caldeiras a lenha, caldeiras a estilha e caldeiras a *pellets*. Em todas estas caldeiras houve uma grande evolução, sempre com a premissa do aumento de rendimento em combustão, eficiência, redução de emissões, poupança de combustível, comodidade do utilizador, fiabilidade e segurança. Desta forma, podem-se explicar algumas soluções evolutivas nos diferentes tipos de caldeiras a biomassa usadas para aquecimento e água quente.

Caldeiras a lenha

Atualmente, passou-se das tradicionais caldeiras a lenha, com combustão inferior e regulador de entrada de ar ou de tiragem, sem grande controlo de combustão ou temperatura, a evoluídos sistemas de combustão, com sistemas de controlo de ar ativados por regulação eletrónica, com controlo de ar primário e secundário de combustão e gasificação de lenha ou chama invertida.



Caldeira de lenha de gasificação seccionada

Estes sistemas conseguiram passar de rendimentos energéticos de 60% para rendimentos superiores ao 90%, melhorando os procedimentos de carga desde a forma manual das antigas caldeiras que exigiam frequências a cada 2 ou 3 horas, aos modernos com uma carga de lenha a cada 12 ou 14 horas e ativando ou desativando a caldeira a partir de um simples termostato instalado na habitação.

Esta evolução, há uns anos impensável, faz dos sistemas de aquecimento com gasificação de lenha uma alternativa perfeita, económica e ecológica, para a substituição nos lares das antigas e ineficientes caldeiras a gasóleo.

Caldeiras a estilha

As caldeiras a estilha para usos domésticos nasceram nos anos 70, com a necessidade de evolução nos hábitos de vida nos países do centro da Europa, onde a presença de pessoas nas habitações era cada vez menor, sendo necessário automatizar as antigas caldeiras a lenha.

Desta forma, começaram a aparecer no mercado caldeiras com silos incorporados, capazes de armazenar a estilha necessária para uma ou duas jornadas de aquecimento, nas quais, um doseador alimentava uma câmara de combustão e um ventilador introduzia o ar para a combustão.



Caldeira a estilha totalmente automática

Com o passar dos anos, introduziram-se sistemas de combustão controlados por autómatos reais, com rendimentos de combustão superiores a 90%, modulações contínuas de potência, com sistemas de limpeza automática de caldeira e de extração de cinzas. Também se melhoraram os depósitos de estilha e os sistemas de alimentação com autonomia que vai desde dias até meses. Todas estas inovações fazem dos sistemas de combustão com estilha, uma alternativa perfeita para substituir sistemas de aquecimento a gás ou a gasóleo em espaços residenciais ou industriais.

Caldeiras a *pellets*

Seguindo esta evolução, aparece nos princípios dos anos 90 um novo formato de biocombustível derivado da madeira, o pellet de madeira. Este novo material oferece uma maior densidade energética que as estilhas de madeira (mais quilos no mesmo volume) e permite uma homogeneização do combustível quanto ao tamanho, humidade e poder calorífico.

Devido a esta estandardização da biomassa, as caldeiras de biocombustível vão evoluindo e transformando-se em sistemas mais simples de gerir, que ocupam menos espaço e que chegam a rendimentos superiores a 95%, popularizando-se rapidamente na Europa, as caldeiras a biomassa entre o utilizador doméstico. Atualmente as caldeiras a biomassa são uma clara alternativa ao gasóleo, que está cada vez mais caro e poluente, sem perder nenhum tipo de conforto.



Controlo tátil e intuitivo da caldeira a *pellets* a partir do utilizador.

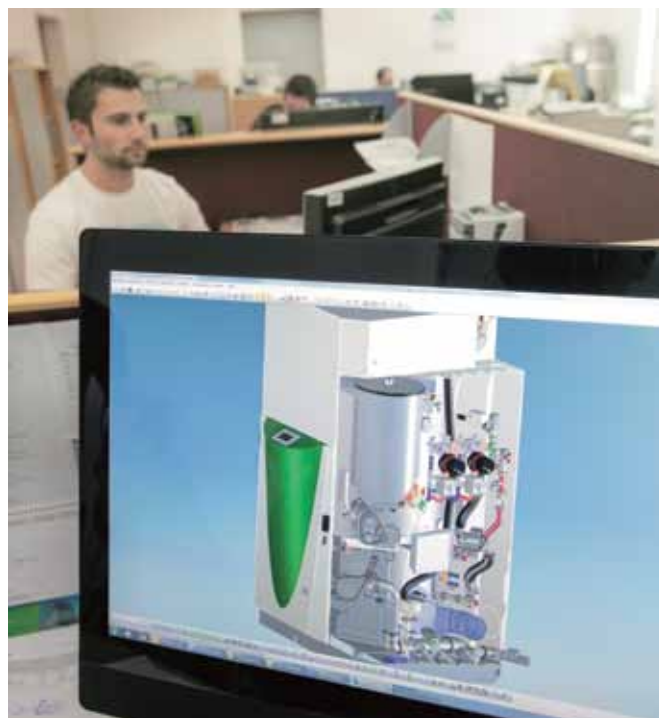
O combustível é abastecido por camiões pneumáticos, limpos, que contabilizam durante todo o processo a quantidade de combustível fornecido. Podem-se realizar cargas de estilha ou pellets até distâncias de 40 metros, para serem armazenadas em silos totalmente limpos que podem distar até 20 metros da caldeira.

A tecnologia ao serviço da biomassa

As modernas caldeiras a biomassa contam com sistemas de limpeza automáticos e com sistemas computadorizados de alimentação e de recolha de cinzas, que minimizam as intervenções do utilizador nas instalações. Por sua vez, a evolução exponencial dos sistemas de controlo, automatismos e processadores, propiciaram um importante

salto qualitativo e quantitativo nas caldeiras a biomassa, com controlos precisos de parâmetros de combustão e limpeza, tornando mais simples e económico o seu manuseamento e uso nas habitações.

Atualmente, uma caldeira a biomassa, pode-se acender, apagar e alterar a sua temperatura, a partir de um telemóvel. Para trás ficaram as pinhas nos fogões a lenha para iniciar o lume diário.



Desenho de uma caldeira a *pellets* com tecnologia de condensação

A limpeza ou eliminação de cinzas procedente da combustão passou de uma tarefa quase diária, a anual. Sistemas de rosca sem-fim conduzem a cinza a recipientes que o utilizador pode manusear de forma limpa e cómoda.

Os sistemas de armazenamento de biomassa evoluíram na mesma direção das caldeiras, com desenhos que tornam possível aumentar a sua capacidade num espaço cada vez mais reduzido.

Os fabricantes de caldeiras conseguiram atingir nos últimos dez anos os objetivos de I+D propostos, ao conseguir introduzir no mercado caldeiras eficientes, de uso automatizado e fiáveis. Uma vez alcançadas estas metas, alguns dos principais fabricantes começam a pensar na nova geração de caldeiras a biomassa e dispõem de equipas inovadoras que estão a trabalhar em caldeiras da biomassa domésticas, que podem gerar eletricidade, ao mesmo tempo que geram calor para aquecimento ou água quente, através de tecnologias de motor Stirling ou pequenos ciclos ORC.

Outras áreas de inovação centram-se em melhorar a eficiência através de sistemas de aquecimento que usam tecnologias de condensação, com rendimentos até 104% - 106% sobre o PCI (poder calorífico inferior do combustível), com ótimos aproveitamentos dos combustíveis e emissões mínimas de partículas voláteis.

Biomassas florestais de interesse energético no sul da Galiza e norte de Portugal



A bétula tem sido uma das espécies cuja biomassa tem sido caracterizada pelo projeto Silvaplus.

De forma a caracterizar as biomassas de possível uso energético existentes na região transfronteiriça do sul da Galiza e norte de Portugal, o projeto Silvaplus abordou o estudo das seguintes espécies árvores: *Acacia* sp., *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Betula celtiberica*, *Castanea sativa*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus obliqua*, *Eucalyptus viminalis*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus angustifolia*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pinus silvestris*, *Populus* sp., *Prunus avium*, *Quercus robur* e *Salix atrocinerea*. Ao mesmo tempo, foram caracterizadas as seguintes espécies arbustivas: *Arbutus unedo*, *Cytisus striatus*, *Erica arborea*, *Hakea sericea*, *Pterospartum tridentatum* e *Ulex* sp.

A caracterização das biomassas realizou-se de acordo com as normas UNE-CEN para a análise da biomassa: UNE-CEN/TS714775 para o conteúdo de cinzas, a UNE 164001 para o poder calorífico e análise elementar segundo a norma UNE-EN 15104. Para facilitar a interpretação dos dados, classificaram-se as espécies estudadas em função de seu interesse relativo desde o ponto de vista de abundância e representatividade na zona de estudo. Dentro desta classificação estabeleceram-se três categorias: espécies florestais relevantes, espécies secundárias e espécies arbustivas.

A seguir apresenta-se um resumo dos resultados obtidos nas análises efetuadas às espécies citadas e também um exemplo de ficha descritiva das características energéticas de *Pinus pinaster* como espécie florestal arbórea mais abundante da região.

Espécies florestais relevantes

Das espécies arbóreas mais abundantes na região transfronteiriça, pode-se dizer que o grau de adequação para a sua utilização energética de *Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata*, *Pinus pinaster* e *Quercus robur* é muito bom quando se utilizam as partes lenhosas destas árvores. A qualidade energética para uso térmico diminui quando se utilizam ramos, galhos e cascas, devido à sua alta produção de cinzas na combustão em caldeiras.

Espécies florestais secundárias

Entre as espécies florestais secundárias, as acácias, o vidoeiro, o amieiro, o *Eucalyptus obliqua* e o pinheiro silvestre, têm um grau de adequação para uso energético muito bom. Por sua vez, o *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus viminalis* têm uma boa qualidade energética. O mesmo se pode dizer do castanheiro, do freixo, da faia, do choupo, da cerejeira brava e do salgueiro, mas alguns destes apresentam problemas por terem baixo poder calorífico e cinzas elevadas. Quanto ao bordo (*Acer*), o seu grau de adequação energética é regular devido ao seu excessivo conteúdo em cinzas.

Espécies florestais arbustivas

Quanto às espécies arbustivas, o medronheiro, a urze, a carqueja e o tojo, muito frequentes na zona, têm um grau de adequação para uso

Ficha energética descritiva de *Pinus pinaster*

Nome científico	<i>Pinus pinaster</i>
Nome comum	Pinheiro bravo, pinheiro das landes, pinheiro marítimo
Tamanho	Até 20 m
Regeneração	Sementeira ou plantação
Uso habitual da madeira	Serração, contraplacados e resina
Outros usos	Traves, postes, lenha
Grau de adequação para utilização energética	Muito bom para madeira e relativamente bom em ramos e casca pelo seu elevado conteúdo de cinzas



FRAÇÃO	VALOR	Análise imediata % b. s.			Poder calorífico superior (KJ/kg) Hu=0	Análise elementar % b. s.			
		C fixo	Volatil	Cinzas		C	H	N	S
Madeira tronco	Média	14,7	85,0	0,2	20.443	49,7	6,3	0,14	0,02
	Máximo	15,3	85,6	0,3	21.006	50,3	6,6	0,21	0,02
	Mínimo	14,2	84,4	0,2	19.670	49,2	6,1	0,07	0,01
Casca	Média	28,4	69,7	1,9	20.718	53,5	5,7	0,42	0,04
	Máximo	30,8	72,4	2,3	20.898	54,8	6,0	0,50	0,05
	Mínimo	25,6	67,9	1,4	20.380	52,2	5,4	0,34	0,02
Restos (ramos e folhas)	Média	21,9	76,4	1,6	20.750	52,7	6,3	0,50	0,04
	Máximo	32,0	86,1	5,3	22.857	58,5	7,3	3,02	0,33
	Mínimo	13,7	63,7	0,2	19.100	47,0	5,2	0,00	0,00



A fração lenhosa do tojo tem um grau de adequação muito bom ao uso energético.

energético muito bom. A giesta amarela e a hakea-picante (espinheiro bravo), têm uma boa qualidade energética, com a salvedor que a última tem um elevado teor de cinzas.

Conclusões

Das análises realizadas, pode-se destacar as seguintes conclusões:

- As espécies de folhosas apresentaram valores mais baixos de carbono e de poder calorífico que as espécies de coníferas. Assim, as espécies de folhosas, apresentam poderes caloríficos na ordem dos 18-19MJ/kg, em relação a valores de 20-21MJ/kg observados nas espécies de coníferas, com conteúdos de carbono 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. A utilidade prática desta modelação consiste em poder realizar uma determinação rápida do poder calorífico partindo de dados de análise elementar básica.
- 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 supera 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.

Comité técnico



Da esquerda para a direita: Braulio Molina Martínez, Jorge Cunha, Xosé Lois Vázquez Calvo, Julio Ruiz Cagigal, María Soledad Valado Pérez, Francisco Javier Fernández de Ana Magán, Rosário Alves, Francisco Dans del Valle, Susana Maria da Silva, Rosana Velasco Pérez e Ricardo Marinho.

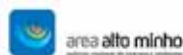
Sócios do projecto



Forestis
Associação Florestal de Portugal
geral@forestis.pt
www.forestis.pt



AFG
Asociación Forestal de Galicia
asforgal@iies.es
www.asociacionforestal.org



AREA Alto Minho
Agência Regional de Energia e Ambiente do Alto Minho
area-altominho@area-altominho.pt
www.area-altominho.pt



Concello de Ponteareas
alcalde@ponteareas.es
www.ponteareas.es



Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
icnf@icnf.pt
www.icnf.pt



Concello de Tomiño
alcaldia@concellotomino.com
www.concellotomino.com

Instituições associadas ao projeto

Portugal

Universidade de Trás-os-Monte e Alto Douro
Associação de Produtores Florestais do Vale do Minho
Associação Florestal do Lima

Galiza

Secretaría Xeral do Medio Rural e Montes
Frinova, S.A.
Federación Galega de Parques Empresariais
Enerxía Galega da Biomasa, S.L.
Mancomunidade de Produtores de Biomasa Forestal do Sur de Galicia, Enerxil

Entidades colaboradoras

Asociación Autónoma Provincial de Instaladores de Fontanería, Calefacción, Gas, Climatización, Mantenimientos, Electricidad y Afines de Pontevedra (FONCALOR)

Associação Florestal do Concelho de Góis

Associação Florestal do Lima

Associação Florestal dos Produtores do Vale do Minho

Associação para a Promoção da Bioenergia (CEBio)

Centro de Investigación Forestal de Lourizán

Comunidad de Montes Vecinales en Mano Común de Amorín

Comunidad de Montes Vecinales en Mano Común de Estás

Comunidad de Montes Vecinales en Mano Común de Parada de Achas

Comunidade Intermunicipal do Alto Minho

Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia

Instituto Enerxético de Galicia (INEGA)

Instituto para o Desenvolvemento Agrário da Região Norte (IDARN)

Junta de Freguesia de Lanhelas

Junta de Freguesia de Riba de Mouro

Universidad de Santiago de Compostela

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Universidad de Vigo

Universidade do Minho

www.silvaplus.com

Projeto financiado pelo
Programa Operativo
de Cooperação Transfronteiriça
Espanha-Portugal (POCTEP)

