



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa



**Estudo de Contextualização e Operacionalização de
Pequenas Centrais de
Valorização de Biomassa (CVB) em Portugal**

Relatório Síntese

ISEG

*Amélia Branco, Carlos Oliveira, Idalina Dias
Sardinha, Ricardo Rodrigues e Sandra Faustino*

Luke

*Eero Mikkola, Juho Pitkänen, Lauri Sikanen,
Markus Hirvonen, Perttu Anttila, Robert Prinz,
e Sakari Tuominen*



Financiado pelo Fundo Florestal Permanente

Lisboa, Dezembro de 2022

Índice

Abreviaturas.....	3
Sumário Executivo	4
1. Introdução.....	6
2. Contextualização da Floresta Portuguesa	6
3. Enquadramento Legislativo das Centrais de Valorização de Biomassa	7
4. Metodologia.....	9
5. Análise Tecnológica e Económica	10
5.1. Sistematização de critérios para a seleção dos edifícios.....	10
5.2. Recolha de recomendações de parceiros	11
5.3. Proposta tecnológica e económica do Luke.....	12
5.3.1. Definição dos edifícios-piloto e necessidade energética	12
5.3.2. Avaliação do potencial técnico de biomassa florestal	13
5.3.3. Avaliação da cadeia de fornecimento e custos de fornecimento	15
5.3.4. Impactos socioeconómicos	15
5.3.5. Modelos de negócio.....	15
5.3.6. Propostas de ação no Relatório Final do Luke	16
6. Análise Territorial e Social.....	17
6.1. Determinantes críticos da instalação e operacionalização de CVB.....	17
6.2. Análise comparativa e pressupostos para a criação de cenários	20
6.3. Grupos focais	22
7. Análise Financeira e Operacional	26
7.1. Determinação do Valor Atualizado Líquido	26
7.2. Governance na cadeia de valor da biomassa	31
8. Análise Crítica.....	32
8.1. Análise SWOT da viabilidade de pequenas CVB.....	32
8.2. Recomendações e limitações	35
8.3. Síntese dos contributos da conferência de encerramento	37
Referências Bibliográficas	40

Abreviaturas

AFACC	Associação Florestal e Ambiental do Concelho de Chaves
AGIF	Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais
AIGP	Áreas Integradas de Gestão de Paisagem
AMAT	Associação de Municípios do Alto Tâmega
CIM	Comunidade Intermunicipal
CSG	Investigação em Ciências Sociais e Gestão
CVB	Centrais de Valorização de Biomassa
Dbh	Diâmetro à altura do peito
FFP	Fundo Florestal Permanente
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
ISEG	Instituto Superior de Economia e Gestão
LiDAR	Light Detection and Ranging
Luke	Natural Resources Institute Finland
MWh	Megawatt hora
NUT	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
OPF	Organização de Produtores Florestais
PROF	Programas Regionais de Ordenamento Florestal
SWOT	Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças)
UE	União Europeia
VAL	Valor Atualizado Líquido
ZIF	Zonas de Intervenção Florestal

Sumário Executivo

Conforme decorre do trabalho elaborado e apresentado pelo Luke, **verifica-se a existência de biomassa suficiente (mas não ilimitada)** nas regiões-piloto para alimentar, de forma sustentável, o funcionamento de Centrais de Valorização de Biomassa (CVB) e, assim, assegurar o aquecimento de edifícios. **Também se verifica que tal opção, para além de vantagens associadas à gestão das florestas (que se enquadra no esforço mais amplo de prevenção de fogos rurais), também apresenta vantagens sob o ponto de vista socioeconómico das populações, como a criação de emprego e de rendimento local**, que não são negligenciáveis. O recurso às CVB também se pode repercutir positivamente nos custos operacionais das instalações, por via do diferencial de custo entre as fontes de energia utilizadas atualmente e o recurso à biomassa.

Do trabalho desenvolvido pelo Luke também resulta conhecimento sobre o perfil dos edifícios que podem ser considerados mais apropriados para este propósito e, especialmente, o reconhecimento de que **a qualidade da biomassa não é indiferente para o bom funcionamento do sistema de aquecimento**. Este é um aspeto que a equipa do ISEG considera especialmente relevante com implicações na cadeia de abastecimento e nas opções técnicas.

Ao longo deste projeto, a equipa do ISEG, para além da consolidação de conhecimento sobre o tema, procurou analisar de forma crítica a possibilidade de recurso a CVB. **Pretende-se, na perspetiva do interesse nacional, que qualquer solução que venha a ser implementada assegure, simultaneamente, um conjunto de objetivos, salientando-se:**

- **Funcionamento regular dos edifícios sem quebras na produção de calor**, na quantidade e nos períodos desejados;
- **Equilíbrio na recolha de biomassa, sem prejuízo dos ecossistemas**, que possa focar-se no contributo para a prevenção de fogos rurais;
- **Poupança nos custos de aquecimento** dos edifícios.

Tendo presentes estes (e outros) objetivos e reconhecendo o enquadramento legal existente, **a equipa do ISEG concentrou-se em identificar quais as condições organizacionais, materiais e sociais que podem contribuir para o sucesso (ou insucesso) do sistema**. Por outras palavras, pretende-se saber como assegurar que as CVB efetivamente funcionam como esperado.

Assim sendo, a análise centrou-se em duas componentes distintas. Por um lado, compreender se, localmente, estão disponíveis ou podem ser criadas as cadeias que permitem assegurar o fornecimento regular de biomassa a um preço satisfatório (especialmente porque não há ainda uma dimensão suficiente da procura que justifique uma cadeia de abastecimento específica) e, por outro lado, se as CVB, no contexto nacional e atendendo a um conjunto de elementos operacionais específicos, são financeiramente sustentáveis (apesar de externalidades ambientais, sociais e económicas não quantificadas diretamente).

A análise efetuada apresenta algumas pistas para o desenvolvimento futuro das CVB. **Em primeiro lugar, sobressai a importância das autarquias** enquanto dinamizadoras da recolha de

biomassa e da operação e exploração das CVB (pelo menos numa fase inicial). Efetivamente, a existência de parques de recolha de biomassa e o esforço realizado a nível local para redução de combustível florestal pode ser aproveitado para alimentar CVB, embora tal não dispense um trabalho de seleção e transformação da biomassa. Por outro lado, as especificidades locais (por exemplo, ao nível das características da floresta e das empresas que atuam localmente) podem exigir intervenções diferenciadas das adotadas noutras localizações (por exemplo, características do território e da sua floresta, o papel das associações representantes dos baldios ou associações de produtores florestais).

Em segundo lugar, fica a perceção de que pode ser desejável o recurso a pellets produzidos com a biomassa recolhida, também numa fase inicial. Embora se verifique um valor adicional de investimento e exploração, sobressai a melhor ligação às cadeias de abastecimento já existentes e ao tipo de biomassa disponível, e a maior eficiência das caldeiras, o que se traduz num menor risco de interrupções não programadas (por exemplo, por avarias nos equipamentos).

Em terceiro lugar, sobressai a natureza de médio-longo prazo do investimento. Não sendo imediatamente recuperado o investimento realizado nas CVB, a tomada de decisão, especialmente quando existem sistemas em funcionamento que não requerem a substituição imediata, poderá ser a de manter os sistemas atuais, o que é um obstáculo à instalação de novos equipamentos e pode suscitar a necessidade de programas específicos de incentivo.

Em quarto lugar, a instalação de CVB não dispensa um trabalho a realizar localmente ao nível da comunicação com a população e outras organizações locais, com o propósito de assegurar o seu envolvimento e apoio.

O estudo realizado não está livre de limitações que são devidamente reportadas. Sobressai neste âmbito o período de especial instabilidade nos mercados que podem tornar as CVB mais atrativas, porém a disponibilidade de biomassa na qualidade e quantidade desejáveis pode aportar desafios consideráveis.

1. Introdução

O trabalho desenvolvido pela equipa do Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG) teve como objetivo apreciar e complementar os resultados da Avaliação da Viabilidade de Pequenas Centrais de Valorização de Biomassa (CVB) realizada pelo Luke (*Natural Resources Institute Finland*), fundamentando opções futuras, em termos estratégicos, táticos e operacionais, e contribuindo para suportar políticas públicas associadas à instalação de CVB em Portugal.

O presente estudo foi financiado pelo Fundo Florestal Permanente (FFP), gerido pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. (ICNF, I.P.). O ISEG e o Luke acordaram entre si os termos e condições de apresentação conjunta de uma proposta ao ICNF, cabendo ao ISEG a liderança de consórcio. O estudo teve início em setembro de 2021 e terminou em outubro de 2022.

O documento aqui apresentado corresponde a uma síntese do Relatório Final elaborado pelo ISEG, incluindo uma secção onde se apresenta uma síntese do Relatório Final elaborado pelo Luke. Assim, após esta introdução, apresenta-se uma breve contextualização das florestas em Portugal (**Ponto 2**) e do enquadramento legislativo das CVB (**Ponto 3**), seguindo-se a descrição da metodologia adoptada no estudo (**Ponto 4**). Segue-se a descrição das três principais componentes do estudo: a análise tecnológica e económica, realizada pelo Luke (**Ponto 5**), a análise territorial e social (**Ponto 6**) e a análise financeira e operacional (**Ponto 7**). Finalmente, apresenta-se a análise crítica (**Ponto 8**), que inclui uma análise dos principais resultados, das limitações ao estudo, assim como as recomendações que dele resultam.

2. Contextualização da Floresta Portuguesa

Portugal é hoje um dos países europeus com maior percentagem de floresta privada, com apenas 3% de floresta sob controlo de entidades públicas (ICNF 2021). Na maioria dos países da União Europeia, este valor situa-se na ordem dos 60% (Pereira 2014). A norte do rio Tejo a floresta privada é caracterizada por parcelas de pequena dimensão e pela supremacia de coníferas (pinhal) e folhosas de rápido crescimento (eucaliptais). No sul do rio Tejo domina a propriedade de grandes dimensões, associada a atividades agrícolas, a silvicultura e a pastorícia, e onde são predominantes o sobreiro e a azinheira.

De acordo com o ICNF (2019), os espaços florestais ocupam 6,2 milhões de hectares (69,4%) do território nacional continental. A floresta, que inclui terrenos arborizados e temporariamente desarborizados, é o principal uso do solo nacional (36%). Os matos e pastagens representam a segunda categoria mais expressiva de uso do solo (31%). Os sobreirais e azinhais representam a ocupação florestal mais importante (1 milhão de hectares), correspondente a 1/3 da floresta. Os pinhais são a segunda formação florestal (1 milhão de hectares), seguindo-se os eucaliptais (845 mil hectares), que ocupam cerca de 26% da floresta continental.

Os incêndios encontram-se entre as maiores ameaças às florestas em Portugal, destacando-se em área ardida os de 2003, 2005 e 2017. Segundo Bento-Gonçalves (2021: 10), **Portugal junta as características da sua localização mediterrânica ao abandono do espaço rural, desordenamento do território, desadequada gestão florestal, predomínio da monocultura do pinheiro-bravo e eucalipto e falta de educação florestal**, como razões para o número de ignições e áreas ardidas anualmente. Estes fatores de elevado risco de incêndios florestais não foram ainda contrariados por uma sólida política de defesa da floresta, que se pretende agora desenvolver com o Plano Nacional de Gestão Integrada dos Fogos Rurais.

No Plano Nacional de Gestão Integrada de Fogos Rurais 2020-2030 é referida a necessidade de implementar um programa nacional estratégico de redução de combustível, nomeadamente através **do reaproveitamento dos sobrantes da exploração florestal através de compostagem ou geração de energia à escala local em biomassa**. Assim, a nova estratégia para a biomassa florestal passa, essencialmente, por apoiar projetos em zonas com risco elevado de incêndio.

Para isso, vigora a definição de «**biomassa florestal residual**» (DL 64/2017) como a «fração biodegradável dos produtos e desperdícios resultantes da instalação, gestão e exploração florestal (cepos, toijas, raízes, folhas, ramos e bicadas), do material lenhoso resultante de cortes fitossanitários e de medidas de defesa da floresta contra os incêndios, e do controlo de áreas com invasoras lenhosas, excluindo os sobrantes das indústrias transformadoras da madeira». Importa ainda realçar a Diretiva (UE) 2018/2001 que recomenda que **a recolha de biomassa seja realizada de forma sustentável, nomeadamente em florestas de regeneração garantida, respeitando a proteção da biodiversidade, das paisagens e dos elementos naturais específicos**.

Em suma, o **aproveitamento da biomassa florestal para energia pode constituir uma oportunidade para a prevenção de incêndios**, para a manutenção de atividade económica em áreas do interior do país e para caminhar em direção à autossuficiência energética. Contudo, não existe uma avaliação da **biomassa disponível em Portugal** que fundamente o desenho de políticas (Almeida, Figo & Gil 2020; Observatório Técnico Independente 2020; Cunha & Marques 2021), esperando-se que o trabalho realizado no presente estudo possa contribuir para colmatar esta lacuna e disponibilizar informação detalhada e rigorosa, essencial para a tomada de decisões com impacto no setor da energia e da floresta.

3. Enquadramento Legislativo das Centrais de Valorização de Biomassa

O Decreto-Lei n.º 64/2017, de 12 de junho, e a alteração promovida pelo Decreto-Lei n.º 120/2019, de 22 de agosto, veio abrir portas à instalação e exploração de Centrais de Valorização de Biomassa (CVB) com vista a concretizar múltiplos objetivos, incluindo:

- Reforçar a produção de energia a partir de fontes renováveis;
- Reduzir a dependência energética do País;
- Descarboxionar os consumos térmicos existentes;

- Promover a eficiência energética;
- Preservar as áreas florestais, incluindo, por sua vez:
 - Melhoria da sua sustentabilidade económica;
 - Prevenção de incêndios.

Em particular, o Decreto-Lei n.º 120/2019, de 22 de agosto, **estabelece o objetivo de realização de um estudo centrado nas componentes económica e tecnológica**, associadas à operacionalização das atividades conducentes à concretização dos objetivos supracitados, por via da instalação e exploração de novas CVB. O mesmo Decreto-Lei estabelece ainda a aplicação do conceito de zonas-piloto, delimitando os projetos-piloto no Alto Tâmega, na região de Coimbra e no Algarve.

O Decreto-Lei n.º 64/2017, de 12 de junho, **prevê que os beneficiários da instalação e exploração de novas CVB sejam municípios, comunidades intermunicipais ou associações de municípios**. Todavia, para que o regime alcance o sucesso desejado, as entidades que venham a manifestar interesse na concretização do projeto deverão articular-se com uma multiplicidade de agentes públicos e/ou privados.

As zonas/municípios definidos como piloto para a instalação e operacionalização de pequenas centrais de valorização de biomassa em Portugal decorrem da Resolução do Conselho de Ministros n.º 25/2021, de 22 de março, e, neste caso, aproveitando também a informação dos voos LiDAR¹, sempre que disponível. No seu ponto 3, a referida Resolução do Conselho de Ministros estabeleceu o **âmbito territorial dos projetos-piloto ao nível da NUTS III e municípios**:

- a) Um projeto-piloto no Alto Tâmega, nos municípios de Boticas, Chaves, Montalegre, Ribeira de Pena, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar;
- b) Um projeto-piloto na Região de Coimbra, nos municípios de Arganil, Coimbra, Góis, Lousã, Miranda do Corvo, Pampilhosa da Serra e Penela;
- c) Um projeto-piloto no Algarve, nos municípios de Aljezur, Lagos, Monchique, Portimão, Silves e Vila do Bispo.

Atendendo a que o Algarve não beneficiou de informação georreferenciada, no estudo elaborado pelo Luke esta zona ficou reportada ao Inventário Florestal de 2015² e Cartas de Ocupação do Solo³.

¹ Aplicação geográfica com o objetivo de disponibilizar publicamente, para a comunidade técnica e científica, os dados LiDAR (Light detection and ranging) adquiridos no âmbito do projeto áGIL. O projeto é financiado pelo ICNF através do Fundo Florestal Permanente.

² <https://geocatalogo.icnf.pt/geovisualizador/ifn/>

³ <https://www.dgterritorio.gov.pt/cartografia/cartografia-tematica/COS-CLC-COPERNICUS>

4. Metodologia

A metodologia adotada neste estudo reflete a multidisciplinariedade da equipa, que reúne investigadores de três unidades de de investigação integradas no consórcio CSG – Investigação em Ciências Sociais & Gestão (ADVANCE – Centro de Investigação Avançada em Gestão do ISEG; GHES – Gabinete de História Económica e Social; SOCIUS – Centro de Investigação em Sociologia Económica e das Organizações) e uma unidade de investigação integrada no consórcio REM – Research in Economics and Mathematics (CEMAPRE – Centro de Matemática Aplicada à Previsão e Decisão Económica), ambos os consórcios do ISEG.

A abordagem global seguida neste projeto centrou-se na escuta de todas as partes envolvidas e/ou a envolver no processo de funcionamento de CVB, tal como é recomendado na literatura científica e na legislação, em particular a que estabelece as zonas-piloto predefinidas. A abordagem incluiu, ainda, um processo iterativo de melhoria contínua suportada na discussão com os contratantes da análise de relatórios prévios.

A análise tecnológica e económica foi assegurada pelo parceiro Luke. Incluiu primeiramente a sistematização de critérios para a seleção de edifícios-piloto, seguindo-se a recolha de dados através de visitas às zonas-piloto, que incluíram contacto com autarquias e comunidades intermunicipais, com representantes locais da ICNF e AGIF, assim como da realização de um inquérito para recolha de dados específicos quanto aos potenciais edifícios. Ao longo deste processo, foram organizados pelo ISEG dois workshops que reuniram o Luke, o ICNF e a AGIF com o objetivo de discutir os dados recolhidos e acolher as recomendações do ICNF e AGIF. Como resultado, o Luke apresentou em maio de 2022 um Relatório Intercalar com a avaliação da disponibilidade de biomassa, com as propostas de edifícios-piloto com respetivo dimensionamento das caldeiras, assim como propostas do ponto de vista do modelo de negócios e dos seus impactes socioeconómicos. O Relatório Final do Luke, com o título “Avaliação da viabilidade de pequenas centrais de biomassa em Portugal”, foi entregue em junho de 2022.

O estudo realizado pela equipa do ISEG comportou uma análise socio-territorial e uma análise financeira e operacional. A viabilidade da cadeia de valor da biomassa florestal depende do consenso entre as partes interessadas, da identificação dos interesses (comuns e divergentes) e dos desafios que se colocam na relação entre os participantes da cadeia de valor e a envolvente externa. Numa perspetiva sistémica, esta visão pode permitir uma tomada de decisão mais robusta para melhorar a colaboração entre os principais atores e parceiros da cadeia (Ahl et al. 2018; Berg et al. 2018 e Valente et al. 2015). Com base nas visitas às zonas-piloto e workshops já referidos, foram sistematizados determinantes críticos para o sucesso das CVB nas zonas-piloto, que suportaram a sua caracterização sócio-territorial. Seguiu-se a identificação de stakeholders e parceiros locais fundamentais para a cadeia de valor e a realização de entrevistas exploratórias com técnicos florestais municipais e intermunicipais e com associações florestais locais, no sentido de recolher informação específica a cada região. Paralelamente, foi realizada uma análise comparativa com outros casos semelhantes, nacionais e internacionais, de

implementação de caldeiras alimentadas com biomassa recolhida localmente, para identificação de obstáculos e soluções já experimentadas. A partir desta recolha foram sistematizados alguns pressupostos para a criação de diferentes cenários de operacionalização das CVB. Foram realizados três grupos focais, um em cada zona-piloto, com representantes locais de entidades ligadas ao sector florestal, onde foram discutidos diferentes cenários e recolhidos comentários e preocupações dos participantes.

A análise financeira e operacional foi assegurada pela equipa do ISEG e incluiu os cálculos de valor atualizado líquido da operacionalização de CVB a 10, 20 e 30 anos, de acordo com diferentes cenários. Incluiu também a análise do modelo de governação (governance) da cadeia de valor, a partir das propostas do Luke e dos restantes dados recolhidos ao longo do estudo. Esta abordagem foi ancorada no resultado do estudo do Luke.

Por último, **a análise crítica** envolveu a realização de uma análise SWOT pela equipa do ISEG que sistematiza os resultados-chave do estudo; a elaboração de recomendações, a identificação das limitações do estudo e a síntese dos contributos dados por peritos na mesa-redonda da Conferência de Encerramento do estudo.

5. Análise Tecnológica e Económica

5.1. Sistematização de critérios para a seleção dos edifícios

Com base no conhecimento prévio do Luke, das visitas às zonas-piloto e de contactos posteriores com as autarquias das mesmas, foram sistematizados os seguintes critérios para a seleção de 'edifícios ótimos' para a instalação de caldeiras:

- Edifícios em que a biomassa possa substituir fontes energéticas fósseis, tornando a adaptação mais fácil, ao contrário da adaptação a um sistema elétrico, aproveitando-se a infraestrutura de distribuição já instalada ou concebendo o sistema de raiz num edifício em construção;
- Proximidade da oferta de biomassa, evitando deslocações superiores a um raio de 30 quilómetros, e com qualidade adequada às caldeiras;
- Relativa previsão da utilização do edifício para os próximos 10 a 20 anos;
- Possibilidade de triturar a biomassa nos locais em que esta é recolhida, evitando o impacto do ruído e do pó junto ao edifício;
- Permitir bom acesso nas imediações dos edifícios a veículos pesados com espaço para manobras e algum armazenamento;
- A mão de obra municipal associada tanto à recolha de biomassa como ao funcionamento da caldeira deve ser levada em conta (ver caixa 1).

Caixa 1⁴

A IMPORTÂNCIA DA MÃO-DE-OBRA: O CASO DE PONTE DE LIMA

Por iniciativa municipal, com o apoio da AREA do Alto Minho, foi apresentada uma candidatura ao programa INTERREG da qual resultou a instalação de uma caldeira alimentada a biomassa no Centro de Interpretação Ambiental da Paisagem Protegida Regional das Lagoas de Bertandos e São Pedro de Arcos, em Ponte de Lima. O sistema tinha como objetivo o aquecimento de 3 edifícios contíguos e funcionou durante 10 anos. A caldeira foi instalada nos fundos do edifício principal do Centro Ambiental, um edifício construído no ano 2000 com madeira e vidro, em parte suspenso por se tratar do limite da lagoa e de um terreno com um certo declive, considerado como sendo pouco eficiente em termos energéticos.

A caldeira era alimentada a estilha, que era preparada pelos funcionários do serviço.

A Quinta Pedagógica de Pentieiros, vizinha dos edifícios, foi adquirida pelo Município para servir de infraestrutura de apoio à Área Protegida, usada como parque de biomassa, parque de campismo e caravanismo, bungalows e para atividades de fins pedagógicos, sob gestão municipal. Também alguns proprietários vizinhos permitiram que os funcionários do município fizessem o corte e recolha de biomassa nos seus terrenos, sem qualquer custo, recebendo em troca alguma gestão florestal das suas propriedades. Depois da recolha, a biomassa era triturada num túnel da autoestrada através de uma estilhadora acoplada ao trator e depois transportada para o local: volumes de cerca de 12 m³ por mês. Dado o grande volume de trabalho exigido aos funcionários, a escassez de mão-de-obra acabou por representar um entrave ao projeto, ao que acrescia o ineficiente aquecimento dos edifícios, levando à desativação da caldeira.

5.2. Recolha de recomendações de parceiros

Numa fase inicial do estudo, com o apoio dos primeiros dados recolhidos, foram realizados pelo ISEG dois workshops com o Luke e os parceiros ICNF e AGIF, em fevereiro e março de 2022. Estes workshops permitiram recolher as seguintes recomendações, alinhando o estudo com o conhecimento, objetivos e estratégias destas duas estruturas:

- Deve ser avaliada a concorrência na utilização de madeira por parte de outras indústrias (celuloses, aglomerados, pellets);

⁴ Elaboração própria a partir de consulta realizada ao Município de Ponte de Lima.

- Deve privilegiar-se uma cadeia de oferta com menos intermediários entre o proprietário florestal e a caldeira, de modo a aumentar o valor retido pelos intervenientes;
- Deve considerar-se o *trade-off* entre a dimensão das caldeiras e o tipo de biomassa que exigem;
- Devem considerar-se espécies invasoras, como a Acácia;
- Devem considerar-se os sistemas locais e as externalidades sociais e económicas que as centrais de biomassa podem gerar;
- A escolha das localizações deve ter em conta a quantidade ótima de biomassa a retirar da floresta para assegurar o funcionamento das centrais sem impactar negativamente a gestão sustentável da floresta;
- Antes de serem criadas centrais de maior dimensão, deve haver um projeto de demonstração em pequena escala com uma cadeia de abastecimento específica em funcionamento;
- Deve ter em consideração o equilíbrio no uso de recursos.

5.3. Proposta tecnológica e económica do Luke

O trabalho realizado pelo Luke e pela Karelia University of Applied Sciences, apresentado em Relatório Intercalar em maio de 2022, faz o levantamento da disponibilidade de biomassa e propõe o dimensionamento de pequenas caldeiras de biomassa, assim como estimativa do seu consumo, para três edifícios-piloto.

5.3.1. Definição dos edifícios-piloto e necessidade energética

Considerando as três zonas-piloto previamente identificadas na legislação em vigor, as visitas de campo às zonas-piloto e o levantamento dos edifícios com maior viabilidade junto das autarquias, de acordo com os critérios já explicitados no presente relatório, foram selecionados os seguintes edifícios-piloto:

- **Piscinas Municipais de Silves:** **Para substituir em 75-85% o consumo atual de GPL, é recomendada uma caldeira de 300kW, com um consumo estimado de biomassa de 63 toneladas/ano.** É recomendada a manutenção do sistema de gás propano como combustível de reserva para picos de carga e são mantidos os sistemas de aquecimento termosolar e termovoltáico. Em termos de investimento, os valores apontados estão no intervalo de 180.000€ a 250.000€ (sem IVA), dependendo do nível de automatização e dos recipientes de armazenamento. É ainda recomendado um contentor de dois andares que permita o armazenamento de combustível.
- **Escola EB2,3 de Góis:** Selecionado com base no espaço disponível para instalação da caldeira, no consumo de energia para aquecimento térmico e na proximidade do parque de

biomassa. O aquecimento atual do edifício é feito por GPL. **Aconselha-se a manutenção do GPL como sistema de reserva para picos de carga, e a instalação de uma caldeira de 80kW, com um consumo estimado de biomassa de 24 toneladas/ano.** Com um bom nível de automação e controlo de combustão, o investimento está no intervalo de 65.000€ a 85.000€.

- **Centro Municipal de Proteção Civil de Chaves:** Este edifício está em renovação e terá novas instalações com 20 chuveiros. O edifício tem atualmente aquecimento/arrefecimento de ar através de uma bomba de calor e aquecimento de água através de uma caldeira de GPL. **Uma vez que o sistema de bomba de calor é considerado eficiente, calcula-se apenas a substituição do consumo de GPL futuro, ou seja, de quando as instalações e os chuveiros instalados estiverem a funcionar em pleno. Nesse sentido, é recomendada uma caldeira de 40kW com um consumo estimado de biomassa de 13 toneladas por ano.** O investimento está no intervalo de 35.000€ a 45.000€. O principal desafio de uma caldeira de tão pequena escala é a especificação do combustível: no caso da utilização de estilha, a qualidade deve ser muito elevada.

Quadro 1. Síntese das propostas de dimensionamento das caldeiras

	Potência da Caldeira	Consumo Biomassa	Investimento
Silves	300kW	63 ton./ano	180.000€ a 250.000€
Góis	80kW	24 ton./ano	65.000€ a 85.000€
Chaves	40kW	13 ton./ano	35.000€ a 45.000€

Todos os edifícios-piloto partilham a característica de terem um consumo energético relativamente baixo e, conseqüentemente, um baixo consumo de biomassa florestal. Nesse sentido, **é reforçado pelo Luke que será benéfico acrescentar cargas térmicas a estas centrais,** tendo ainda em conta que, de forma geral, se observam em Portugal consumos muito baixos durante o Verão: “o foco deve estar em encontrar um grupo de edifícios que se possam ligar à mesma rede de aquecimento – um SPA, hotel ou edifício semelhante maior que tenha um consumo relativamente maior de água quente para uso doméstico, em comparação com os edifícios públicos e residenciais.” Como os **edifícios em Góis e Chaves necessitam da carga térmica mais baixa, são apontados como bons candidatos para um sistema de aquecimento a partir de pellets.**

5.3.2. Avaliação do potencial técnico de biomassa florestal

Foi realizada pelo Luke **uma avaliação da matéria-prima para quantificar se as florestas circundantes podem fornecer as quantidades de matéria-prima necessárias.** Embora não seja possível determinar exatamente o **efeito da concorrência sobre a biomassa lenhosa** – ou seja, qual a quantidade de superfície florestal calculada que corresponde a explorações já existentes – **considerou-se que não existe praticamente nenhuma concorrência em Silves; alguma**

concorrência em Chaves; e bastante concorrência em Góis. Para fazer face ao efeito da concorrência, foi reduzido o potencial de abate de árvores inteiras em 50% (Figura 1).

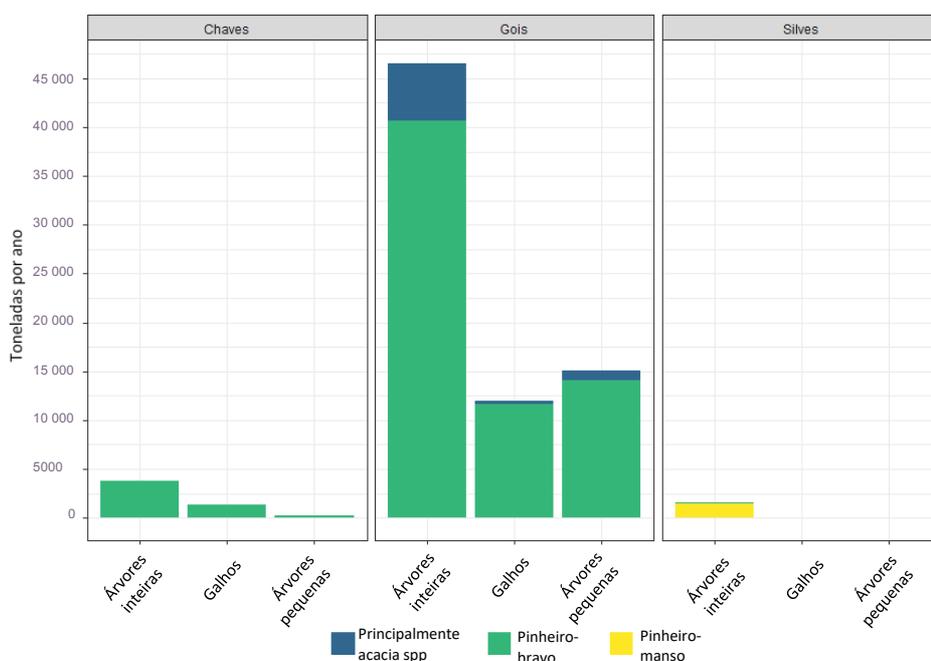


Figura 1. Potenciais técnicos anuais da colheita, considerando competição e incêndios por espécies, variedade e zona-piloto dentro de 50 km de distância de transporte (Fonte: Relatório Final Luke)

O potencial de colheita anual, considerando a concorrência e o impacto dos incêndios após 2015, foi estimado em 5.000 toneladas, 20.000 toneladas e 1.000 toneladas em Chaves, Góis e Silves, respetivamente. Este potencial refere-se a **desbastes/podas de pinheiro-bravo e pinheiro-manso e a cortes rasos de árvores inteiras de Acácia spp.** É realçado que a madeira queimada (sobrantes de incêndios) diminui a qualidade da estilha e não é apropriada para caldeiras de pequena escala como aquelas aqui consideradas.

Foi também considerado o **potencial de biomassa de superfícies de arbustos**, que se apresenta muito alto nas três regiões, ultrapassando largamente o potencial de biomassa proveniente de árvores inteiras ou desbastes. As espécies de arbustos mais atrativas como fonte de biomassa são cistus (esteva/sargaço), urze, tojo e giesta, porque a sua densidade de biomassa por hectare é elevada, embora a sua colheita possa ser limitada em terrenos irregulares e com declives. **Tendo isto em conta, o potencial de biomassa que poderia ser colhida em superfícies de arbustos é de 81.000 toneladas para Chaves, 8.000 toneladas para Góis e 104.000 para Silves.** No entanto, o processamento desta matéria-prima deve considerar tecnologias diferentes daquelas utilizadas na cadeia de fornecimento florestal (ver Esteban et al. 2019).

Por último, são sublinhadas pelo **Luke algumas limitações**, nomeadamente:

- Os investimentos em centrais térmicas são feitos ao longo de décadas e, como tal, o fornecimento de matéria-prima deve ser avaliado durante toda a vida útil da instalação. Para tal, seriam necessários dados atualizados do Inventário Florestal e uma **previsão do desenvolvimento futuro das florestas**, estando esta análise fora do âmbito do estudo realizado;
- O potencial de **biomassa agrícola em Portugal** é substancial (olivais, vinhas e outros pomares), estando também, no entanto, fora do âmbito deste estudo.

5.3.3. Avaliação da cadeia de fornecimento e custos de fornecimento

Para avaliar os custos de fornecimento, o Luke considera apenas os desbastes de pinheiro-bravo com recolha por segadeira florestal, transporte por carregador/transportador, estilhaçamento à beira da estrada com triturador móvel e transporte rodoviário por camião. É apontada como outra cadeia alternativa viável o estilhaçamento num terminal: nesse caso, as árvores inteiras seriam transportadas por camião, estilhaçadas num terminal e a estilha transportada para a central térmica.

Os custos da maquinaria e a produtividade dos componentes da cadeia de fornecimento foram calculados para obter uma estimativa dos custos de fornecimento, o que inclui o custo do combustível, o custo da mão-de-obra e a taxa de juro. O custo da colheita foi estimado em 43 €/m³, o custo de expedição em 8 €/m³, e o custo do estilhaçamento em 7 €/m³, totalizando 58 €/m³ (dbh 7cm, densidade dos povoamentos 3.000 troncos/ha e intensidade de desbaste 0,7). O tamanho das árvores a remover para efeito de desbaste é crucial para os custos da colheita, porque a colheita de árvores pequenas é dispendiosa. O custo do transporte rodoviário da estilha foi estimado em aproximadamente 6,5 €/m³ para uma distância de transporte de 20 km.

5.3.4. Impactos socioeconómicos

Os impactos socioeconómicos foram avaliados pelo Luke **para uma cadeia de fornecimento de estilha para uma central térmica de 500 kW**. Neste caso, sendo a cadeia de pequena escala, **o efeito sobre o emprego é bastante reduzido: no total, prevendo-se a criação de 0,68 empregos**. O principal benefício socioeconómico é o da poupança no custo da energia, assim como a diminuição do risco de incêndios florestais, podendo representar mais de 20.000 € anuais para a comunidade local.

5.3.5. Modelos de negócio

A produção de energia com base em biomassa pode apresentar muito baixo retorno financeiro, mas **a sua viabilidade financeira pode ser atingida através da implementação de subsídios**.

No caso de Chaves, o modelo de negócio proposto pelo Luke é uma combinação de empresa privada que fornece o combustível e operador público (município) que se ocupa do funcionamento da caldeira e da venda de energia. É significativo que o município também possa vender calor a outros clientes, se estes aderirem à rede de aquecimento. No caso de **Góis**

é proposto que o município desempenhe um papel mais proeminente na organização do fornecimento, considerando-se também a opção em que a Associação Florestal gere o terminal como ativador dos proprietários florestais para vender a sua madeira para fins energéticos, e também gerir a cadeia de fornecimento. O município seria o proprietário da caldeira e venderia o calor, enquanto a Associação Florestal forneceria o combustível já transformado com base no contrato celebrado com o município. O caso de **Silves não foi considerado porque a região necessita de um projeto de demonstração para definir a sustentabilidade do negócio.**

5.3.6. Propostas de ação no Relatório Final do Luke

Os projetos-piloto devem ser executados o melhor possível para assegurar a longevidade da proposta de aquecimento através de centrais alimentadas a biomassa florestal.

Em **Silves**, a colheita será exigente devido ao terreno íngreme e às condições muito secas durante a maior parte do ano. A quantidade exata de biomassa colhida e o planeamento da colheita exigiriam informações exatas sobre os volumes de biomassa e as condições de colheita nas mesmas áreas. É assim recomendada a criação de um **projeto-piloto, no qual o primeiro inventário aéreo LIDAR seria feito para Silves e Monchique para obter volumes exatos de biomassa. Como segundo passo, a cadeia de colheita seria testada em áreas selecionadas e seguida em parceria com peritos/académicos, a fim de obter resultados para um melhor planeamento da cadeia de fornecimento.**

Os casos de **Chaves e Góis** têm potencial para a produção de energia com base em biomassa florestal. No entanto, de acordo com a avaliação de viabilidade, a procura anual de energia nas zonas-piloto selecionados é relativamente baixa. O benefício para a região e a funcionalidade dos sistemas seria melhor **se edifícios com uma maior procura de calor pudessem ser identificados** (ver Caixa 2). Os municípios poderiam estabelecer os seus próprios projetos de bioenergia para identificar mais sítios potenciais. **Depois de se encontrarem um ou dois locais favoráveis na escala 150-200 kW, o planeamento do investimento em caldeiras pode ser iniciado simultaneamente com o planeamento de detalhes relativos ao fornecimento de combustível. O projeto de desenvolvimento deve também incluir a ativação de operadores locais que são necessários nas possíveis cadeias de fornecimento.**

Finalmente, a seleção da técnica de utilização da biomassa é fundamental no sucesso da instalação e operacionalização das caldeiras.

Caixa 2⁵

A BIOMASSA PARA ALÉM DAS FLORESTAS: O CASO DE KNĚŽICE, REPÚBLICA CHECA

Na vila de Kněžice, o carvão foi praticamente substituído por biomassa de origem local, impulsionando a economia local e reduzindo as emissões de CO₂. Como realça o presidente do Município, “os agricultores cultivam a matéria orgânica, que é comprada pelo Município. O calor produzido é então vendido aos residentes e, em geral, o fluxo financeiro permanece na vila.” A instalação atual está dividida em duas partes: uma central a biomassa que produz calor para a vila, e uma central a biogás que produz o calor e eletricidade que alimentam a rede. A central a biomassa queima principalmente estilha e palha. O calor gerado circula por seis quilómetros de condutas bem isoladas, ligadas a 150 casas da vila. A central a biogás aproveita bioresíduos, incluindo excrementos de animais (chorume) de cooperativas agrícolas, resíduos de silvicultura e de jardinagem, resíduos das fossas sépticas e sobras de restaurantes. No total, a central a biogás produz 2.600 MWh de eletricidade anualmente. Quando a central a biogás cobre as necessidades de calor, a central a biomassa está desligada; durante o inverno e épocas frias, ambas as centrais estão operacionais. Neste momento, a principal fraqueza do projeto é o facto de o município não poder vender a energia diretamente aos seus habitantes. A energia é vendida à rede elétrica e os moradores têm de a comprar de volta por cinco vezes o preço original. Ainda assim, hoje, a central serve cerca de 90% da população de Kněžice.

6. Análise Territorial e Social

6.1. Determinantes críticos da instalação e operacionalização de CVB

Com o objetivo de elaborar uma sistematização dos indicadores relativos à caracterização e a menor ou maior adequação das zonas-piloto que podem influenciar as CVB, procedeu-se à revisão bibliográfica sobre o tema (Cambero & Sowlati 2014; Sabhani, Abdelaziz & Sowlati 2013; Anttila et al. 2011; Carvalho-Ribeiro et al. 2010), à sistematização de informação recolhida durante as visitas às zonas-pilotos e à discussão em fóruns académicos sobre o tema. Assim, foi possível identificar alguns dos fatores críticos e determinantes que influenciam a localização das CVB, considerando as vertentes ambientais, económicas e sociais.

Os fatores identificados com tendo impacto na cadeia de abastecimento são: oferta disponível de biomassa; acessos aos locais onde se encontra a biomassa; competição na compra de biomassa; área para a instalação da caldeira; equipamento triturador e sua capacidade; parques de biomassa e sua gestão; acesso ao local da caldeira; local de armazenagem da biomassa e/ou

⁵ Elaborado a partir do documento *Comunidades de Energia: um guia prático*, traduzido para língua portuguesa e publicado pela Cooperativa Coopérnico em 2021.

estilha; e preparação técnica de quem vai ser responsável pela caldeira. Consequentemente, estes fatores têm impacto económico-financeiro na cadeia de abastecimento e no *trade-off* entre tipo de biomassa/equipamento e os custos/eficiência, tendo em conta a oferta de biomassa (localização, quantidades, preços), a escala da cadeia (dimensão das operações; sua centralização ou dispersão), a tecnologia da caldeira e o transporte (distâncias, capacidade).

Foi por isso realizada uma caracterização sócio-territorial das zonas-piloto, a partir dos elementos considerados críticos para a instalação e operacionalização das CVB (quadros 2 a 7).

Quadro 2. Elementos de caracterização de Silves

Área (km ²)	680 km ²
População 2011 / 2021	37.775 (2021), com aumento de 1,8% desde 2011
Índice de envelhecimento	184,8 (População relativamente envelhecida)
Pop. ativa por setor de atividade	Predomina o setor dos serviços; há alguma representatividade da indústria florestal no setor secundário (madeira e cortiça)
Rendimento médio	953,1 euros (2019)
Índice de Alfabetismo	Baixo
Escolaridade	Baixa
Área Florestal do concelho	36.573 hectares
Espécies Florestais	Matos (predominância de esteva), sobreiro, pinheiro-manso
Dimensão média das propriedades	Predomina a pequena propriedade (inferior a 2,5 hectares); há 3 grandes proprietários com áreas superiores a 750 hectares
Tipologia dos proprietários	Indústria (Navigator, Grupo Pestana) e pequenos proprietários
Propriedades geridas pelo ICNF	Mata Nacional da Herdade da Parra (898,918 hectares)
Cadastro	Satisfatório
Último incêndio e área ardida	2018; 7.914,4 hectares (sobretudo eucalipto e pinheiro)
Instrumentos e Planos de Gestão Florestal	ZIFs/AIGP's; Rede Natura 2000; Programa de Reordenamento e Gestão da Paisagem (PRGP) das Serras de Monchique e Silves; Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

Quadro 3. Elementos de caracterização das Piscinas Municipais de Silves

Sistema de aquecimento (ar e água)	60% do consumo de energia é fornecido através de coletores termosolares; e painéis fotovoltaicos. Há uma caldeira a gás propano que compensa as quebras de produção termosolar
Consumo anual de água e gás ou outros combustíveis fósseis	Previamente aos coletores termosolares, o consumo de GPL era de 64.000kg/ano. Desde então, diminuiu para cerca de 26.000kg/ano
Área do edifício	4.682,02 m ²
Número de utilizadores	Aprox. 8.000/ano
Características da área envolvente	Espaço de armazenamento suficiente
Parques de Biomassa	A cerca de 3 km de Silves
Equipamentos disponíveis	Biotriturador e viatura de transporte com pinça municipal
Limitações	Área florestal reduzida

Quadro 4. Elementos de caracterização de Góis

Área (km ²)	266 km ²
População 2011 / 2021	3.811 (2021) com decréscimo de 10,5% desde 2011
Índice de envelhecimento	455,1 (população envelhecida; tendência para o despovoamento)
Pop. ativa por setor de atividade	Predomina o setor dos serviços
Rendimento médio	822,9 euros (2019)
Índice de Alfabetismo	Baixo
Escolaridade	Média
Área Florestal do concelho	18.422 hectares de floresta (cerca de 69% da ocupação do concelho)
Espécies Florestais	Eucalipto, pinheiro-bravo, acácia
Dimensão média das propriedades	Pequena e muito pequena (2 hectares em média)
Tipologia dos proprietários	Celuloses (Altri Florestal e Navigator Company); proprietários ausentes; proprietários envelhecidos
Propriedades geridas pelo ICNF	-
Cadastro	Insatisfatório
Último incêndio e área ardida	2017; 13.629 hectares de área ardida (sobretudo Pinheiro-bravo)
Instrumentos e Planos de Gestão Florestal	ZIF; zonas certificadas de gestão florestal sustentável; Plano de Defesa da floresta contra incêndios 2019-2018; PROF
Tipo de Indústria	Celulose, Pellets

Quadro 5. Elementos de caracterização da Escola EB2,3 de Góis

Sistema de aquecimento (ar e água)	GPL
Consumo anual de água e gás ou outros combustíveis fósseis	10.000 Kg/a
Área do Edifício	
Número de utilizadores	
Características da área envolvente	Espaço de armazenagem e de instalação da caldeira suficiente
Proximidade do parque de biomassa	Parque de Baião (utilizado esporadicamente pelo Município)
Equipamentos disponíveis	Biotriturador municipal, sem meio de transporte
Limitações	Carga térmica de Verão é praticamente inexistente; sistema de aquecimento atual foi instalado recentemente; falta de pessoal para a gestão da caldeira; aquecimento com paragens ao fim-de-semana

Quadro 6. Elementos de caracterização de Chaves

Área (km ²)	519,3 Km ²
População 2011 / 2021	37.592 (2021) com decréscimo de 8,9% desde 2011
Índice de envelhecimento	323,6 (população envelhecida e tendência para o despovoamento)
Pop. ativa por setor de atividade	Predomina o setor dos serviços
Rendimento médio	958,2 euros (2019)

Índice de Alfabetismo	Baixo
Escolaridade	Baixa
Área Florestal do concelho	14.151 ha de floresta e 20.226 ha de incultos (58% de área do concelho)
Espécies Florestais	Pinheiro-bravo, carvalho, castanheiro
Dimensão média das propriedades	Predomina a pequena propriedade
Tipologia dos proprietários	Forte presença dos baldios (55.000 hectares em cogestão)
Propriedades geridas pelo ICNF	Baldio de Rebordondo
Cadastró	Insatisfatório
Último incêndio e área ardida	2017; 1.632 hectares
Instrumentos e Planos de Gestão Florestal	Plano de gestão florestal do Baldio de Rebordondo, Plano Municipal De Defesa da Floresta Contra Incêndios
Tipos de Indústria	Pinho, Pellets

Quadro 7. Elementos de caracterização do Centro Municipal da Proteção Civil de Chaves

Sistema de aquecimento (ar e água)	Aquecimento de ar com bomba de calor; aquecimento de água com radiadores ligados a caldeira GPL
Consumos de água e gás ou outros combustíveis fósseis (dia; modelizados por meses; ano)	Aproximadamente 50 kWh/ano para aquecimento de água e ar
Área do edifício	1.200 m ²
Número de utilizadores	20/dia (estimativa futura)
Características da área envolvente	Espaço suficiente para armazenagem
Parques de Biomassa	Inexistente
Equipamentos Disponíveis	Trituradores municipal e intermunicipal
Limitações	Baixo consumo do edifício

6.2. Análise comparativa e pressupostos para a criação de cenários

A análise comparativa envolveu a recolha direta de dados junto de experiências similares, nacionais e internacionais. **Entre vários aspetos** salientados pela equipa do ISEG nas recomendações elaboradas neste estudo, **destacou-se, com impacto na criação de cenários futuros, a experiência de instalação de uma linha de peletização da biomassa recolhida localmente**. Embora o projeto previsse inicialmente a utilização de estilha para alimentação de pequenas CVB, são apontadas pelo Luke algumas limitações a este cenário, nomeadamente, a menor qualidade da estilha enquanto combustível, que é inadequada para caldeiras de pequena dimensão e que terá menor poder calorífico.

A estas advertências feitas pelo Luke somou-se o contacto com o caso do município de Sierra, em Valência, Espanha (Mayans et al. 2021) (ver caixa 3). Na experiência deste município, a

fraqueza da estilha inicialmente utilizada levou à instalação de uma unidade semi-industrial de peletização, que mostrou atingir resultados mais satisfatórios, tanto do ponto de vista da operacionalização das caldeiras, como do ponto de vista económico. Assim, **optou-se por incluir neste relatório um cenário onde se implementa uma unidade de peletização, cenário esse que foi considerado nos grupos focais e nos cálculos de valor atualizado líquido**. Constatada a possibilidade de este modelo permitir utilizar um maior número de resíduos florestais, a receita utilizada para a produção de pellets deverá ser desenvolvida de forma adaptada a cada região-piloto.

Caixa 3⁶

GESTÃO FLORESTAL E PELETIZAÇÃO: O CASO DE VALÊNCIA

Em 2010, no Município de Serra, em Valência, Espanha, uma equipa da Universidade Técnica de Valência iniciou uma colaboração com o município, na sequência de devastadores incêndios numa região com cerca de 80% de área protegida florestal. Foram instaladas caldeiras alimentadas a biomassa em vários edifícios municipais, que utilizavam como matéria-prima sobrantes agrícolas, florestais e provenientes de limpezas de jardim. Inicialmente, estes sobrantes eram transformados em estilha, mas a baixa densidade, baixo poder calorífico, alta humidade e alta heterogeneidade levaram a que se considerasse a produção de pellets. Para que se pudesse utilizar os resíduos impróprios para estilha, ao longo de alguns anos foram experimentadas diferentes receitas para a composição de pellets, mantendo-se sempre uma primeira fase (Março a Junho) em que os pellets produzidos têm menor poder calorífico, e uma segunda fase (Julho a Novembro) em que predominam sobrantes florestais e em que se produzem pellets com maior poder calorífico e maior valor comercial. As caldeiras foram instaladas em três edifícios municipais (com potências de 35kW, 65kW e 100kW), permitindo a utilização de estilha, pellets, caroço de azeitona e casca de amêndoa. Para implantar a linha de peletização, diferentes equipamentos foram testados ao longo de dois anos. A dificuldade de operar os equipamentos manualmente levou a que se instalasse um protótipo semi-industrial: em 2019, a linha de peletização estava a funcionar satisfatoriamente, com uma capacidade de produção de 80 toneladas de pellets por ano, cobrindo não só o consumo das três caldeiras instaladas, mas também a procura local. A média de poupança na gestão de resíduos verdes e na fatura energética foi calculada em mais de 37.000€ por ano, a redução de emissões de CO₂ foi calculada em mais de 250 toneladas anuais, e foram criados 15 Postos de trabalho (Mayans et al. 2021).

⁶ Elaborado a partir do estudo de Jose Mayans, J., Torrent-Bravo e J. A., & Lopéz, L.: *Energy Use of Mediterranean Forest Biomass in Sustainable Public Heating Systems and its Effects on Climate Change-Case of Study*, publicado em 2021 no *International Journal of Renewable Energy Development*, 10(2).

6.3. Grupos focais

Os Grupos Focais foram desenhados com o objetivo de **envolver entidades regionais no processo de análise da viabilidade de instalação de pequenas CVB** e consistiram em sessões interativas onde foi fomentada a discussão entre participantes a partir de um guião de facilitação. Levando em conta as vantagens de um grupo pequeno confortável em expressar as suas opiniões (Turner 2006), os **participantes convidados foram os técnicos florestais municipais ou intermunicipais, e outros representantes municipais; representantes regionais da AGIF e do ICNF, representantes dos edifícios-piloto e bombeiros voluntários locais.**

Depois de breve apresentação dos objetivos do presente estudo, a discussão foi iniciada a partir dos dados do Inventário Florestal Nacional do ICNF (referentes a 2015). **Os três grupos identificaram transformações na floresta local entre 2015 e 2022. Silves foi caracterizado como tendo uma presença maioritária de matos**, seguida de sobreiro e, finalmente, do pinheiro-manso. A acácia tem pouca representatividade, assim como o eucalipto que, não obstante, está em crescimento. O concelho tem cadastro satisfatório, senão total, dos seus terrenos. **Góis foi caracterizado como dominado pelo eucalipto**, sobretudo após os incêndios de 2017. A diminuição do pinheiro-bravo foi considerada drástica e notada a quantidade crescente de acácia (que abarcará neste momento cerca de 20% da zona pertencente à Rede Natura 2000). O concelho possui bastantes terrenos sem cadastro e/ou de proprietários ausentes, havendo inclusivamente proprietários que se opõem a intervenções municipais. Finalmente, **Chaves foi caracterizado como dominado pelo pinheiro-bravo, ainda que a sua presença esteja a diminuir**, tanto devido a incêndios como à praga do nemátodo, potenciada pela monocultura do pinho, que levou ao abate alargado de pinheiros e a uma crise na indústria do pinho. Desde então, está em franco crescimento a indústria dos pellets na região. Salientou-se o facto de grande parte da floresta pública portuguesa se situar na região do Alto Tâmega, onde há uma grande concentração de baldios, alguns em co-gestão com o ICNF. O concelho tem uma quantidade significativa de terrenos sem cadastro e/ou sem limites conhecidos.

Destacou-se em primeiro lugar a **desadequação das medidas e fundos existentes quanto à floresta**, que não preveem trabalhos de manutenção, essenciais ao sucesso de operações de plantação, desbaste, etc. Sobressaiu também a ineficácia das estratégias de controlo da acácia, cujo corte raso acelera a regeneração. A forte presença da acácia em Góis, onde há também maior presença da indústria, tem inclusive motivado o seu aproveitamento comercial, de forma similar à rolaria de eucalipto. Foram sugeridas medidas que valorizem **“serviços ecossistémicos”** (ver caixa 4) como forma de compensar financeiramente os trabalhos de promoção de espécies autóctones, preservação do solo e da água, ao longo do período que antecede a capacidade produtiva dos terrenos.

Caixa 4⁷

“**Serviços Ecosistémicos**” consideram a importância de processos essenciais à manutenção da vida que nem sempre oferecem rentabilidade financeira, como a produção alimentar e a preservação de água limpa, a preservação do solo e da biodiversidade, a promoção da polinização, entre outros. Os ecossistemas enquanto “ativos” devem assim ser considerados pelas políticas públicas, de forma a estimular o investimento na sua proteção e gestão.

A **falta de recursos humanos** foi outra das dificuldades reconhecidas pela maioria dos participantes. As três autarquias envolvidas têm apenas um técnico florestal, existindo depois um técnico florestal intermunicipal dedicado a apoiar os vários municípios da sua abrangência. Também outras instituições, como o ICNF, reconheceram a falta de pessoas para dar resposta a todas as solicitações. **A viabilidade de pequenas caldeiras municipais alimentadas a biomassa recolhida localmente foi considerada como altamente dependente da criação de novos postos de trabalho.**

A partir de quatro cenários fictícios propostos pelo ISEG, com diferentes modelos de operacionalização de pequenas CVB, os participantes elaboraram uma análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*/Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) para cada cenário, prosseguindo depois para uma discussão plenária acerca das características de operacionalização com maior viabilidade. Embora não se tenha atingido consenso generalizado acerca do cenário mais viável em nenhuma das sessões, sistematizamos aqui os contributos mais transversais.

Em Góis foi entendida como positiva uma maior intervenção do município nas limpezas florestais e na **gestão de combustíveis, a custo zero para os proprietários, obtendo o município os sobrantes.** Embora este cenário represente um aumento significativo de volume de trabalho para o município, reflete a realidade local onde mais de 50% dos habitantes são idosos, sem condições físicas nem financeiras para assegurar a limpeza dos seus terrenos. No caso de Góis, foi ainda sugerida a criação de um incentivo fiscal em sede de IRS relativo a despesas com limpezas florestais.

Por outro lado, a compra de biomassa aos proprietários por parte do município, responsabilizando-se este pela recolha, foi apontada como positiva por vários participantes, tendo em conta a criação de um incentivo aos proprietários para efectuarem as suas limpezas.

A transformação da biomassa em pellets através de uma unidade de peletização adquirida pelo município também foi considerada como estratégia positiva em todas as sessões. Consideraram-se as vantagens na facilidade de alimentação da caldeira e na facilidade de

⁷ Elaborado a partir da definição oferecida pela Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) das Nações Unidas: <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/en/>.

armazenamento. Em Silves, onde a atividade agrícola é significativa, foi sugerida uma caldeira polivalente que processe resíduos agrícolas assim como estilha e pellets.

No caso de Chaves, onde a indústria dos pellets é expressiva, foi sugerido um cenário híbrido de parceria entre o município e uma fábrica de pellets já existente. No âmbito desta parceria, poderia criar-se um produto específico que respondesse às necessidades da floresta em Chaves, recorrendo a resíduos com menor aproveitamento comercial.

Finalmente, em todas as sessões **foram reconhecidos os altos custos do processo**, sobretudo no caso de investimento numa unidade de peletização. Não existindo capacidade de investimento municipal, estas estratégias serão dependentes de outros financiamentos públicos. **Ainda assim, foram reconhecidas mais-valias do ponto de vista do ambiente, da economia e do bem-estar**, realçando-se os prejuízos futuros associados aos incêndios e à perda de biodiversidade florestal.

Nas mesmas sessões, procedeu-se à validação da lista de stakeholders elaborada pela equipa do ISEG (Quadro 8), assim como à elaboração da Matriz de Mendelow (caracterização dos stakeholders de acordo com o seu interesse e poder) pelos participantes em dois grupos (Figuras 2 a 4).

Quadro 8. Principais stakeholders identificados nos grupos focais*

Silves	Agência de Desenvolvimento do Barlavento, Grupo Pestana, Município de Silves, The Navigator Company, Associação para a Proteção e Desenvolvimento das Serras do Barlavento Algarvio – Viver Serra, Agência Regional de Energia do Algarve (AREAL), Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região do Algarve (CCDR), Associação dos Produtores Florestais do Barlavento Algarvio (ASPAFLOBAL), Bombeiros Voluntários de Silves, Comunidade Intermunicipal do Algarve, Direção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve (DRAP), EcoParque Algarve (BioSmart), ICNF Algarve e ALGAR S.A. (Gestão de Resíduos).
Góis	Altri Florestal, Associação Florestal do Concelho de Góis, Associação para a Certificação Florestal do Pinhal Interior Norte, Centro da Biomassa para a Energia, Agrupamento Escolar de Góis, Comissão Municipal de Proteção Civil, Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, Corpo de Bombeiros Voluntários de Góis, Cooperativa Social e Agroflorestal de Vila Nova do Ceira, ICNF Centro, Município de Góis, ADESA, The Navigator Company e Comissão Municipal de Gestão Integrada de Fogos Rurais.
Chaves	Associação de Desenvolvimento da Região do Alto Tâmega (ADRAT), Associação Florestal e Ambiental do Concelho de Chaves (AFACC), AGIF, Agrupamento de Baldios de Chaves, Município de Chaves, Comunidade Intermunicipal do Alto Tâmega (CIMAT), Associação de Município do Alto Tâmega (AMAT), CNF Norte, comunidades locais de baldios, madeireiros / fornecedores de serviços florestais, e Organizações de Produtores Florestais (OPF).

* Stakeholders com maior interesse e influência, de acordo com a elaboração da Matriz de Mendelow (European Commission, 2011)

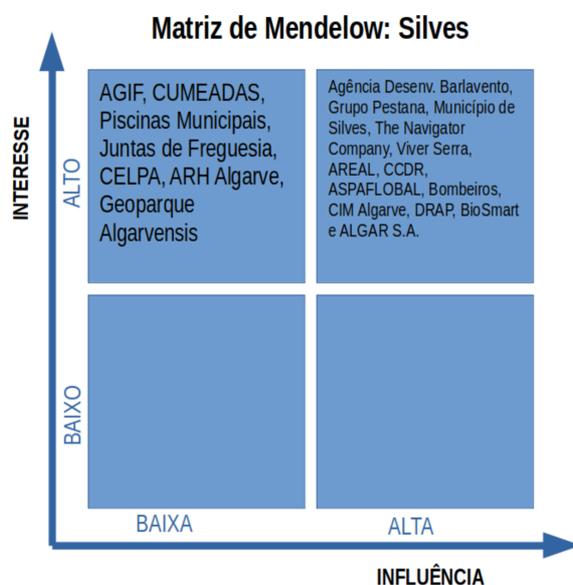


Figura 2. Matriz de Mendelow (análise de stakeholders) realizada pelos participantes do Grupo Focal em Silves

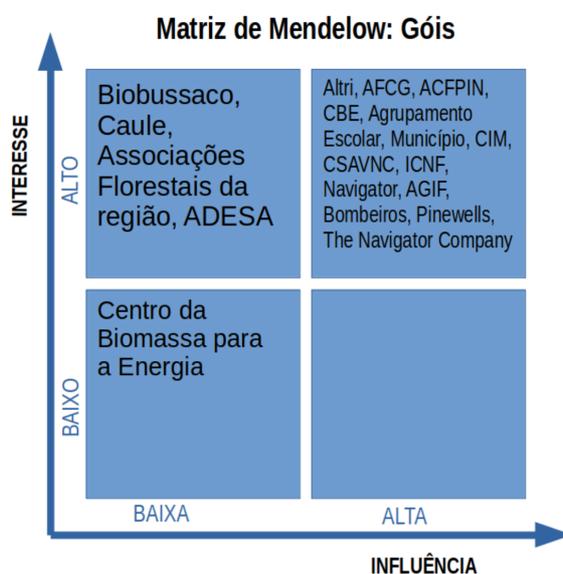


Figura 3. Matriz de Mendelow (análise de stakeholders) realizada pelos participantes do Grupo Focal em Góis

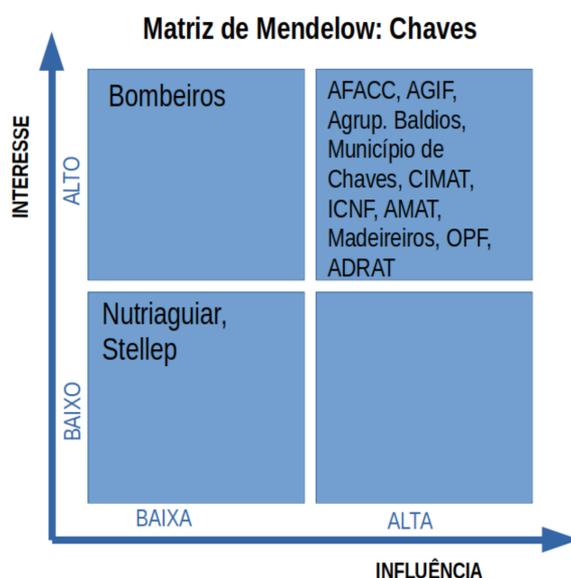


Figura 4. Matriz de Mendelow (análise de stakeholders) realizada pelos participantes do Grupo Focal em Chaves

7. Análise Financeira e Operacional

7.1. Determinação do Valor Atualizado Líquido

Considerando os objetivos do estudo, procedeu-se ao cálculo do Valor Atualizado Líquido (VAL) da exploração das CVB nas cidades de Chaves, Góis e Silves no horizonte de 10, 15 e 20 anos de modo a determinar a sua viabilidade financeira. Neste âmbito foram considerados três cenários: um pessimista, um otimista e um neutro, referentes ao intervalo de preços considerados. O VAL ao longo de t anos foi calculado tendo em conta os custos de investimento, o cash-flow de exploração e a taxa de atualização a um valor de 2% (a taxa de inflação pretendida pelo Banco Central Europeu à data do presente estudo).

No que se refere aos **custos de investimento**, foram considerados os valores avançados pelo Luke para as caldeiras consideradas apropriadas para cada uma das localizações-piloto. Nos cenários mais otimistas foi considerado o valor mais baixo do intervalo de preços das caldeiras, nos pessimistas o mais alto e nos neutros a média entre os dois valores (Quadro 9).

Quadro 9. Custos de Investimento para aquisição da caldeira

Custos de investimento	Cenário Pessimista	Cenário Neutro	Cenário Otimista
Chaves	45.000€	40.000€	35.000€
Góis	85.000€	75.000€	65.000€
Silves	250.000€	215.000€	180.000€

Para além desta opção, também se procedeu à análise da opção em que o valor do investimento inicial é acrescido de 100.000€ para a compra de uma linha de peletização, o que também implica um acréscimo de 10% no valor das caldeiras (valores fornecidos pelo Luke, Quadro 10).

Quadro 10. Custos de Investimento para aquisição da caldeira e unidade de peletização

Custos de investimento	Cenário Pessimista	Cenário Neutro	Cenário Otimista
Chaves	149.500€	144.000€	138.500€
Góis	193.500€	182.500€	171.500€
Silves	375.000€	336.500€	298.000€

Os cash-flows de exploração podem ser vistos como **o montante poupado pela não utilização de GPL** (uma vez que este combustível tem um preço por MWh mais alto quando comparado à biomassa). Foi considerado o custo da biomassa, incluindo corte, recheira, extração, estilhaçamento, transporte e armazenamento. O valor de 55,08€ apurado no Cenário Neutro para Chaves foi obtido considerando a soma do custo de biomassa (estimado); pelo custo da sua colheita, expedição e estilhaçamento e ainda pelo pelo custo de transporte e armazenamento. Os valores considerados foram os valores técnicos calculados pelo Luke, convertidos para MWh e considerando ainda que a biomassa tem uma eficiência de 80%.

Quadro 11. Custo da Biomassa

Custo MWh	Cenário Pessimista	Cenário Neutro	Cenário Otimista
Chaves	77,43€	55,08€	49,21€
Góis	74,05€	51,70€	45,84€
Silves	74,05€	51,70€	45,84€

Determinados os valores para as diferentes parcelas, e com base nos consumos estimados pelo Luke, foram considerados os valores de procura de MWh/ano constantes de 61, 116 e 299 MWh para Chaves, Góis e Silves respetivamente (Figuras 5 e 6).

Figura 5. VAL com aquisição de caldeira e linha de peletização

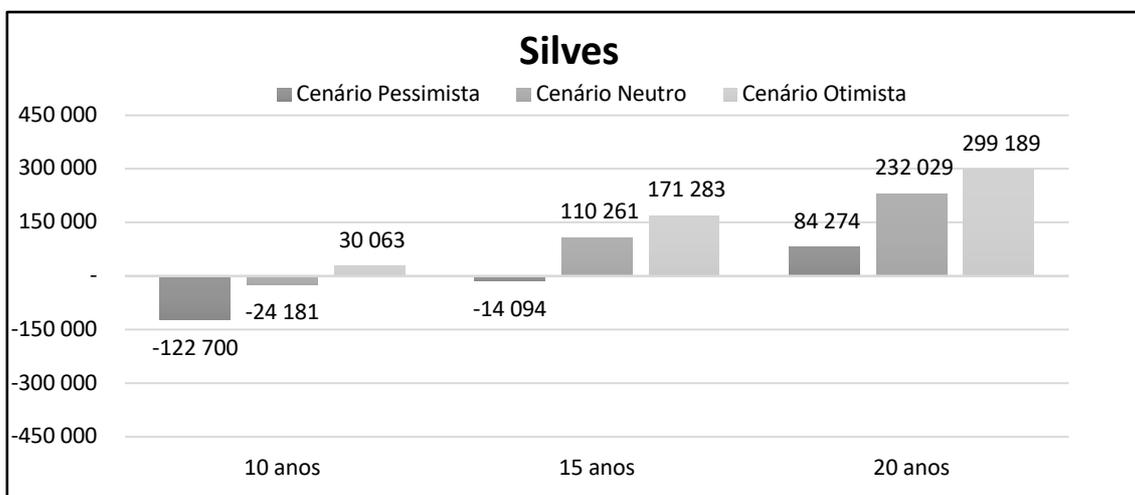
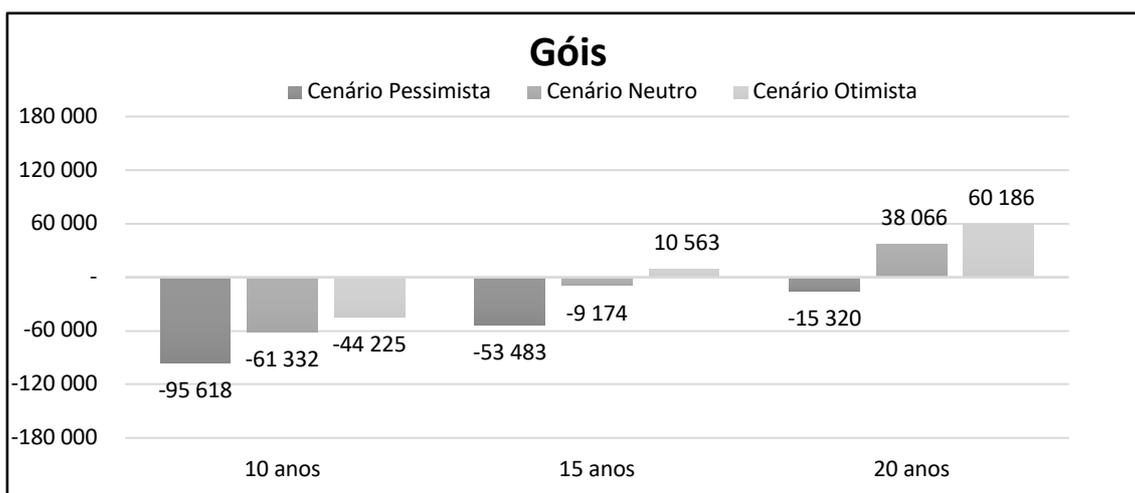
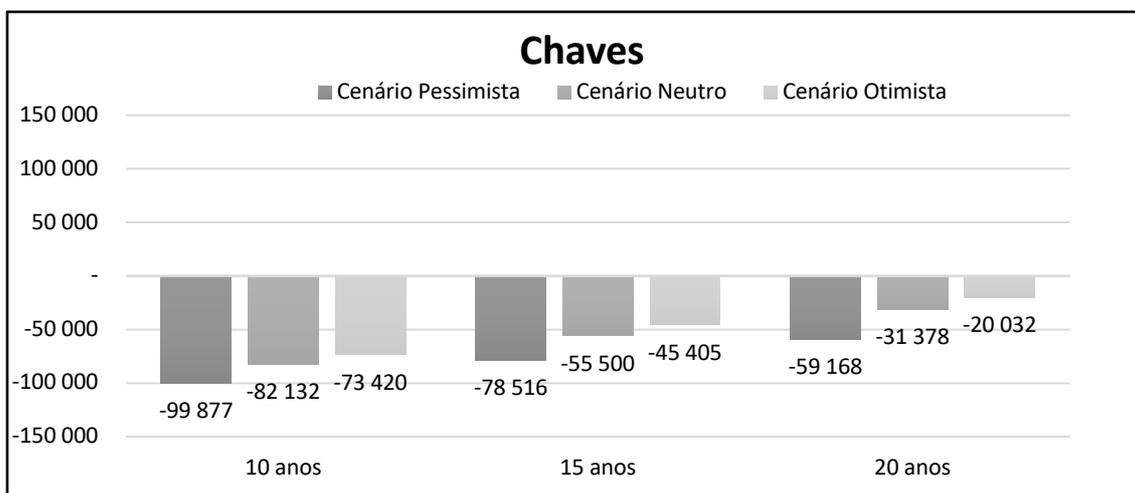
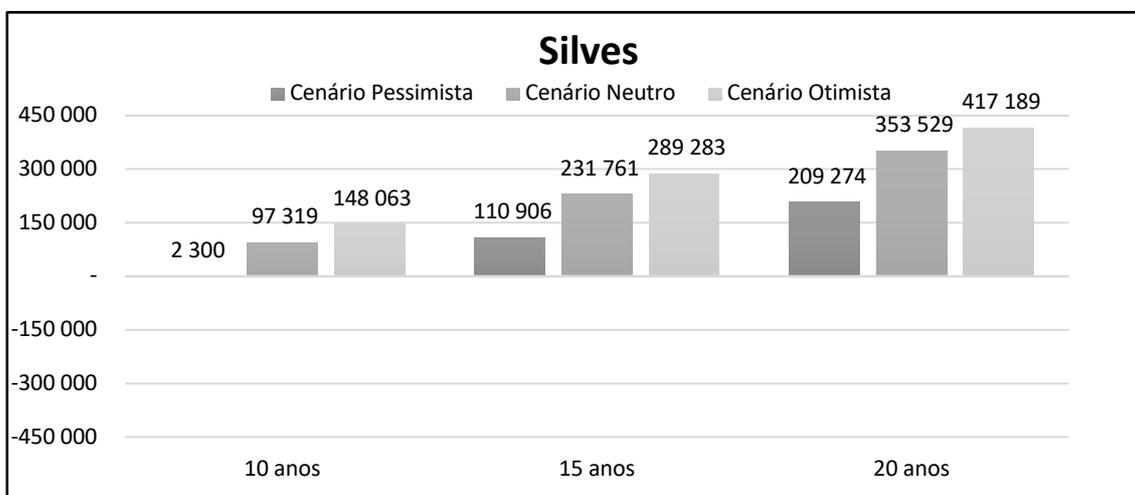
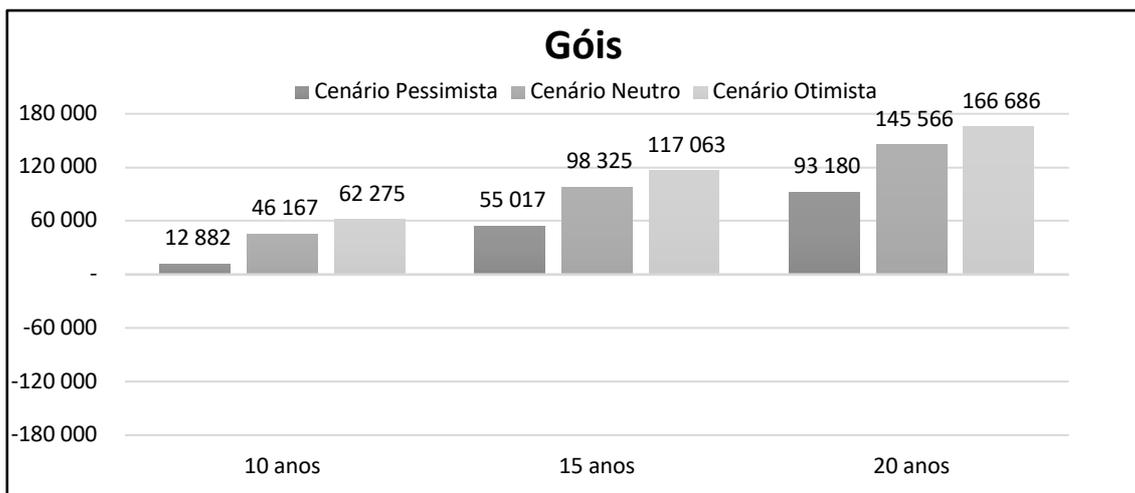
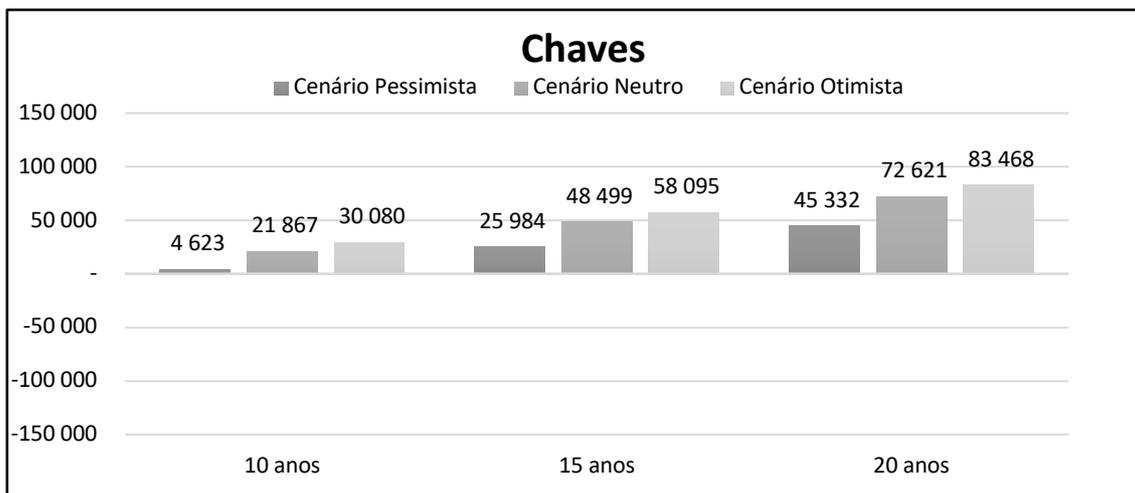


Figura 6. VAL com aquisição de caldeira



No primeiro cenário (Figura 5) de aquisição da caldeira e de uma unidade de peletização, o projeto mais rentável é o de Silves. Isto deve-se à inexistência de um mercado de biomassa em Silves que resulta num preço mais baixo da biomassa, e ao facto de ter a maior procura de MWh/ano que levam a que o investimento inicial, ainda que maior que os outros, seja ressarcido mais rapidamente. Já Chaves, devido ao preço mais alto da biomassa e a uma baixa procura de MWh/ano, nunca consegue ter um VAL positivo, nem num cenário mais otimista a 20 anos. **É de salientar que a instalação os edifícios-piloto têm características muito diferentes, incluindo nos consumos estimados, o que justifica em grande medida as assimetrias na estimativa do VAL.**

No segundo cenário, sem linha de peletização, por via da redução do montante do investimento, os valores de VAL aumentam (Figura 6). No entanto esta abordagem carece de quantificação e contabilização dos maiores custos de manutenção e potenciais custos extra de mão de obra referentes ao uso de aparas em relação ao uso de pellets e também ter em conta o maior potencial calorífico dos pellets em relação às aparas. Estas razões levaram, em Valência (Serra), à aquisição de uma linha de peletização, sendo necessário ter em conta estes valores para obter estimativas mais realistas.

Foram ainda efectuados os **cálculos para outros cenários não incluídos** nesta versão de síntese. Considerou-se, por exemplo, que os custos com a extração da biomassa possam ser assumidos pelo proprietário: por exemplo, no âmbito de operações regulares de limpeza. Considerou-se também a possibilidade de obtenção da biomassa sem qualquer custo: por exemplo, através de operações de limpeza realizadas pelo município com a contrapartida de obtenção da biomassa resultante. Em ambos os cenários os resultados são, naturalmente, mais favoráveis, especialmente no segundo, uma vez que o custo da biomassa é superior ao custo da extração. Estes cenários avançam possibilidades de incentivos aos proprietários, no entanto, esses incentivos devem ser cuidadosamente pensados sob pena de (i) interferir grosseiramente nos mercados de biomassa já existentes em algumas dessas regiões, (ii) desencorajar proprietários que já realizavam as limpezas dos seus terrenos e (iii) tornar atividades obrigatórias, como é o caso das limpezas das florestas, dependentes de subsídios. Por último, foi realizada uma análise de sensibilidade à alteração das taxas de atualização e ao preço do GPL, cuja instabilidade terá naturalmente um impacto relevante no cálculo do valor líquido atualizado, e que aponta por isso para a necessidade de realizar cálculos atualizados à data de implementação dos projetos.

Apontamos, finalmente, **algumas limitações ao cálculo do VAL**. Não foram considerados neste estudo os preços relativos ao eucalipto, tendo sido usado, como referência, o preço relativo ao pinheiro. Se considerada a utilização de biomassa residual (proveniente, por exemplo, de limpezas de terrenos), os preços operacionais serão provavelmente menores. O cálculo de potência energética da biomassa foi feito para estilha e não para pellets, esperando-se que os pellets possam apresentar maior potência energética por tonelada de biomassa. Também o custo de estilhaçamento foi considerado de forma igual para aparas/estilha e pellets, esperando-se, no entanto, que os pellets necessitem de uma etapa extra pós-estilhaçamento referente à própria peletização. O preço da linha de peletização considerado foi de 100.000€,

pelo que melhores estimativas podem levar a resultados mais realistas. Por último, os preços de transformação da biomassa supõem a existência de máquinas capazes de efetuar os processos referidos: por exemplo, um carregador-transportador ou um rechagador e um camião capaz de transportar a estilha. Os custos destes equipamentos não foram considerados.

7.2. Governance na cadeia de valor da biomassa

O Decreto-Lei n.º 64/2017, de 12 de junho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 120/2019, de 22 de agosto, coloca em relevo o papel dos municípios na instalação e exploração de novas CVB, estabelecendo um referencial para a reflexão acerca da cadeia de valor e da sua governação (governance). Importa, no entanto, ponderar sobre a adequação do papel dos municípios considerando o conhecimento acumulado ao longo do projeto acerca de outras alternativas de governação que passam pela “auto-organização” ou propriedade partilhada (Frantzeskaki et al. 2013) e considerando as especificidades técnicas relacionadas com a instalação e exploração de CVB (por exemplo, ao nível da qualidade da biomassa), as implicações financeiras (especialmente considerando que nem sempre é possível recuperar o investimento com base na redução de custos na aquisição de energia) e a existência de um conjunto abrangente de stakeholders (incluindo, entre outros, os vários perfis de proprietários, intermediários e utilizadores concorrentes da biomassa residual). A análise realizada neste estudo já identificou os stakeholders mais importantes e estabeleceu orientações para a relação a estabelecer com cada grupo (Matriz de Mendelow).

Sob o ponto de vista da governação está em causa o alinhamento de interesses entre os vários participantes numa determinada atividade. Mais especificamente, **pretende-se assegurar que cada um dos participantes na cadeia de valor, no esforço de maximização da sua utilidade individual, não obtenha benefícios privados que ponham em causa o funcionamento do sistema** e os incentivos para que os restantes participantes nessa mesma cadeia de valor se mantenham empenhados em assegurar o sucesso das CVB. A este propósito Carleton & Becker (2018) ilustram o caso dos proprietários que em circunstâncias semelhantes, para aumentar o seu rendimento, entregavam biomassa verde e molhada pois o seu rendimento era dependente do peso. Conforme resulta das indicações técnicas proporcionadas pelo Luke, tal seria contrário ao bom funcionamento das CVB, para além de aumentar os custos (e impacto ambiental) do transporte e secagem.

Acresce que a própria natureza da atividade e o desconhecimento acerca de muitos dos aspetos críticos para o sucesso das CVB irá implicar, por certo, uma colaboração e coordenação (Carleton & Becker 2018) e não uma competição pelos ganhos que poderão resultar da atividade. Adicionalmente, conforme realçam Frantzeskaki et al. (2013), **existem vantagens associadas ao papel duplo de fornecedor e cliente de energia, o que seria o caso da produção de energia pelo município** para utilização em edifícios do próprio município (p. ex., piscina municipal).

O Relatório Final elaborado pelo Luke assinala que, em operações de pequena escala como as que aqui se tratam, é habitual que a principal entidade controle uma grande parte da cadeia para assegurar o controlo da criação de valor. Embora tal implique maiores investimentos por parte dessa entidade, também as oportunidades de tirar proveito de uma boa gestão são maiores. Valoriza-se, especialmente, este argumento pois – à luz dos cálculos efetuados pelo Luke e pelo ISEG – a natureza da atividade e a sua escala apresentam desafios ao nível financeiro, não obstante as múltiplas externalidades positivas, tema que deverá ser abordado sem introdução de distorções no mercado dos produtos florestais (Carleton & Becker 2018).

A este argumento acresce, ainda, um outro que se centra na capacidade de assegurar a recolha de biomassa atendendo ao racional de sustentabilidade da floresta. Seria contrário aos interesses do projeto o recurso a biomassa que não se enquadre no conceito de biomassa residual. Nesta conceção, através do envolvimento mais acentuado dos municípios, assegura-se um elemento adicional de salvaguarda do interesse público.

Apesar das vantagens do protagonismo atribuído aos municípios, conforme se detalha no presente relatório, **não se deve negligenciar o reconhecimento da importância do envolvimento de um leque alargado de stakeholders** para assegurar o conhecimento generalizado do público (Carleton & Becker 2018) e o seu apoio (enquanto condição para o sucesso das CVB), contribuindo também para aumentar a confiança na solução tecnológica adotada (Frantzeskaki et al. 2013; Upham & Shackley 2006), visando também alcançar um efeito multiplicador centrado na importância da valorização da biomassa.

8. Análise Crítica

8.1. Análise SWOT da viabilidade de pequenas CVB

Com recurso aos dados recolhidos no presente relatório, a equipa do ISEG elaborou uma análise SWOT da viabilidade de pequenas CVB em Portugal, no sentido de sintetizar os resultados-chave obtidos.

Strengths / Forças

- **Disponibilidade de biomassa** – o estudo de pré-viabilidade realizado pelo Luke aponta para uma disponibilidade de biomassa superior às necessidades dos projetos-piloto. Havendo propriedades públicas, comunitárias e/ou em cogestão com o ICNF, as autarquias poderão operar toda a cadeia de valor de forma autónoma.
- **Melhoria da gestão florestal** – grande parte das intervenções de gestão florestal representam custos para os proprietários, sem retorno económico significativo. As centrais de CVB podem contribuir para alterar este paradigma, gerando valor económico para os proprietários ao mesmo tempo que veiculam práticas de gestão florestal sustentável.

- **Estudo de contextualização** – a implementação destas iniciativas beneficia da existência de estudos de contextualização como aquele que aqui se apresenta, considerando-se que a análise realizada contribui para a redução de custos futuros.
- **Redução da fatura energética** – ainda que o mercado energético apresente grande instabilidade, as pequenas centrais de CVB podem constituir um passo relevante para a autonomia energética, para o estímulo da economia local e para a poupança no consumo de energia.

Weaknesses / Fraquezas

- **Fragilidade da floresta portuguesa** – a forte presença de indústria associada ao sector florestal em Portugal – celuloses, pellets – tem tido um impacto negativo na biodiversidade da floresta portuguesa e motivado preocupações sociais com os riscos de incêndio associados às monoculturas. Este quadro social acentuará o escrutínio público sobre a utilização de biomassa florestal para produção energética, não havendo ainda consenso acerca do papel da biomassa na transição verde.
- **Falta de know-how** – o conhecimento acerca da operacionalização de pequenas centrais de CVB é ainda diminuto em Portugal, o que torna mais difícil a tomada de decisão e as condições de sucesso dos projetos.
- **Dependência tecnológica** – os equipamentos necessários à operacionalização de CVB requerem manutenção a médio/longo-prazo, realizada pelos próprios fornecedores, sendo este um fator de dependência que poderá gerar imprevistos ou ineficiências futuras.
- **Falhas na cadeia de abastecimento** – a cadeia de abastecimento depende de recursos que não estão satisfatoriamente implementados nas regiões-piloto, como parques de biomassa, locais de armazenamento, equipamento de secagem, equipamentos de recolha, etc.
- **Concorrência dos pellets** – a indústria de pellets existente em Portugal pode concorrer com os Municípios na aquisição de biomassa, ainda que tal se observe quase exclusivamente no caso de grandes proprietários/ produtores.
- **Concorrência de outras energias renováveis** – considerando em particular a necessidade atual de transição energética, a produção de energia através de biomassa não é atrativa quando comparada com outras fontes de energia, como solar ou eólica.
- **Excessiva dependência de incentivos/subsídios** – Devido aos altos custos de investimento inicial e de operacionalização das pequenas centrais de CVB, estas iniciativas serão em larga medida dependentes de incentivos e/ou subsídios públicos.
- **Falta de previsão sobre a quantidade de biomassa disponível no presente e futuro** – a incapacidade de prever adequadamente a quantidade de biomassa disponível no futuro traduz incerteza quanto à viabilidade destas iniciativas no médio/longo-prazo.
- **Falta de mecanismos de certificação** – sem mecanismos eficientes de controlo, fiscalização e certificação da biomassa, não existem garantias institucionais de que estas iniciativas mantenham princípios de gestão florestal sustentável.

- **Falta de recursos humanos nas autarquias** – de momento, as autarquias não têm recursos humanos suficientes para fazer face aos projetos e responsabilidades em curso, o que coloca em risco a implementação de pequenas centrais de CVB caso não seja contemplada a criação de emprego.

Opportunities / Oportunidades

- **Fortalecimento de novos intermediários** – a necessidade de intermediários na cadeia de valor da biomassa florestal pode constituir uma oportunidade para fortalecer as associações já existentes nos territórios – p. ex. Associações Florestais.

- **Alinhamento com políticas públicas nacionais e europeias** – reforça a existência de linhas de apoio. Possibilita que possa haver a conceção de projetos de raiz e integrados com outros noutras áreas, minimizando o risco;

- **Importância estratégica da diversificação de fontes de energia** – tendo em conta o quadro de instabilidade energética atual, a produção de conhecimento acerca de diferentes formas de produção energética em território nacional ganha relevância.

- **Criação de um potencial de valorização da floresta** – de forma integrada com outros princípios, a utilização de biomassa florestal para produção energética pode representar um aumento na valorização económica das florestas.

- **Modelo de economia circular** – o desenho da cadeia de valor em cada território poderá ter impacto positivo na economia local e fomentar uma economia circular, no sentido em que se detenham os recursos necessários e se distribua a riqueza gerada dentro da própria comunidade.

Threats / Ameaças

- **Instabilidade dos custos de energia** – estas iniciativas têm uma vida útil longa e, no caso de se observarem aumentos no custo das energias fósseis (petróleo, gás, eletricidade), essa subida irá também implicar aumentos nos custos da cadeia de biomassa.

- **Confluência de planos simultâneos nos mesmos territórios** – poderão existir planos contraditórios para a valorização de biomassa florestal, como seja a utilização da biomassa para adubagem natural dos solos, para compostagem, etc.

- **Incêndios, pragas e outras catástrofes** – embora as centrais de CVB pretendam reduzir a probabilidade de eventos como incêndios, pragas e outras catástrofes, a sua ocorrência terá implicações na cadeia de valor.

8.2. Recomendações e limitações

Decorre como conclusão deste relatório que **a matéria-prima florestal residual** (sobrantes finos), assim como os sobrantes de madeira queimada, **não são adequados para centrais de pequena dimensão. Este fator coloca um desafio significativo aos objetivos delineados inicialmente, que excluem a utilização de árvores inteiras, suportados pelos princípios de preservação da floresta e pelo respeito pela definição de biomassa florestal em vigor.** Embora a peletização seja apresentada como uma possível solução para a utilização de uma maior diversidade de sobrantes florestais, deve ter-se em conta que esta solução apresenta não só um maior investimento inicial, como também custos de recolha mais elevados – quanto mais finos os sobrantes, maior o custo da operação. Embora o abate de árvores inteiras seja uma estratégia contemplada no caso das espécies invasoras, como a acácia, também neste caso devem ser consideradas práticas alternativas, uma vez que o corte acelera a sua regeneração e poderá levar a resultados contrários aos desejados. Neste sentido, **sobressai a necessidade de impulsionar modelos de gestão florestal atualizados** (p. ex. regeneração natural, floresta de sucessão, agricultura sintrópica) através de processos de formação e consultoria, que apoiem os técnicos florestais de forma a suportar a produção de biomassa florestal sustentável para fins de produção energética.

As estimativas realizadas pelo Luke acerca da biomassa disponível apontam para uma disponibilidade suficiente para o funcionamento de pequenas centrais de CVB. No entanto, não existe previsão efetiva do potencial futuro de biomassa, assim como não existe capacidade de determinar o efeito da concorrência, ou seja, que quantidade de superfície florestal calculada corresponde a explorações já existentes – situação especialmente evidente no caso de Góis, onde uma maior disponibilidade de biomassa corresponde também a uma região com maior presença de indústria e com áreas significativas de eucalipto. Assim, **deverão ser realizadas avaliações de disponibilidade de biomassa ao nível local, caracterizando para esse efeito as áreas florestais, quer públicas quer privadas, que podem efetivamente ser integradas na cadeia de valor de pequenas CVB.** Estas avaliações deverão contemplar, também localmente, o potencial de biomassa disponível oriunda de matos e de operações agrícolas.

Os custos associados à operacionalização de pequenas CVB sugerem que deverão ser criados fundos públicos para este efeito, dirigidos às autarquias. Nesse sentido, **o apoio financeiro deve contemplar não só o investimento inicial em equipamento (caldeiras, assim como maquinaria florestal), mas também a criação de emprego**, uma vez que as autarquias têm atualmente recursos humanos reduzidos e se debatem com dificuldades no cumprimento das suas competências. Para além do impacto económico positivo que decorre da criação de novos postos de trabalho, o aumento da capacidade municipal de intervenção florestal terá ainda impactos positivos na produtividade das florestas, através do reforço de operações de manutenção florestal, controlo de invasoras, plantação de espécies autóctones, etc., contribuindo assim para a regeneração das florestas.

Recomenda-se a **realização de uma campanha de sensibilização da população**, adequada ao público-alvo, considerando as características da propriedade e proprietários das zonas florestais próximas das centrais instaladas. Paralelamente, estas campanhas não devem estar separadas da educação de um público mais alargado relativamente à prevenção dos fogos florestais e ao conhecimento dos serviços prestados pelas florestas.

A **formação técnica adequada da mão-de-obra** que se vai articular com a cadeia de valor criada para o aproveitamento da biomassa para estas centrais afirma-se como outro dos aspetos críticos a ponderar. Uma monitorização cuidada da matéria-prima (assegurando que não é prejudicada a sustentabilidade) bem como dos resultados em termos de produção de energia e o conhecimento do equipamento, afiguram-se como procedimentos necessários para o sucesso. As primeiras instalações são críticas e devem merecer o maior cuidado de acompanhamento e reporte para que, no futuro, se possam garantir condições muito próximas das ótimas para este tipo de projeto. A partilha desta informação é fundamental para a replicação das experiências. Ainda neste âmbito, o acompanhamento por parte de centros de investigação e outros organismos públicos direta ou indiretamente ligados à floresta e transição energética, podem ser chamados a acompanhar os projetos, com suporte técnico e científico atualizado e de apoio.

Apesar de todos os cuidados metodológicos na elaboração do estudo, devem ser reconhecidas algumas limitações na sua interpretação. Em primeiro lugar, a análise efetuada, especialmente pela equipa do Luke, suporta-se no Inventário Florestal Nacional reportado a 2015. Apesar dos cuidados havidos, após este inventário ocorreram incêndios com impactos significativos na floresta.

Em segundo lugar, **a análise em cada zona-piloto decorre das manifestações de interesse realizadas localmente. Tal não significa que os edifícios em análise sejam ótimos para a utilização de biomassa.** Por exemplo, deste ponto de vista, uma piscina municipal em Góis pode ser mais interessante do que outros edifícios em Góis e do que uma piscina municipal em Silves. De qualquer das formas, conhecida a metodologia subjacente aos cálculos realizados é possível a sua replicação para outros edifícios e, assim, suportar as tomadas de decisão. Apesar da possibilidade de replicação da metodologia, em termos tecnológicos, tal não será tão simples e seria relevante que a médio-prazo se possam desenvolver localmente competências na produção e manutenção de caldeiras, o que acresceria positivamente ao impacto económico já identificado.

Relativamente à **análise apresentada referente ao valor atualizado líquido, adverte-se pra que a mesma possa ficar rapidamente ultrapassada**, pelo efeito da volatilidade nos mercados de energia (que, por um lado, pode tornar a utilização da biomassa mais apelativa, mas que impacta negativamente os custos com recolha e transporte dessa biomassa), da inflação (com implicações, por exemplo, no custo de aquisição e manutenção de equipamentos) ou mesmo da subida das taxas de juro. Ainda a este nível, reforça-se que se estabeleceu sempre o cenário de aquisição de uma caldeira sem comparar esse custo com o de aquisição de uma solução tecnológica alternativa (penalizando os cálculos apresentados). Em contrapartida, a instalação de CVB não dispensa outras tecnologias para fazer face aos períodos de pico da procura. No que

se refere aos equipamentos a adquirir, o valor final dependerá do balanço entre os custos de aquisição e a sua duração e custos de manutenção. A este nível, o estudo não apresenta orientações concretas, devendo ser o tema abordado em consultas diretas a fornecedores.

Por fim, apesar da preocupação transversal ao estudo com o impacto na prevenção de fogos rurais através da valorização da biomassa florestal, **importa reconhecer que não se defende que a instalação de CVB seja uma solução definitiva para todos os problemas existentes. Pelo que se expôs, considera-se que podem aportar benefícios para essa finalidade, mas a sua implementação não deve dispensar e deve ser articulada com o desenvolvimento de outras iniciativas.** Neste domínio, sobressai a importância e o cuidado na seleção da biomassa a utilizar, privilegiando a sustentabilidade (o que, no limite pode até suscitar o desenvolvimento de um sistema de certificação da origem da biomassa utilizada nas CVB).

8.3. Síntese dos contributos da conferência de encerramento

No dia 28 de outubro de 2022 realizou-se no ISEG a conferência de encerramento do estudo com a participação de peritos, consultores, stakeholders e parceiros para apresentação das propostas finais. Apesar deste foco, decidiu-se abrir as inscrições a outros interessados que, assim, presencialmente ou por via virtual, tiveram oportunidade de tomar contacto com o estudo. Entre os assistentes, destaca-se a presença de académicos e de representantes do ICNF e da AGIF.

Para este evento foi desenhado um programa que, após a abertura (Universidade de Lisboa – Prof. Doutor João Peixoto; AGIF – Dr. Mário Monteiro) passou à apresentação das atividades, metodologias, resultados apurados e propostas formuladas, que integram os estudos do Luke e do ISEG, na perspetiva de complementaridade que se pretendia imprimir ao projeto. Contou, de seguida, com a participação de Juanjo Mayans, Diretor da Secção de Água e Resíduos do Serviço de Meio Ambiente do Governo de Valência (Espanha), que abordou a experiência com centrais de valorização de biomassa daquela província espanhola (caldeiras com 250 Kw de capacidade aproveitando biomassa proveniente de parque natural que cobre 95% do território – ver Caixa 3).

Para além destas intervenções iniciais realizou-se uma mesa-redonda que contou com o envolvimento do Colégio F3 – Food, Farming & Forestry – da Universidade de Lisboa. Neste contexto foi possível reunir especialistas de diferentes instituições (Quadro 12) que, com base na análise prévia do relatório elaborado pelo ISEG, teve oportunidade de o discutir à luz das respetivas áreas de especialização científica.

Por fim, a conferência contou ainda com a presença da Embaixadora da Finlândia que, entre outros tópicos, tratou o trabalho desenvolvido na Finlândia do sentido de integrar as mais modernas tecnologias com o desenvolvimento sustentável e aproveitamento sustentável dos

recursos florestais. Os trabalhos foram encerrados pelo Dr. Rui Pombo, membro do Conselho Diretivo do ICNF.

Quadro 12. Constituição da mesa-redonda “Valorização Sustentável da Floresta e Transição Energética”

Sofia Bento (moderação)	Professora Associada com Agregação do ISEG (Departamento de Ciências Sociais). Áreas de investigação: sociologia da ciência e da técnica, métodos etnográficos, experiência da contaminação, participação e gestão de recursos naturais, controvérsias e debate público, instituições científicas e políticas de investigação científica e do ensino superior.
Ana Filipa Ferreira	Investigadora do Departamento de Engenharia Mecânica do IST e Professora Assistente Convidada do IST. Doutorada em Engenharia do Ambiente, com Pós-Doutoramento em Engenharia Mecânica, especializada na área de análise do ciclo de vida e sustentabilidade, hidrogénio, valorização de biomassa, processos de conversão e biocombustíveis.
Jorge Gominho	Investigador do Centro de Estudos Florestais do ISA. Licenciado em Engenharia Florestal (1992), com Doutoramento em Engenharia Florestal (2004) pelo Instituto Superior de Agronomia (ISA/UTL). Áreas de investigação: biomassa, bioenergia, biorrefinarias e culturas energéticas.
Luís Moreno	Geógrafo, Professor e investigador no IGOT-UL. Doutoramento em Geografia Humana pela Universidade de Lisboa (Faculdade de Letras) e Membro da Comissão Científica do doutoramento em Ciências da Sustentabilidade da UL. Áreas de investigação: geografia social, desenvolvimento local e rural.
Manuel Coelho	Professor Associado com Agregação no ISEG (Departamento de Economia); coordenação do Mestrado em Desenvolvimento e Cooperação do ISEG. Áreas de investigação: economia dos recursos naturais e ambiente, desenvolvimento sustentável, economia das pescas sociologia marítima, alterações climáticas e economia da energia.

Com base nos trabalhos desenvolvidos e discussões subsequentes, **sobressaem dois tipos de contributos**. Por um lado, **aqueles que reforçam a relevância do aproveitamento da biomassa florestal como forma de reduzir a dependência energética e, muito especialmente, de melhorar a gestão dos recursos florestais**, com potenciais consequências na prevenção e redução da intensidade dos fogos rurais. **Por outro lado, os alertas relativamente às dificuldades esperadas ao nível da implementação do tipo de solução preconizada no âmbito do estudo** e que deve suscitar uma reflexão muito cuidada e orientada para os casos específicos de implementação e da respetiva envolvente e dos benefícios associados à participação ativa da comunidade científica nos projetos-piloto (reconhecendo-se a falta de conhecimento interdisciplinar relativamente à biomassa). **Foi sublinhada a necessidade de criar equipas multidisciplinares para que os projetos de implementação sejam monitorizados em todas as suas componentes** e a necessidade de verter os resultados desse acompanhamento nas suas várias fases numa plataforma criada para o efeito.

Para além destes contributos, foi abordada a questão (que não fazia parte do âmbito dos estudos do Luke e do ISEG) dos impactos ambientais associados aos critérios de recolha da biomassa florestal e seus impactos na gestão sustentável das florestas e às emissões resultantes da queima de biomassa para produção de calor (embora o caso de Valência ilustre também benefícios a este nível).

Em síntese, sobressaem os seguintes contributos.

- 1 Com base na experiência de Valência, decorre que **a gestão florestal sustentável não é barata, mas o aproveitamento energético pode gerar ganhos**. A pequena escala da

operação reflete-se negativamente no respetivo custo. Para além da redução de custos com a energia, não é negligenciável:

- 1.a A redução de custos com a gestão da biomassa recolhida da floresta;
 - 1.b A redução do recurso a queimadas como ferramenta de eliminação de biomassa (sendo esta uma conhecida fonte de ignição de fogos rurais e, em Portugal, também se associa à perda de vidas humanas);
 - 1.c A criação local de postos de trabalho.
- 2 Também com base na experiência de Valência, sobressai que **a utilização de estilha apresenta vários desafios** (como o teor de água) que reforça a oportunidade da utilização de pellets. A produção industrial de pellets (que apresenta vantagens consideráveis comparativamente à produção manual), permite acrescentar uma fonte de receita adicional através da comercialização de excedentes (para além da criação de maior número de postos de trabalho);
 - 3 **A questão dos resíduos agrícolas**, que não foi explicitamente trabalhada nos estudos, **justifica reflexão adicional**, embora tal se confronte com as limitações técnicas das centrais de menor dimensão quanto à qualidade da biomassa a utilizar (podendo, por exemplo, suscitar problemas com a garantia dada pelos fabricantes das caldeiras);
 - 4 **Existem outras alternativas para a utilização de biomassa**, dado o seu alto teor celulósico, **incluindo os biofertilizantes e o biogás**. Também existem outros processos de transformação que permitem a utilização de biomassa para produção de energia e a sua utilização pode estender-se à produção de biogás e hidrogénio;
 - 5 **O transporte e armazenamento da biomassa são desafiantes**. O custo do transporte é influenciado pela baixa densidade do produto e o armazenamento inadequado pode gerar incêndios (por exemplo, por fermentação da estilha) e não permitir a necessária secagem (com implicações no bom funcionamento das caldeiras). Acresce a presença de pedras e inertes que contaminam a biomassa;
 - 6 **Existe o risco de dificuldade no acesso a biomassa de qualidade**, admitindo-se que a melhor possa ficar disponível apenas para outros operadores (com implicações nos custos);
 - 7 **É importante a articulação das decisões sobre CVB com as tecnologias disponíveis**, a “inteligência territorial”, as comunidades locais e a problemática do regime de propriedade (e eficiência económica) que pode convidar a um esforço para a sua reorganização e implementação de soluções específicas para cada município.

Referências Bibliográficas

- Ahl, A., Eklund, J., Lundqvist, P., & Yarime, M. (2018). Balancing formal and informal success factors perceived by supply chain stakeholders: A study of woody biomass energy systems in Japan. *Journal of Cleaner Production*, 175, 50-59.
- Almeida, T., Figo, S., & Gil, L. (2020). A biomassa na transição energética em Portugal. In *CIES2020-XVII Congresso Ibérico e XIII Congresso Ibero-americano de Energia Solar* (pp. 677-683). LNEG-Laboratório Nacional de Energia e Geologia.
- Anttila, P., Asikainen, A., Laitila, J., Cartagena, M. B., & Campanero, I. (2011). Potential and supply costs of wood chips from forests in Soria, Spain. *Forest Systems*, 20(2), 245-254.
- Bento-Gonçalves, A. (2021). *Os incêndios florestais em Portugal*. Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa.
- Berg, S., Cloutier, L. M., & Bröring, S. (2018). Collective stakeholder representations and perceptions of drivers of novel biomass-based value chains. *Journal of Cleaner Production*, 200, 231-241.
- Camero, C., & Sowlati, T. (2014). Assessment and optimization of forest biomass supply chains from economic, social and environmental perspectives – A review of literature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36, 62-73.
- Carleton, L.E., Becker, D. (2018). Forest biomass policy in Minnesota: Supply chain perspectives on barriers to bioenergy development. *Forests*, 9, 254; doi:10.3390/f9050254
- Carvalho-Ribeiro, S. M., Lovett, A., & O’Riordan, T. (2010). Multifunctional forest management in Northern Portugal: Moving from scenarios to governance for sustainable development. *Land use policy*, 27(4), 1111-1122.
- Cooperativa Copérnico (2021). Comunidades de Energia: um guia prático. <https://www.coopernico.org/pt/blog/292-comunidades-de-energia-um-guia-pratico>
- Cunha, J., & Marques, A. (2021). Análise dos principais fluxos de abastecimento de biomassa florestal em Portugal. *Silva Lusitana*, 29(1), 7-37.
- European Commission (2011). *Toolkit for capacity development*, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2783/59212>
- Esteban, Luis & Sevillano, Raquel & Mediavilla, Irene. (2019). Sustainable Management of Shrub Formations for Energy Purposes. CIEMAT. ISBN 978-84-7834-824-4. Available at: https://www.researchgate.net/publication/340342918_Sustainable_Management_of_Shrub_Formations_for_Energy_Purposes.
- Frantzeskaki, N., Avelino, F. & Loorbach, D. (2013). Outliers or frontrunners? Exploring the (self) governance of community-owned sustainable energy in Scotland and the Netherlands. Em E. Michalena & J. M. Hills (eds.), *Renewable Energy Governance, Lecture Notes in Energy* 23, 101-116, DOI: 10.1007/978-1-4471-5595-9_6.
- ICNF (2021). *Portugal – Perfil Florestal* [Infografia]. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/1f924a3c0e4f7372>

ICNF (2019). *IFN6 –relatório final*. ICNF.

Mayans, J., Torrent-Bravo, J. A., & Lopéz, L. (2021). Energy Use of Mediterranean Forest Biomass in Sustainable Public Heating Systems and its Effects on Climate Change-Case of Study. *International Journal of Renewable Energy Development*, 10(2), 27-31

Observatório Técnico Independente, Castro Rego F., Fernandes P., Sande Silva J., Azevedo J., Moura J.M., Oliveira E., Cortes R., Viegas D.X., Caldeira D., e Duarte Santos F. - Coords. (2020). *Redução do risco de incêndio através da utilização de biomassa lenhosa para energia*. Assembleia da República. Lisboa.

Pereira, J. S. (2014). *O futuro da floresta em Portugal*. Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa.

Sabhani, N., Akhtari, S., & Sowlati, T. (2013). Value chain optimization of forest biomass for bioenergy production: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, 299-311.

Turner, B. (2006). *Cambridge Dictionary of Sociology*. Cambridge. Cambridge University Press.

Upham, P., Shackley, S. (2006). The case of a proposed 21.5MWe biomass gasifier in Winkleigh, Devon: Implications for governance of renewable energy planning. *Energy Policy*, 34, 2161–2172.

Valente, S., Coelho, C., Ribeiro, C., & Marsh, G. (2015). Sustainable Forest Management in Portugal: transition from global policies to local participatory strategies. *International Forestry Review*, 17(3), 368-383.