



## A VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS URBANOS NO CONTEXTO DA DESCARBONIZAÇÃO DO SETOR TRANSPORTADOR

maio 2021

**Francisco Gírio, Susana Marques, Luís Silva**

*Unidade de Bioenergia e Biorrefinarias*

francisco.girio@lneg.pt | susana.marques@lneg.pt | luis.silva@lneg.pt

### ENQUADRAMENTO ESTRATÉGICO

Num quadro de transição energética sustentável, com metas ambiciosas de redução de emissões de GEE e forte aposta nas energias renováveis, o setor transportador assume um papel prioritário como setor alvo para a descarbonização.

Também no que diz respeito à política ambiental na área dos resíduos, a progressiva redução da sua deposição em aterro e o incremento da sua valorização, constitui uma das prioridades em termos da gestão de resíduos e do cumprimento das metas europeias e nacionais nesta matéria.

### O PNEC 2030 e o RNC 2050

Assim, salvaguardando as diretrizes na área da gestão de resíduos numa ótica da circularidade da economia e dos recursos, há que ter presente também as ambiciosas metas climáticas estabelecidas quer no Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), quer no Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC2030).

De facto, o RNC 2050 vem estabelecer, como objetivo para Portugal, uma redução das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) entre 85% e 90% até 2050, face a 2005. Ao mesmo tempo, identifica os principais vetores de descarbonização e linhas de atuação a prosseguir rumo a uma sociedade neutra em carbono em 2050.

Por exemplo, no que diz respeito ao setor dos resíduos e águas residuais, os objetivos do RNC 2050 preveem a redução significativa do volume de resíduos produzidos per capita, aumentando-se, em simultâneo e de uma forma gradual, a recolha seletiva de resíduos recicláveis, em que se inclui a categoria de biorresíduos. Deverá ser atingida uma taxa de 65% para a recolha destes resíduos em 2035, com uma redução ainda mais acentuada da quantidade de resíduos depositados em aterro (-60% e -85% de orgânicos, face a 2005). Tal permitirá uma redução significativa das emissões com origem em aterros, i.e. entre -79% a -82% em 2050, face a 2005. A trajetória prevista para esta redução pode ser observada na figura 1.

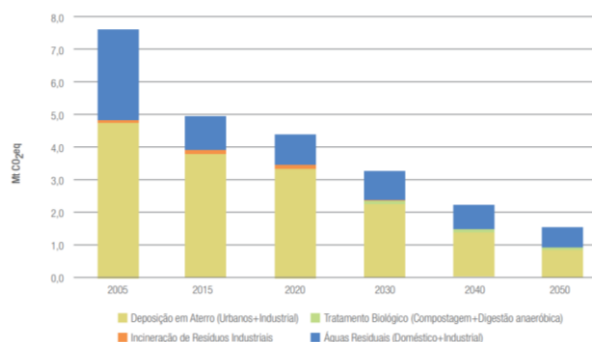


Fig. 1 – Evolução estimada das emissões GEE no setor dos resíduos e águas residuais (RNC 2050)

Também o PNEC 2030 estabelece metas ambiciosas, mas exequíveis, para o horizonte 2030, em termos da política energética nacional, concretizando as políticas e medidas necessárias para uma efetiva aplicação das orientações constantes do RNC 2050 e para o cumprimento das metas definidas. Concretamente no setor transportador, responsável por cerca de 25% das emissões totais de GEE, o PNEC 2030 estabelece uma meta de 20% de energias renováveis em 2030 e perspetiva uma evolução significativa no consumo de diversas fontes, nomeadamente de biocombustíveis avançados (Tabela 1).

Tabela 1 – Perspetivas de evolução do consumo de renováveis no setor dos transportes, por tecnologia, em Portugal, no horizonte 2030 (PNEC 2030)

(ktep)	2020	2025	2030
Biocombustíveis 1ª geração	393	255	136
Biocombustíveis avançados	-	94	155
Hidrogénio renovável	-	9	65
Eletricidade	44	208	543
<b>TOTAL</b>	<b>437</b>	<b>566</b>	<b>900</b>

O PNEC 2030 também prevê a necessidade da utilização de fontes de biomassa sustentáveis, como é o caso de biomassas de natureza residual, para uso em cadeias de valor avançadas, nomeadamente para a produção de biocombustíveis gasosos (ex. biometano e gás natural sintético), líquidos (substitutos de gasóleo e gasolina) e hidrogénio obtido por tecnologias avançadas de conversão termoquímica ou “Power-to-Gas”. Esta abordagem representa uma aposta nacional, privilegiando-se uma interligação entre as políticas energética e ambiental que conduza à prossecução dos ambiciosos objetivos climáticos com os quais Portugal está comprometido.

#### CADEIA DE VALOR PARA BIOCMBUSTÍVEIS AVANÇADOS

#### Contributo dos resíduos urbanos para a diversificação das fontes de energia

Para que possam ser atingidos estes objetivos, é necessária uma abordagem estratégica aos diversos setores, incluindo o setor dos resíduos, e especificamente dos resíduos urbanos (RU). Neste contexto, é de ressaltar que deverá ser sempre respeitada a hierarquia da utilização de resíduos, através da primazia à valorização orgânica face à valorização como vetor energético. Contudo, em múltiplas situações, tal não é aplicável de uma forma técnica e economicamente viável, sendo mais sustentável a sua valorização como fonte de produtos de base energética.

De facto, deverá ser sempre adotada uma abordagem integrada das políticas públicas para a valorização de qualquer fonte endógena de biomassa de natureza residual, nomeadamente biorresíduos ou outros resíduos biodegradáveis. Esta valorização deverá estar alinhada com os objetivos e metas em matéria de resíduos, numa ótica de circularidade.

É o caso da ligação entre a valorização de resíduos urbanos e a prioridade do PNEC2030 dada aos biocombustíveis avançados para a mobilidade que decorre, aliás, da Diretiva europeia (UE) 2018/2001 (Diretiva RED II). Uma das linhas estratégicas aplicável ao setor dos transportes pressupõe a geração de energia nas próprias instalações de gestão de resíduos, através da instalação de equipamentos que permitam a recuperação de gases dos aterros e de biogás

proveniente das instalações de digestão anaeróbia, com vista à sua transformação em biometano. Num futuro próximo, a recolha seletiva de biorresíduos e a sua consequente valorização constituirá um requisito obrigatório para todos os sistemas de gestão de RU. A digestão anaeróbia dos biorresíduos, com a produção simultânea de fertilizante para a agricultura e de gás renovável, será um dos processos de valorização mais atrativos a considerar.

Aliás, a atual aposta nacional na produção e utilização de gases renováveis, com especial destaque para a produção de biometano e hidrogénio verde, vem dar um impulso significativo a esta nova abordagem de valorização energética no setor dos resíduos, contribuindo para a diversificação das fontes de energia em Portugal e redução da dependência das energias fósseis. Esta forma inovadora de valorização deverá, no futuro, substituir a incineração de resíduos bem como a simples valorização do biogás por queima para a produção de eletricidade, que como se sabe, é dependente de incentivos do Estado.

Para que exista viabilidade nesta aposta por parte dos sistemas de gestão de resíduos na produção alternativa de gases renováveis, incluindo a produção de biometano (com características semelhantes às do gás natural) a partir da purificação do biogás, os custos de produção de biometano terão de ser competitivos quando comparados com o do gás natural. O PNEC 2030 identifica a relevância desta questão, apontando para necessidade de reavaliação do processo remuneratório da produção de eletricidade a partir de RU de forma a que a produção de gases renováveis, como é o caso do biometano, se possa tornar atrativa para estes operadores, promovendo a sua adoção.

Para além da **revisão da remuneração da produção de eletricidade**, no caso específico das unidades dos sistemas de gestão dos RU, apresentando um enorme potencial de produção de gases renováveis mediante a valorização, por digestão anaeróbia, da biomassa residual biodegradável, **a política nacional de incentivos terá de passar pelo estabelecimento de programas específicos de apoio ao investimento nas unidades de produção de biometano por purificação de biogás.**

Paralelamente à aposta na produção de gases renováveis, **haverá que contemplar outras vias de valorização dos biorresíduos**, nomeadamente recorrendo a outras **tecnologias de conversão de biomassa, desde que estas se encontrem num grau de maturidade tecnológica elevado** e sejam passíveis de implementação a curto/médio prazo pelos operadores de gestão de resíduos.

### **Desafios para o setor transportador decorrentes da Diretiva (UE) 2018/2001**

A este propósito, importa ter em conta a necessidade de dar cumprimento às metas estabelecidas na diretiva das energias renováveis (RED II), nomeadamente a meta, para 2030, de 3,5% em teor energético para biocombustíveis avançados no setor dos transportes, em que a utilização de matérias-primas residuais assumirá um papel fundamental. A necessidade de promover a utilização de biocombustíveis avançados no setor transportador está bem patente na Diretiva RED II, em que, para além da meta para 2030, foram estabelecidas metas intercalares, havendo uma forte limitação ao uso de óleos vegetais virgens (provenientes de culturas alimentares). Esta limitação, juntamente com os mecanismos de dupla contabilização para a submeta dos biocombustíveis avançados, vem fomentar esta promoção (Figura 2).

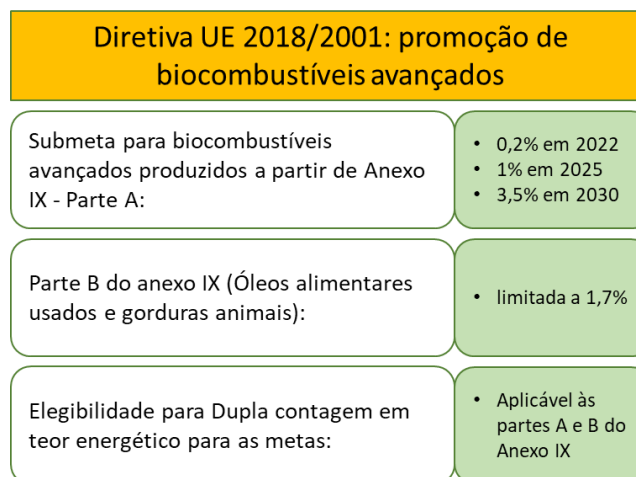


Fig. 2 - Mecanismos presentes na Diretiva (EU) 2018/2001 conducentes à promoção de biocombustíveis avançados para o setor transportador.

É largamente reconhecido que a diversificação das fontes de energia será fundamental para atingir a descarbonização do setor transportador. Sem descuidar o papel fundamental da eletricidade renovável nesta matéria, a descarbonização do setor, neste período de transição energética, terá de passar necessariamente pela aposta imediata no fornecimento sustentável de combustíveis alternativos aos combustíveis fósseis convencionais, nomeadamente com a utilização da atual infraestrutura logística de distribuição e combustíveis líquidos. Para além da promoção de biocombustíveis avançados líquidos, também os gasosos, incluindo o biogás (biometano) obtido a partir de resíduos, bem como e o hidrogénio renovável devem ser incentivados.

O biometano, uma vez liquefeito ou comprimido, conduz diretamente a um combustível gasoso renovável, sob a forma de bio-GNL (biometano liquefeito) ou bio-GNC (biometano comprimido), que poderá ter distribuição direta para o transporte, nomeadamente marítimo e transporte pesado de mercadorias, casos em que a utilização direta de eletricidade renovável terá uma taxa de penetração mais difícil e lenta.

#### TECNOLOGIAS DE CONVERSÃO DE RU



#### O Papel do LNEG enquanto instituto público de I&DT

O LNEG, enquanto instituto público desenvolvendo I&DT nas áreas da energia e geologia, inclui na sua missão no domínio da energia o estudo e avaliação dos recursos renováveis para a produção de energia, com vista à criação de novos processos e produtos que otimizem as respetivas cadeias de valor. Tem também por missão apoiar o Governo na conceção e implementação da política energética e geológica nacional, contribuindo para a economia nacional e preservação dos recursos.

No âmbito da política nacional em termos de valorização da biomassa residual, é de destacar a elaboração pelo LNEG do “Plano Nacional de Promoção das Biorrefinarias 2030” (PNPB 2030) que levou à publicação da RCM nº 163/2017 de 31 de outubro. Este plano visa reforçar a aposta nas fontes de energias renováveis, através do uso sustentável de diferentes tipos endógenos de biomassa, não distorcendo outros mercados existentes. Tal aposta constituirá, a curto e médio prazo, um fator de competitividade nacional, com criação de empregos qualificados, reforçando a coesão nacional através da implementação de novas cadeias de valor industriais, contribuindo para a redução de emissões de GEE e promovendo o uso sustentável da biomassa.

A valorização de resíduos, nomeadamente dos RU, para a implementação de cadeias de valor avançadas, como é o caso da sua utilização na produção de gases renováveis e biocombustíveis líquidos renováveis, enquadra-se perfeitamente no conceito e objetivos do PNPB 2030.

### Abordagem sumária às tecnologias de conversão passíveis de implementação pelos operadores de resíduos urbanos

O LNEG, no âmbito da sua missão de apoio à definição de políticas públicas, elaborou um estudo onde detalha as tecnologias de conversão de biomassa que, na sua perspetiva, se encontram num grau de maturidade tecnológica elevado e passíveis de serem implementadas a curto/médio prazo pelos operadores de gestão de resíduos. Este estudo perspetivou a valorização da fração biodegradável, quer de resíduos urbanos quer de efluentes e resíduos da indústria agroalimentar, assim como de lamas de ETAR.

Numa ótica de utilização potencial no setor transportador, as tecnologias que foram identificadas, enquanto cadeias de valor avançadas, são as constantes da Tabela 2.

Tabela 2 – Tecnologias aplicáveis ao setor transportador identificadas pelo LNEG com potencial de implementação por parte dos operadores de resíduos urbanos

Tecnologia	Tipo	Produto	Observação
<b>Fermentação</b>	Bioquímica	Biocombustíveis líquidos	Produção de bioetanol avançado (fermentação) a partir de resíduos orgânicos.
<b>Digestão anaeróbia</b>	Bioquímica	Biocombustíveis gasosos	Produção de biogás por digestão anaeróbia e purificação para biometano
<b>Gasificação</b>	Termoquímica	biocombustíveis gasosos; biocombustíveis líquidos	Biometano, Bio-H <sub>2</sub> , Gasóleo FT, metanol

### Produção de bioetanol integrada com a produção de biogás

Dada a natureza da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, como inovação ao processo de fermentação convencional, a produção concomitante de biogás e bioetanol pode ser altamente atrativa, possibilitando a valorização integral da matéria-prima, em paralelo com o aproveitamento de algumas instalações já existentes, nomeadamente de produção de biogás.

Neste sentido, O LNEG, em parceria com uma empresa privada de base tecnológica, tem em desenvolvimento uma tecnologia que visa a produção dedicada de bioetanol (biocombustível substituto da gasolina) a partir da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, com a vertente adicional de integração tecnológica com a produção de biogás e composto.



*Num caso de estudo do processo integrado desenvolvido, para uma base de 530 ton/dia de resíduos urbanos encaminhados para aterro (50% de humidade), foi obtido um rendimento de 92 litros de bioetanol/ton de resíduo urbano e ainda uma produção de biogás de 5 M m<sup>3</sup>/ano.*

### Limpeza/melhoramento do biogás para biometano

Quando o objetivo é a produção de biometano, por digestão anaeróbia e posterior valorização do biogás produzido, o processo bioquímico é igualmente a tecnologia mais vulgarmente utilizada.

O melhoramento (“upgrading”) do biogás consiste num processo de limpeza do gás para remoção de impurezas (siloxanos, sulfureto de hidrogénio, etc.) e CO<sub>2</sub>, com o correspondente enriquecimento em metano (teor de 85%-95%), obtendo-se então o denominado biometano, que possui características semelhantes à do gás natural.

Existem diversas tecnologias no mercado que permitem efetuar essa purificação, sendo as tecnologias com maior aplicação:

- limpeza de gases com água (“water scrubbing”);
- lavagem química com aminas (“amine scrubbing”);
- separação por membranas;
- adsorção com variação de pressão (PSA).

De acordo com a IEA Bioenergy (Task 37), no final de 2019 existiam em operação 606 unidades de melhoramento de biogás à escala industrial.

Embora o processo bioquímico se revele mais adequado para a conversão de matéria orgânica com elevado teor de humidade, o biometano pode também ser obtido por via termoquímica, através de um processo de gasificação da biomassa, com a produção do chamado “gás de síntese”, seguido de um processo de limpeza/conversão de gás e metanação. Esta tecnologia aplica-se principalmente para biomassas com baixo teor de humidade e consideráveis componentes lenhocelulósicos. De referir ainda, que o gás de síntese pode ter diversas utilizações, sendo que se o objetivo for a produção de biocombustíveis líquidos, é de destacar o seu potencial para a produção de um biogásóleo Fisher-Tropsch ou de álcoois como o metanol. O metanol pode ser utilizado como precursor para a produção de biogasolina, pelo processo “Methanol-to-Gasoline” (MtG).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### ASPETOS CHAVE A RETER

- A atual aposta nacional em cadeias de valorização de biomassa residual, com características de elevada sustentabilidade e de redução de emissões GEE é determinante para a descarbonização da economia.
- De entre os vários setores a descarbonizar, os transportes, enquanto grande contribuinte em termos de emissões, é um daqueles onde deverão incidir as principais medidas de diversificação de novas fontes de energia, nomeadamente através de uma aposta em biocombustíveis avançados, líquidos ou gasosos, em complemento da aposta na mobilidade elétrica.
- O atual conjunto de ações legislativas de promoção de energias renováveis destinadas ao setor do gás, nomeadamente a regulamentação da produção de gases renováveis e da sua injeção na

rede nacional de gás natural, prevista no Decreto-Lei n.º 62/2020, assim como a implementação de um sistema de garantias de origem para os gases renováveis, previsto no Decreto-Lei n.º 60/2020, são consideradas essenciais para a sua promoção.

- O setor dos resíduos, nomeadamente o dos resíduos urbanos, pela sua natureza, revela-se de primordial importância para alavancar a produção de biocombustíveis avançados líquidos (bio etanol) e gases renováveis ou outras cadeias de valor sustentáveis a partir de biomassa residual.
- O sistema de tarifas bonificadas na produção de eletricidade a partir da queima de biogás, pelos sistemas de gestão de resíduos, deverá ser revisto, levando a que os incentivos venham a incidir em medidas quer de apoio ao investimento para a produção de gases renováveis ou biocombustíveis líquidos (ex. bioetanol), quer em termos de remuneração à sua produção, tendo em conta as diferentes capacidades instaladas nos sistemas, por forma a garantir a sua viabilidade técnica e financeira.
- Um apoio científico e tecnológico no estabelecimento de opções tecnológicas viáveis, que atentem às necessidades e políticas públicas nacionais, em termos de valorização de fontes de biomassa residual, será sempre necessário, estando o LNEG dotado das devidas competências técnicas e humanas para esse fim.

#### PARA SABER MAIS...

- Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030), disponível em <https://www.portugalenergia.pt/setor-energetico/bloco-3/>
- Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), disponível em <https://descarbonizar2050.apambiente.pt>
- Comunicação da Comissão COM(2017) 34, O papel da produção de energia a partir de resíduos na economia circular, disponível em [COM\(2017\) 34](#)
- Diretiva (UE) 2018/2001, de 11 de dezembro de 2018, relativa à promoção da utilização de energia de fontes renováveis, disponível em [DIRETIVA \(UE\) 2018/ 2001](#)
- Decreto-Lei n.º 8/2021, disponível em [154644007 \(dre.pt\)](#)
- RCM n.º 163/2017, de 31 de outubro, que aprova o “Plano Nacional de Promoção das Biorrefinarias 2030” (PNPB 2030), disponível em [114133785 \(dre.pt\)](#)
- LNEG (2020), Tecnologias de conversão de resíduos orgânicos (documento elaborado no âmbito de GT Energia-Resíduos), disponível em <https://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/3557>

