

Potencial Espacial para a Produção de Biometano em Portugal: Implicações de políticas para a Integração de Gás Renovável na Rede Nacional de Gás Natural

Zickmantel A., Plácido F., Baptista P., Ferrão P., J. Portugal-Pereira

IN+ – Department of Mechanical Engineering, Instituto Superior Técnico, ULisboa

Sumário executivo

O biometano contribui para a descarbonização e o desenvolvimento rural, mas enfrenta constrangimentos associados à distribuição desigual de recursos, limitações infraestruturais e incerteza de mercado. O projeto BioRede fornece a primeira avaliação espacialmente explícita, ao nível municipal, do potencial de produção de biometano em Portugal, com foco na co-digestão anaeróbia de resíduos agrícolas e agroindustriais.

Ao integrar análise geoespacial com modelação tecnoeconómica e avaliação de emissões de gases com efeito de estufa (GEE), o estudo quantifica o potencial teórico, técnico e de implementação do biometano, identifica regiões prioritárias para integração na Rede Nacional de Gás (RNG) e estima as reduções de emissões e os custos marginais de abatimento associados. Os resultados da ferramenta BioRede+ indicam que Portugal apresenta cerca de $0,65 \text{ bcm}\cdot\text{ano}^{-1}$ de potencial teórico de biometano. Após considerar eficiências tecnológicas e taxas de recuperação de matérias-primas, o potencial técnico é estimado em cerca de $0,28 \text{ bcm}\cdot\text{ano}^{-1}$, impulsionado por resíduos pecuários (38,7%) e resíduos de culturas cerealíferas (35,6%), seguidos por podas (17,2%) e resíduos agroindustriais (8,5%). Considerando restrições logísticas, infraestruturais e regulatórias, o potencial de implementação reduz-se para cerca de $0,11 \text{ bcm}\cdot\text{ano}^{-1}$, com apenas 19% dos municípios (53) identificados como viáveis, concentrados nas regiões Centro-Sul.

Os custos marginais de abatimento variam entre opções com poupança líquida e casos sem benefício climático, com um custo médio de 77 € por tCO_2e nos municípios economicamente viáveis. Neste nível de implementação, a produção de biometano poderá reduzir aproximadamente $183,34 \text{ ktCO}_2\text{e}\cdot\text{ano}^{-1}$.

No entanto, um desajuste estrutural entre a disponibilidade de biomassa e a cobertura atual da rede de gás limita a implementação a curto prazo em várias regiões com elevado potencial. Assim, o contributo do biometano para a transição energética em Portugal exigirá instrumentos de política territorialmente direcionados, planeamento estratégico de infraestruturas e incentivos económicos estáveis.

Recomendações

- Direcionar o apoio para municípios de elevado potencial identificados pela ferramenta BioRede+, onde a densidade de matérias-primas e o acesso à infraestrutura permitem uma implementação custo-eficaz de $0,11 \text{ bcm}\cdot\text{ano}^{-1}$ de potencial de implementação.
- Priorizar polos regionais de biometano em detrimento de uma expansão uniforme da infraestrutura, com foco nas áreas com maior disponibilidade de recursos, que representam uma quota desproporcional do potencial viável.
- Reduzir os custos logísticos e de ligação à rede, observando que municípios a cerca de ~20 km da rede de gás alcançam custos marginais médios mais baixos ($\text{€}67/\text{tCO}_2\text{e}$ – $\text{€}115/\text{tCO}_2\text{e}$).
- Assegurar mecanismos de apoio estáveis e previsíveis, direcionando projetos economicamente viáveis com um custo marginal médio de $\text{€}77/\text{tCO}_2\text{e}$ (mediana $\text{€}104/\text{tCO}_2\text{e}$) e permitindo a implementação de oportunidades com poupança de custos.
- Utilizar ferramentas de apoio à decisão à escala municipal (BioRede+) para orientar uma implementação territorialmente direcionada, maximizando o impacto climático ($183 \text{ ktCO}_2\text{e}/\text{ano}$) enquanto se evita a alocação ineficiente de apoio público.

Destinatário(s) do policy brief

Este policy brief dirige-se a partes interessadas chave, incluindo: Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Agência para o Clima, Autoridades regionais e municipais.

Colmatar a Lacuna de Evidência no Planeamento Espacial do Biometano

A descarbonização do sistema energético europeu depende cada vez mais de gases renováveis como soluções complementares à eletrificação, particularmente em setores onde a eletrificação permanece tecnicamente ou economicamente desafiante. O biometano oferece a vantagem de compatibilidade com a infraestrutura existente de gás natural (GN), ao mesmo tempo que promove práticas de economia circular através da valorização de resíduos agrícolas e agroindustriais.

Ao nível europeu, a estratégia REPowerEU reconhece o biometano como um pilar chave para reduzir a dependência de importações de GN e estabeleceu um objetivo de produção anual de 35 mil milhões de metros cúbicos (bcm) de biometano até 2030.

Em Portugal, o Plano de Ação para o Biometano estima que o biometano produzido a partir de resíduos orgânicos poderá atingir 2,7 TWh (0,24–0,27 bcm) até 2030, podendo substituir cerca de 9% do consumo projetado de GN. Apesar deste potencial, o desenvolvimento de um setor competitivo de biometano enfrenta desafios estruturais significativos, nomeadamente:

- a distribuição espacial desigual dos recursos de biomassa ao longo do território;
- a cobertura limitada e a concentração da Rede Nacional de Gás (RNG) nas zonas costeiras, deixando fora do alcance municípios com elevado potencial nas regiões do interior;
- a incerteza quanto à viabilidade económica e à eficácia climática da implementação em larga escala;

- a complexidade regulatória e de licenciamento, incluindo procedimentos de ligação à rede e certificação; e,
- a concorrência por recursos de biomassa que podem ser utilizados noutras aplicações;

Os enquadramentos de política atuais identificam o biometano como uma prioridade estratégica, mas carecem de evidência espacialmente explícita para orientar o investimento em infraestruturas, a definição de prioridades regionais e mecanismos de apoio custo-eficazes. Sem uma avaliação territorial robusta, existe o risco de investimento público ineficiente, subutilização de recursos domésticos de biomassa e atraso no progresso rumo aos objetivos climáticos e de segurança energética.

O projeto BioRede aborda esta lacuna de evidência ao fornecer uma avaliação espacial à escala municipal do potencial de produção de biometano em Portugal, com base na co-digestão anaeróbia de resíduos agrícolas e agroindustriais, nomeadamente estrume pecuário, resíduos de culturas cerealíferas, resíduos de poda de vinhas e olivais, e subprodutos agroindustriais (vinhaça e bagaço de azeitona). Quantifica o potencial teórico, técnico e de implementação, identifica regiões prioritárias para produção e integração na rede, e avalia o potencial de mitigação de GEE e os custos marginais de abatimento associados, fornecendo uma base de evidência para políticas de biometano direcionadas e custo-eficazes.

Portugal possui um potencial significativo de biometano, mas constrangimentos estruturais limitam a implementação imediata

A disponibilidade de recursos é significativa mas geograficamente desigual

A análise revela uma variação regional substancial na disponibilidade de resíduos agrícolas e agroindustriais adequados para a produção de biometano em Portugal. Estes resíduos, em particular o estrume pecuário, subprodutos agrícolas e efluentes agroindustriais, constituem matérias-primas essenciais para a produção de biometano através de co-digestão anaeróbia.

O potencial teórico estimado de biometano ascende a aproximadamente 0,65 bcm por ano, mas os recursos de biomassa não estão distribuídos de forma uniforme pelo território. As maiores concentrações de recursos teóricos localizam-se no Norte (28%), Centro (26%) e Alentejo (21%), sendo a Península de Setúbal, Grande Lisboa e Algarve as regiões com menor participação.

Estes padrões espaciais refletem em grande medida a distribuição geográfica dos sistemas de produção pecuária e das atividades agrícolas. Regiões caracterizadas por produção pecuária intensiva tendem a gerar maiores volumes de resíduos orgânicos húmidos com potencial teórico para digestão anaeróbia. O predomínio de resíduos pecuários e agrícolas reforça o papel dos agricultores e dos agentes agroindustriais nas futuras cadeias de valor do biometano.

Nem toda a biomassa disponível pode ser mobilizada

Com base na avaliação espacial dos recursos de biomassa, o estudo estimou o potencial técnico e de implementação da produção de biometano ao nível municipal. Após considerar taxas sustentáveis de recolha de resíduos, eficiências tecnológicas, constrangimentos operacionais e perdas de conversão associadas aos processos de co-digestão anaeróbia, o potencial técnico de biometano é de 0,28 bcm por ano (43% do potencial teórico), impulsionado por resíduos pecuários (38,7%) e resíduos de culturas cerealíferas (35,6%), seguidos por podas (17,2%) e resíduos agroindustriais (8,5%), principalmente concentrados nas regiões Norte e Alentejo.

Restrições adicionais relacionadas com distâncias de transporte, requisitos de escala das unidades, condições regulatórias, acessibilidade à infraestrutura e economia dos projetos reduzem significativamente o potencial de implementação alcançável para aproximadamente 0,11 bcm por ano (17% do potencial teórico). Apenas 53 dos 278 municípios analisados (19%) cumprem as condições de equilíbrio económico para produção de biometano quando se compara o custo de produção com o preço do GN.

Isto indica um limiar forte de viabilidade económica, onde pequenas diferenças na densidade de recursos, acesso à infraestrutura ou escala e configuração das unidades determinam se os projetos de biometano são viáveis.

A proximidade à infraestrutura determina a competitividade de custos

Ao combinar dados sobre a disponibilidade de recursos de biomassa com a acessibilidade à infraestrutura, a análise identifica várias regiões prioritárias para a produção de biometano e injeção na rede de gás renovável.

Os municípios com condições mais favoráveis combinam tipicamente:

- elevadas concentrações de resíduos agrícolas e pecuários,
- proximidade à infraestrutura de gás existente, e
- condições logísticas favoráveis para a recolha e transporte de biomassa.

Ao mesmo tempo, a análise evidencia um desfasamento espacial entre a disponibilidade de recursos de biomassa e a cobertura atual da RNG, particularmente nas regiões interiores do Alentejo. Nestes municípios, o acesso limitado à infraestrutura pode representar uma barreira chave à viabilidade económica dos projetos de biometano, uma vez que a produção e utilização do biometano exigiriam o transporte do gás por camião até pontos de injeção ou consumo, aumentando significativamente os custos de transporte e operacionais. Colmatar esta lacuna infraestrutural será crítico para

desbloquear o pleno potencial da produção de biometano em Portugal Continental.

Os benefícios climáticos são significativos mas diferenciados regionalmente

A produção de biometano nas regiões prioritárias identificadas poderá proporcionar reduções substanciais de emissões de GEE. Com base no potencial de implementação estimado, a implementação de biometano poderá evitar aproximadamente 183,34 ktCO₂e por ano. Estas reduções de emissões resultam de vários mecanismos:

- a substituição de GN fóssil (70%);
- a melhoria da gestão de resíduos agrícolas e pecuários (16%);
- a substituição de fertilizantes azotados fósseis (14%);

Os resultados sugerem que o biometano poderá contribuir de forma significativa para o objetivo de neutralidade climática de Portugal, particularmente em setores onde a eletrificação permanece desafiante, como o calor industrial pesado e sistemas energéticos baseados em gás.

A viabilidade económica depende da escala e da logística

O custo marginal de abatimento estimado varia desde opções de mitigação com custos negativos (poupança líquida) até casos sem benefício líquido de abatimento, dependendo de fatores como a escala da unidade, configuração tecnológica, tipo de matéria-prima, distância de transporte de biomassa e proximidade à infraestrutura de gás. Os menores custos marginais foram observados em municípios onde os recursos de biomassa estão altamente concentrados e localizados próximos da RNG existente.

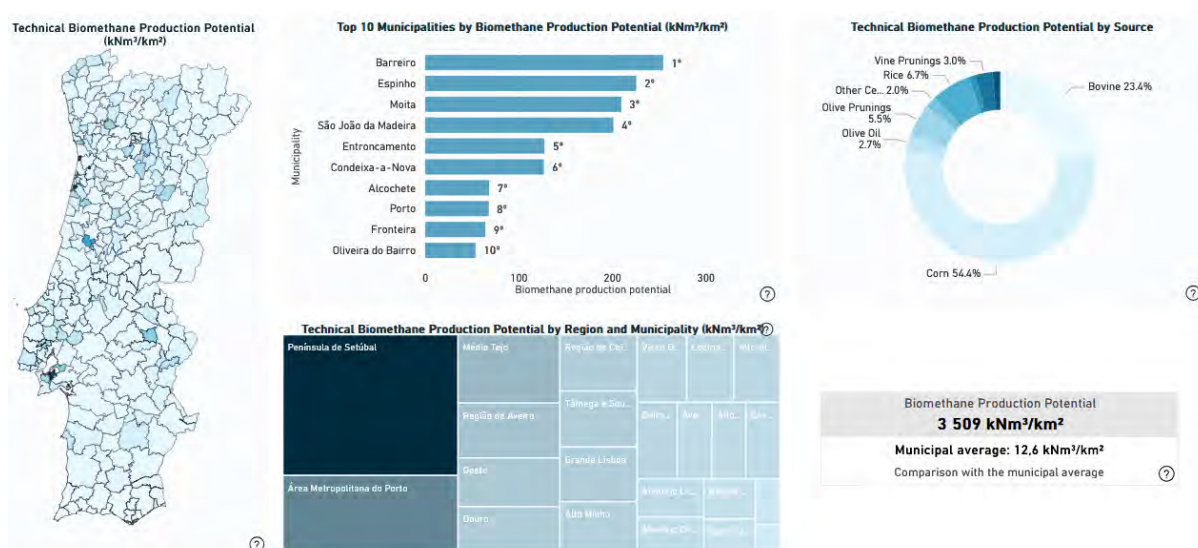
Na análise, municípios implementáveis situados a cerca de ~20 km da RNG existente

apresentam custos marginais médios de aproximadamente €67 por tCO₂-e, enquanto aqueles mais distantes apresentam em média €115 por tCO₂-e. A proximidade ajuda claramente, mas a relação é apenas moderada (correlação ≈0,15); elevada densidade de matéria-prima e maior escala das unidades podem compensar parcialmente os efeitos da distância, e alguns locais próximos da rede apresentam ainda custos elevados quando os recursos são limitados, indicando que a disponibilidade de recursos continua a ser uma restrição crítica a par do acesso à infraestrutura.

Os custos de transporte de biomassa e de ligação à rede são os principais determinantes dos custos totais do sistema, apresentando fortes correlações com o custo total (≈0,84–0,88), o que evidencia a logística como um fator crítico da viabilidade económica. Nos 53 municípios implementáveis, o custo marginal médio é de cerca de €77 por tCO₂-e, com uma mediana de €104 por tCO₂-e; vários municípios apresentam mesmo valores negativos, enquanto os valores máximos permanecem abaixo de €263 por tCO₂-e.

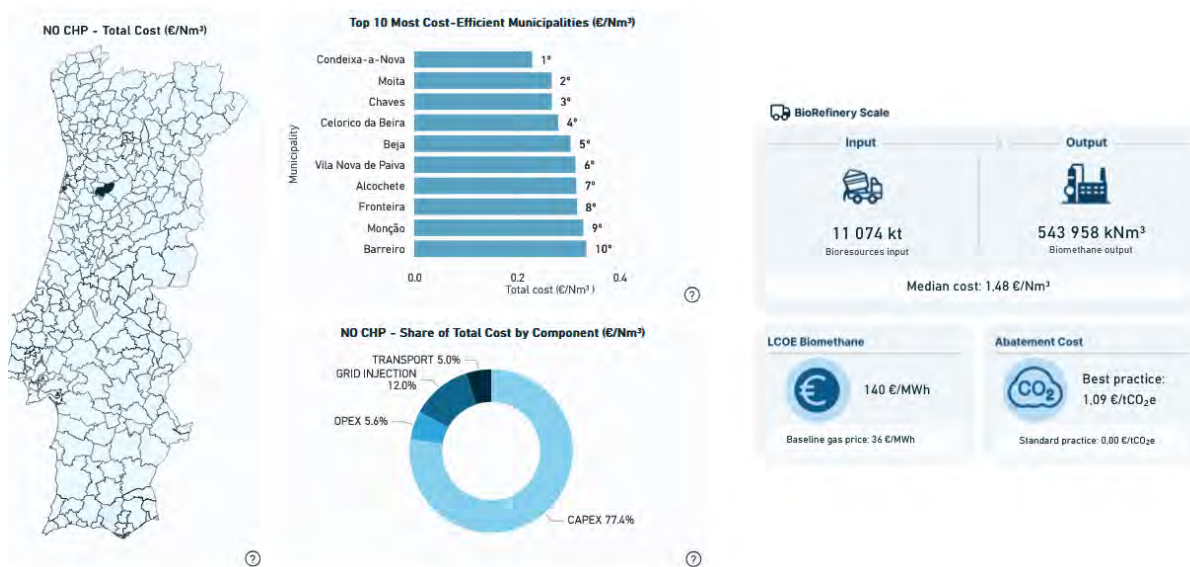
De forma geral, projetos de maior escala em municípios com elevada densidade de matéria-prima apresentam consistentemente custos marginais mais baixos, confirmando que as economias de escala são um fator chave da competitividade de custos. Estes resultados demonstram que os custos de implementação do biometano são altamente dependentes da localização, reforçando a importância de políticas de apoio territorialmente direcionadas. Em condições favoráveis, o biometano pode constituir uma opção competitiva de descarbonização para o setor do gás, particularmente em aplicações difíceis de eletrificar, como calor industrial, transporte pesado e sistemas energéticos baseados em gás.

Figura 1: Distribuição espacial do potencial técnico de produção de biometano nos municípios portugueses ($\text{kNm}^3 \cdot \text{km}^{-2}$).



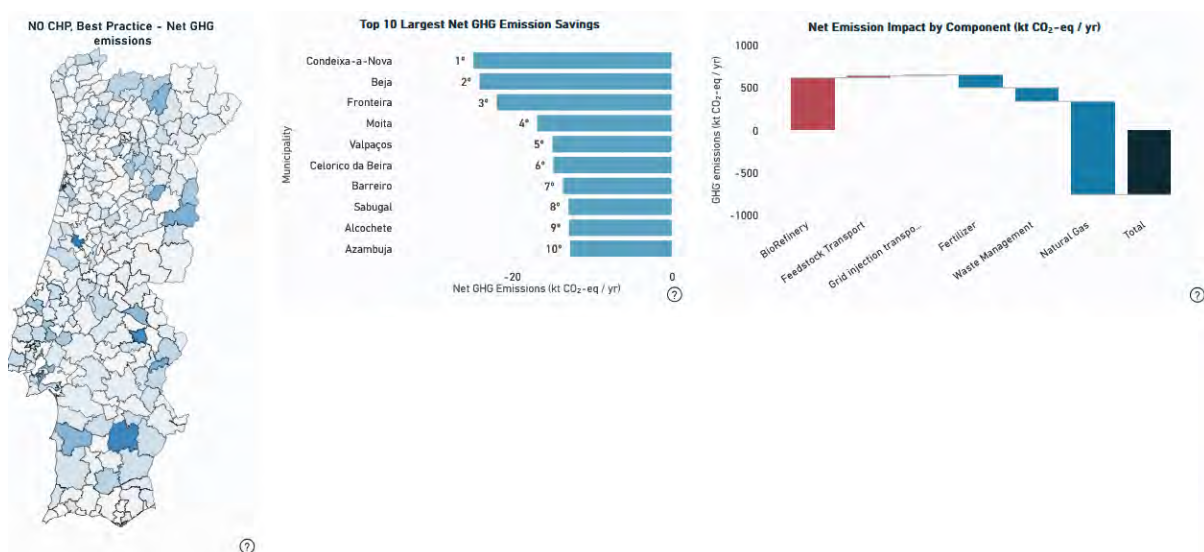
Fonte: Zickmantel et al. 2026.

Figura 2: Distribuição espacial do potencial implementável de produção de biometano nos municípios portugueses ($\text{€} \cdot \text{kNm}^3$).



Fonte: Zickmantel et al. 2026.

Figura 3: Distribuição espacial das emissões de GEE da produção de biometano nos municípios portugueses (ktCO₂e-ano⁻¹).



Fonte: Zickmantel et al. 2026.

São necessárias intervenções de política direcionadas para desbloquear o contributo do biometano para a transição energética

Os resultados do projeto BioRede sugerem que Portugal continental possui um potencial relevante de biometano, mas a sua implementação dependerá de ação política coordenada que aborde constrangimentos infraestruturais, riscos de investimento e capacidade de planeamento ao nível local. Um enquadramento de política coerente deverá combinar estratégias territoriais, mecanismos de apoio ao mercado e ferramentas de planeamento baseadas em evidência. No curto prazo, a política deverá priorizar a implementação em municípios com elevado potencial e acesso à infraestrutura existente, enquanto no médio prazo deverá focar-se no desenvolvimento de polos regionais e na adaptação direcionada da infraestrutura.

Evitar abordagens nacionais uniformes

A política pública deverá priorizar o desenvolvimento de projetos de biometano em regiões onde já existem condições favoráveis, particularmente onde a disponibilidade de biomassa, o acesso à infraestrutura e as condições logísticas estão alinhados.

Estratégias regionais direcionadas através das Comunidades Intermunicipais (CIM) poderão melhorar a viabilidade dos projetos e acelerar a

implementação de unidades de produção de biometano. Os municípios com maior potencial técnico implementável, sob pressupostos de boas práticas, são Batalha, Serpa, Constância, Góis, Montemor-o-Velho, Estremoz, Santarém, Belmonte, Alcácer do Sal e Celorico de Basto; em conjunto, representam mais de um quarto do potencial implementável de biometano em Portugal.

A viabilidade de implementação está concentrada nas regiões Centro e Alentejo: mais de metade dos municípios implementáveis pertencem às regiões NUTS II Centro e Alentejo, com o Norte a apresentar potencial moderado e a Península de Setúbal e o Algarve níveis significativamente mais baixos.

Os decisores políticos poderão considerar:

- Promover polos regionais de biometano, permitindo produção e utilização local em áreas com elevada disponibilidade de recursos e reforçando cadeias de valor da bioeconomia circular.
- Desenvolver clusters locais de procura, ligando a produção de

biometano a utilizadores industriais próximos, frotas de transporte pesado, maquinaria agrícola ou sistemas energéticos distritais.

- Apoiar soluções alternativas de distribuição, como o transporte rodoviário de biometano comprimido ou sistemas de armazenamento e logística de pequena escala.
- Desenvolver instrumentos do lado da procura, como contratação pública, apoio ao uso de biometano na indústria e no transporte pesado, e contratos de fornecimento de longo prazo.
- Incentivar modelos de investimento cooperativos ou regionais, permitindo que municípios, agricultores e indústrias locais desenvolvam conjuntamente projetos de biometano.
- Integrar o planeamento do biometano com estratégias regionais de energia e desenvolvimento rural.

Mercados estáveis impulsionam a implementação

Apesar dos seus benefícios ambientais e de segurança energética, a produção de biometano pode enfrentar barreiras económicas devido aos elevados custos iniciais de investimento e à incerteza das condições de mercado. Sem mecanismos de apoio estáveis e previsíveis, o investimento privado tenderá a permanecer limitado.

Os mecanismos de política que podem apoiar o desenvolvimento do mercado incluem:

- Tarifas feed-in ou prémios para biometano injetado na RNG;
- Contratos por diferença (CfD) para reduzir a volatilidade de preços e

proporcionar segurança de investimento a longo prazo;

- Apoios ao investimento, financiamento com juros reduzidos ou incentivos fiscais;
- Apoio financeiro à ligação à rede e soluções alternativas de distribuição;
- Mandatos de incorporação de gases renováveis;
- Definição de metas claras e enquadramentos regulatórios estáveis;
- Simplificação dos processos de licenciamento.

O planeamento baseado em evidência reforça a eficácia das políticas

O potencial de biometano, a disponibilidade de infraestrutura e a viabilidade económica variam significativamente entre regiões, tornando essencial a análise territorial para o desenho eficaz de políticas.

Os decisores deverão considerar:

- Estabelecer plataformas integradas de apoio à decisão, como a ferramenta [BioRede+](#);
- Integrar ferramentas de planeamento espacial nas políticas energéticas;
- Definir critérios de sustentabilidade e monitorização;
- Promover clusters regionais de desenvolvimento;
- Melhorar a coordenação entre entidades;
- Assegurar alinhamento entre políticas energéticas, agrícolas e territoriais.

Conclusões Estratégicas

O biometano representa uma oportunidade estratégica para Portugal avançar simultaneamente na neutralidade climática, reforçar a segurança energética e promover

práticas de economia circular nos territórios rurais.

A evidência espacial do projeto BioRede demonstra que volumes significativos de gás renovável podem ser produzidos internamente,

com benefícios climáticos mensuráveis e custos competitivos em condições favoráveis.

No entanto, o potencial por si só não garante a implementação. A distribuição territorial desigual dos recursos de biomassa e a cobertura limitada da infraestrutura de gás criam estrangulamentos estruturais que exigem intervenção política coordenada.

Ao alinhar o planeamento de infraestruturas, os incentivos económicos e as estratégias de

desenvolvimento regional com análise espacial baseada em evidência, Portugal poderá desbloquear o pleno valor do biometano como parte de um sistema energético resiliente e de baixo carbono.

As decisões tomadas hoje determinarão se o biometano permanece uma oportunidade teórica ou se se torna um pilar concreto da transição energética nacional num futuro próximo.

Referências

Comissão Europeia, 2022. REPowerEU Plan. Document 52022DC0230. Brussels, Belgium.

DGEG, 2026. Natural Gas Imports Statistics and Markets. Direção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística. Direção Geral de Energia e Geologia. Lisbon, Portugal.

GoP, Resolução do Conselho de Ministros n.41/2024. Plano de Ação para o Biometano 2024-2040. N. 54, 15-03-2024. Governo de Portugal.

IEA, 2025. Outlook for biogas and biomethane. A global geospatial assessment. World Energy Outlook Special Report. International Energy Agency. Paris, France.

IPCC, 2022: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.001.

Zickmantel A., Plácido F., Baptista P., Ferrão P., J. Portugal-Pereira, 2026. BioRede+ tool: Spatial Potential for Biomethane Production in Portugal. Disponível em: <https://bioredemais.tecnico.ulisboa.pt/> (31/03/2026).



COMO CITAR ESTE DOCUMENTO

Zickmantel A., Plácido F., Baptista P., Ferrão P., J. Portugal-Pereira (2026) *Potencial Espacial para a Produção de Biometano em Portugal: Implicações de políticas para a Integração de Gás Renovável na Rede Nacional de Gás Natural*. S4P Policy Brief 8044/2025. PLANAPP – Centro de Planeamento e de Avaliação de Políticas Públicas.

CONTACTO

science4policy@planapp.gov.pt

COPYRIGHT

© PLANAPP, 2026



[Ciência para as políticas públicas](#)



[PLANAPP](#)



[Newsletter](#)



[PLANAPP](#)



[@planapp](#)



[PLANAPP podcasts](#)



Este *policy brief* foi desenvolvido no âmbito do Science4Policy 2025 (S4P-25): Concurso de Estudos de Ciência para as Políticas Públicas, uma iniciativa do Centro de Planeamento e de Avaliação de Políticas Públicas (PLANAPP), em colaboração com a Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), financiada pelo Plano de Recuperação e Resiliência de Portugal. Linha temática S4P-25/20 Gases de origem renovável: incentivar a produção de biometano.

O conteúdo é da exclusiva responsabilidade dos seus autores e não vincula nem compromete o PLANAPP nem a FCT.