

biogás

estimativa teórica do **potencial**
de **produção** de biogás

DO ATERRO SANITÁRIO DA ILHA DE SANTIAGO, CABO VERDE

Eng.º Silvestre Baptista

fábricas de biogás ou **biorrefinarias?**
Lixos ou **matérias-primas?**

Dafo Ecoenergias, S.L.

biogás/biometano, um recurso
energético **renovável** para Portugal

Isabel Paula Marques, Luís Silva, Santino DiBerardino,
Francisco Gírio, Teresa Ponce de Leão

ECO-GATE: EUROPEAN CORRIDORS FOR NATURAL GAS
TRANSPORT EFFICIENCY

mobilidade **européia** a gás natural

Amadeu Borges

BIOGASMOVE – Projeto
de Demonstração **Tecnológica**

Augusto Vigo

Categorias		Composição dos Resíduos Sólidos Urbanos	
		Em peso(%)	Em volume(%)
	Orgânicos Alimentares	6,9%	2,0%
Bioresíduos	Resíduos Verdes	8,9%	8,6%
	Outros Putrescíveis	1,6%	0,7%
Papel /Cartão		10,0%	22,9%
Plásticos Finos		4,7%	11,5%
Plásticos PET		2,1%	8,9%
Outros Plásticos		3,1%	8,2%
Garrafas de Vidro		12,0%	5,0%
Outros Vidros e Porcelanas		1,2%	0,4%
Compósitos do tipo "Tetrapak "		1,4%	4,6%
Outros Compósitos		1,7%	2,9%
Têxteis e Calçado		5,5%	5,3%
Consumíveis Higiénicos		7,6%	4,2%
Latas		2,4%	3,6%
Outros Metais		1,2%	1,0%
Madeiras		1,7%	1,3%
Resíduos Perigosos		0,5%	0,5%
Resíduos Elétricos / Eletrónicos		1,4%	0,9%
Resíduos de Construção e Demolição		3,9%	1,0%
Resíduos Hospitalares e Equiparados		0,3%	0,5%
	Solos	18,6%	4,3%
Outros resíduos	Borrachas	1,0%	0,6%
	Outros (não triáveis)	2,3%	1,3%

Tabela 2 Composição média nacional dos RSU em 2015 (Fonte: Adaptado de PENGeR).

Municípios	São Miguel	Tarrafal	Santa Catarina	São Salvador do Mundo	Santa Cruz	São Lourenço dos Órgãos	Praia	Ribeira Grande de Santiago	São Domingos	Média	Média Nacional
Bioresíduos	10,4	17,7	11,8	12,3	15,1	14,2	20,2	18,8	11,2	14,6	15,9
Papel/Cartão	6,9	9,9	11,5	6,5	8,2	11,2	8,7	3,7	6,5	8,1	9,3
Plásticos Finos	3,1	3,3	4,8	2,5	3,2	5,8	5,9	3,3	3,0	3,9	3,9
Garrafas de Vidro	12,7	7,4	12,0	11,9	11,9	14,3	8,1	9,7	10,7	11,0	12,6
Têxteis e Calçado	2,8	5,4	6,2	5,0	5,5	4,9	4,8	2,5	6,3	4,8	5,5
Consumíveis Higiénicos	4,7	7,9	6,7	5,5	8,8	11,8	8,0	4,9	13,9	8,0	7,8
Latas	2,7	3,8	1,4	1,8	3,2	2,9	1,9	2,0	3,0	2,5	2,6
Outros Metais	0,8	2,2	0,9	1,3	0,6	0,8	0,6	0,6	0,4	0,9	1,7
Madeiras	1,1	1,3	3,2	0,6	0,9	0,2	2,1	0,4	0,7	1,2	1,4
Resíduos Perigosos	0,1	0,5	0,8	0,0	0,1	0,3	0,6	0,2	0,4	0,3	0,4
Resíduos Elétricos/ Eletrónicos	0,7	4,4	0,7	0,2	0,4	0,7	1,9	0,4	1,7	1,2	1,1

Tabela 3 Composição de RSU na ilha de Santiago (Fonte: Adaptado do PENGeR).

As frações de plástico representam as seguintes mais relevantes a nível de volume, tendo-se obtidos 11,5% de "plásticos finos", 8,9% de "plásticos PET" e 8,1% de "outros plásticos". É ainda de destacar a componente de "resíduos verdes" com 8,6% em volume. A Tabela 3 apresenta dados estimativos relativos à composição, em peso (%), de RSU dos 9 municípios da ilha de Santiago.

De acordo com os dados estimativos do PENGeR, Cabo Verde, em 2015, gerou aproximadamente 171 mil toneladas de RSU, correspondendo a uma capacitação média nacional de 0,68 kg/(dia.hab). Ao nível dos 9 municípios da ilha Santiago foram produzidos, conforme indica a Tabela 4, cerca de 93 mil toneladas de resíduos em 2015, com maior destaque para o município da Praia.

Municípios	Resíduos urbanos mistos recolhidos			
	População	2012	2013	2015
	2014*	(ton)	(ton)	(ton)
Tarrafal	18 367	4702,0	4795,8	3455,0
Santa Catarina	44 745	6131,7	6131,7	12 151,0
Santa Cruz	26 436	4680,0	4667,5	4708,0
Praia	147 608	57 326,9	55 758,2	63 210,0
São Domingos	14 004	1516,4	1543,6	2556,0
São Miguel	14 867	470,4	537,6	2626,0
São Salvador do Mundo	8661	375,4	438,0	1242,0
São Lourenço dos Órgãos	7179	580,4	576,0	1297,0
Ribeira Grande de Santiago	8399	313,4	313,9	1433,0
TOTAL	290 266	76 096,6	74 762,3	92 678,0

*INE (Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde, 2014)

Tabela 4 Estimativas da produção de resíduos na ilha de Santiago (Fonte: Adaptado do PENGeR).

Estimativa do potencial de produção de biogás no ASS

A estimativa da produção de biogás e do gás metano pode ser feita através de modelos matemáticos que utilizam, basicamente, a quantidade de resíduos como parâmetro de entrada.

Atualmente pode-se encontrar diversos métodos para estimar a quantidade de biogás produzido a partir de RSU em aterros sanitários, entre os quais podemos citar os propostos pelo IPCC, pela USEPA, pelo Banco Mundial, entre outros. Neste presente trabalho, aplica-se apenas o modelo LandGEM (Landfill Gas Emissions Model) versão 3.02.

Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos pelo modelo LandGEM e apresentados na Tabela 5, o aterro sanitário de Santiago geraria do ano 2016 ao ano de 2035 a quantia de 34 142 337,35 m³ CH₄.

Com vista a estimar o potencial energético disponível no ASS deve-se ter em consideração a geração do volume de potencial de biogás, decorrente da disposição de RSU, no período compreendido entre 2015 e 2035, obtido no modelo LandGEM. Adotou-se o poder calorífico inferior do biogás correspondente a 6,0 kWh/m³, e utilizaram-se as equações (1) e (2) respetivamente, para estimar a energia e potência disponíveis por ano.

$$P = [(Q_{CH_4} * PCI * \eta) / T_o] \quad (1)$$

$$E_d = Q_{CH_4} * PCI \quad (2)$$

Ano	Total de Gás de Aterro		Metano	
	Produção (Mg/ano)	Extração (m³/ano)	Produção (Mg/ano)	Extração (m³/ano)
2016	458,81	367 396,62	122,55	183 698,31
2017	908,54	727 518,31	242,68	363 759,15
2018	1349,37	1080 509,10	360,43	540 254,55
2019	1781,46	1426 510,21	475,85	713 255,10
2020	2205,00	1765 660,04	588,98	882 830,02
2021	2620,15	2098 094,25	699,87	1049 047,12
2022	3027,08	2423 945,82	808,57	1211 972,91
2023	3425,95	2743 345,10	915,11	1371 672,55
2024	3816,93	3056 419,85	1019,54	1528 209,93
2025	4200,16	3363 295,31	1121,91	1681 647,65
2026	4575,81	3664 094,22	1222,25	1832 047,11
2027	4944,01	3958 936,92	1320,60	1979 468,46
2028	5304,93	4247 941,34	1417,00	2123 970,67
2029	5658,70	4531 223,09	1511,50	2265 611,54
2030	6005,46	4808 895,48	1604,12	2404 447,74
2031	6345,36	5081 069,59	1694,91	2540 534,80
2032	6678,53	5347 854,30	1783,91	2673 927,15
2033	7005,10	5609 356,31	1871,14	2804 678,15
2034	7325,20	5865 680,24	1956,64	2932 840,12
2035	7638,96	6116 928,61	2040,45	3058 464,30
Total	85 275,51	68 284 674,69	22 778,01	34 142 337,35

Tabela 5 Estimativa da geração de biogás e metano.

Ano	Total de Gás de Aterro Extração (m³/ano)	Energia disponível (MWh/ano)	Potência disponível (kW)
2016	367 396,6	2204,26	75,49
2017	727 518,3	4365,11	149,49
2018	1080 509,1	6483,05	222,02
2019	1426 510,2	8559,06	293,12
2020	1765 660,0	10 593,96	362,81
2021	2098 094,2	12 588,57	431,12
2022	2423 945,8	14 543,67	498,07
2023	2743 345,1	16 460,07	563,70
2024	3056 419,9	18 338,52	628,03
2025	3363 295,3	20 179,77	691,09
2026	3664 094,2	21 984,57	752,90
2027	3958 936,9	23 753,62	813,48
2028	4247 941,3	25 487,65	872,86
2029	4531 223,1	27 187,34	931,07
2030	4808 895,5	28 853,37	988,13
2031	5081 069,6	30 486,42	1044,06
2032	5347 854,3	32 087,13	1098,87
2033	5609 356,3	33 656,14	1152,61
2034	5865 680,2	35 194,08	1205,28
2035	6116 928,6	36 701,57	1256,90

Tabela 6 Estimativa de geração de energia e potência elétrica disponível (Fonte: Adaptado a partir de simulação com LANDGEM).

Onde: P = Potência disponível (kW); Q_{CH_4} = Geração de metano (m³/ano); PCI = Poder calorífico inferior do biogás (kWh/m³); h = Eficiência dos motores (30%); E_d = Energia disponível (MWh/ano) e T_o = Tempo de operação dos motores em plena carga = 365 x 24 horas.

Portanto, em função da vazão do gás, foi possível realizar os cálculos de energia e potência disponíveis no aterro cujos resultados são apresentados na Tabela 6.

Os resultados simulados e calculados relativos à produção média anual estão sintetizados na Tabela 7.

Biogás		Metano		Energia disponível	Potência disponível
(t/ano)	(m³/ano)	(t/ano)	(m³/ano)	(MWh/ano)	(kW)
4060,74	3251 651,67	1084,67	162 585,59	19 509,91	668,15

Tabela 7 Produção média anual (Fonte: Autor).

Conclusões

A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que ao longo da vida útil do aterro estimada em 18/20 anos:

- a produção média anual de metano disponível para o aproveitamento energético foi estimada em 162 585,59 m³/ano;
- a produção média anual do biogás extraído para o aproveitamento energético foi estimada em 3251 651,67 m³/ano;
- o potencial de geração de energia elétrica disponível foi calculado em 19 509,91 MWh/ano;
- o potencial de potência disponível foi calculado em 668,15 kW.

Portanto, ao longo do tempo de acumulação de RSU no ASS a produção do biogás/metano é crescente, porém, uma vez cessada a deposição, a produção entra em declínio mais ou menos acentuado, dependendo certamente da composição do lixo depositado.

Referências

- [1] A., Amy; B. Clint; S, Amanda – *Landfill gas emissions model (LandGEM) version 3.02 user's guide*. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, 2005. [2] A. L. Daniel; H. Martin; G. Ryan; e R. C. Alexander – *Optimization of a landfill gas collection shutdown based on an adapted first-order decay model*, August 11th, 2016;
- [2] El-Fadel, M., Findikakis, A. e Leckie, J.; 1997. *Environmental impacts of solid waste landfill*. J. Environmental, 50, pp 1-25;
- [3] INE (2011) – Estatísticas do Ambiente 2010. Instituto Nacional de Estatística I.P., Lisboa, Portugal, ISSN 0872-52766;
- [4] INE – Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde (Censo 2010);
- [5] PENGeR – Plano Estratégico Nacional de Prevenção e Gestão de Resíduos, 2015 – Agência Nacional de Águas e Saneamento de Cabo Verde;
- [6] Qasin, S., R. – *Wastewater Treatment Plants – Planning design and operation*, Lancaster, Pennsylvania, USA Technomic Publishing Company, 1999, 1107 p.;
- [7] Simone G.K. M. Simone; M. L. S. Sania – *An Assessment of the Environmental Benefits of Capturing Greenhouse Gases (GHG) from a Landfill: Sustainable Business International Journal* – Oct. 2016;
- [8] Tchobanoglous, G.; Theisen, H. Vigil, S. – *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. New York: McGraw-Hill, 1993. 978 p.;
- [9] USEPA (United States Environmental Protection Agency) – *Landfill gas emissions model (LandGEM): version 3.02 User's Guide*. Washington: EPA, 2005. [m](#)

fábricas de biogás ou **biorrefinarias?** Lixos ou **matérias-primas?**

Por definição, na Economia Circular, não há resíduos. Eles são matérias-primas.

Dafo Ecoenergias, S.L
www.dafoecoenergy.com

A biorrefinaria, como alternativa para evitar aterros sanitários ou incineração, é uma opção sustentável para devolver recursos e nutrientes ao meio ambiente, como nitrogénio, fósforo, matéria orgânica, água, entre, e além disso, energia.

Os processos e produtos são projetados para permitir usos sucessivos em "cascata", isto é, de maior a um menor valor agregado, alimentos, fertilizantes, emendas orgânicas, energia, entre outros. Devido à variedade de produtos atualmente obtidos, as antigas fábricas de biogás foram transformadas em biorrefinarias.

Uma biorrefinaria é uma instalação que trata todos os tipos de resíduos contendo hidratos de carbono, gorduras, proteínas, celulose e/ou hemicelulose, ou seja, a grande maioria dos resíduos orgânicos de atividades agroalimentares, como subprodutos de frutas e vegetais, de carne ou peixe, bem como excrementos de gado (esterco, lama), lodo de esgoto, entre outros.

Os organismos que causam a degradação natural da matéria orgânica são aqueles que alcançam resultados. Estes microorganismos são conhecidos pelos nomes de bactérias e archaea.

Eles comem os compostos descritos (hidratos de carbono, gorduras, proteínas, celulose, hemicelulose). Através de uma série complexa de reações que incluem hidrólise, acetogénese, acidogénese e metanogénese, elas produzem o que é conhecido como biogás.

Uma vez que os substratos são digeridos e o biogás extraído, o digerido permanece. O digerido é composto principalmente de água e, em menor escala, de matéria orgânica e minerais não digeridos (N-K-P).

Composição do biogás

O biogás é uma mistura de gases em que predomina o metano (CH_4). Na tabela a seguir, oferecemos as percentagens mais comuns.

Margem de flutuação	Valor médio
Metano 45 – 70%	60%
CO_2 25 – 55%	35%
Água 0 – 10%	3,1%
Nitrogénio 0,01 – 5%	1%
Oxigénio 0,01 – 2%	0,3%
Hidrogénio 0 – 1%	<1%
Amónia 0,01 – 2,5 mg/m^3	0,7 mg/m^3
S_2H 10 – 30 000 mg/m^3	500 mg/m^3

Dependendo do desperdício e do método de tratamento, a percentagem de metano é maior ou menor. A degradação da matéria orgânica ocorre de duas maneiras: aeróbica (na presença de oxigénio) e anaeróbica (sem oxigénio).

O último é o que estamos a falar agora e que de uma forma rudimentar, foi feito na Índia e na China durante vários séculos. Obviamente, graças à tecnologia que temos, atualmente, o processo foi aperfeiçoado e otimizado em termos de desempenho e variedade de produtos obtidos.

Desde os anos 80 do século passado, acumulando conhecimento e desenvolvendo tecnologia (principalmente na Alemanha), graças ao qual podemos tratar praticamente todos os resíduos orgânicos, como chorume, esterco, lodo de esgoto, resíduos domésticos, resíduos de abatedouros, resíduos industriais da horticultura como palha, milho, soro de leite, restos de indústrias alimentares, entre outros. Em alguns países, vários vegetais são cultivados de forma intensiva.



Biorrefinaria (instalação de biogás) de digestão anaeróbica

O principal elemento de uma biorrefinaria é o tanque do digestor. Este elemento consiste num tanque, construído em concreto ou aço, aquecido e termicamente isolado. Geralmente é equipado com uma tampa e um saco flexível, onde o biogás produzido é armazenado. É muito importante manter a temperatura constante, que pode variar entre 35-45°C (digestão mesofílica) ou entre 50-60°C (digestão termofílica). Antes do tanque, e dependendo do lixo, vários equipamentos como bombas, trituradores, desinfetantes, e outros, são aplicados.

Depois de passarem pelo tanque do digestor, os componentes que fornecem os produtos são muito variados:

- Bombas;
- Medidores de vazão;
- Analisadores;

Uma biorrefinaria é uma instalação que trata (...) a grande maioria dos resíduos orgânicos de atividades agroalimentares, como subprodutos de frutas e vegetais, de carne ou peixe, bem como excrementos de gado (esterco, lama), lodo de esgoto, entre outros.

- Válvulas;
- Filtros;
- Desumidificadores;
- Grupos de cogeração (motor; gerador de eletricidade, trocadores de calor);
- Separadores de sólidos e líquidos (fertilizantes sólidos e fertilizantes líquidos);
- Equipamento de biometanização (ultrafiltração de biogás);
- Equipamento de trituração;
- Atualização de equipamentos;
- Equipamento a jusante;
- Equipamento de CO₂.



Todos estes equipamentos produzem eletricidade e água quente (para consumo no digestor e para venda), fertilizantes sólidos, fertilizantes líquidos, biomassa (combustível), biometano (combustível para veículos e para injetar na rede de gás natural), carboxilatos, sulfato de amónio, estruvita, biohidrogéneo, CO₂ para processos industriais, frio (trigeração), entre outros. Também o digerido é um excelente terreno fértil para microalgas (spirulina, entre outros).

Existem inúmeros fabricantes de equipamentos que compõem uma fábrica de biogás (biorrefinaria). Da mesma forma que em todos os setores alguns são melhores e outros são piores. É aqui que a experiência é muito importante, porque a escolha dos melhores componentes para os quais os substratos (resíduos) dão melhores ou piores resultados económicos.

Tamanho importa, mas menos

A tecnologia atual permite realizar instalações “para medir”, o que significa que podemos ir da lama de um rebanho de 50 vacas ou 200 porcos para o lixo doméstico de uma cidade de vários milhões de habitantes. Isso implica que os produtos também são muito diferentes. Podemos ter grupos de cogeração de 10 kW a vários MW. Da mesma forma acontece com os produtos que pode e/ou deseja obter, podendo isso variar de eletricidade e calor para uma fazenda ao fornecimento de combustível a uma frota de camiões, através da venda de eletricidade, calor, fertilizantes, entre outros.



O papel que o biometano desempenhará nos próximos anos, no qual a circulação de recursos se intensificará, significa um aumento na circulação de camiões, carros, tratores, entre outros. E estes já podem ter metano como combustível. Além disso, uma fração do gás na rede pode ser produzida em vez de importada.

Rentabilidade

Acontece como em quase tudo. Quanto maior o tamanho, menor o tempo de recuperação do investimento. O retorno pode variar entre 3 e 15 anos, dependendo de múltiplos fatores.

No que diz respeito aos fatores a considerar para calcular o retorno do investimento, existem 3 capítulos a considerar:

• Poupança nas despesas existentes

Em primeiro lugar, geralmente há custos de energia, eletricidade, aquecimento, combustíveis, fertilizantes, secagem, frio, esterilização, entre outros. Em muitas indústrias também temos as despesas para a gestão dos resíduos em si como pagamento às empresas de gestão, espalhadas em campos e/ou culturas, entre outros.

• Receita dos produtos obtidos

O rendimento dependerá da diversidade de produtos obtidos e dos seus preços. Como já mencionamos, a eletricidade, água quente, metano, fertilizantes orgânicos, CO₂, estruvita, entre outros, são produtos que podem ser comercializados, embora seja necessário estudar a viabilidade de cada um deles em cada caso.

• Valor intangível em termos de imagem no mercado

Empresas que optam por oferecer uma imagem de modernidade e ecologia são praticamente obrigadas a dar um tratamento ecológico aos resíduos que produzem. Isso implica um valor inatingível a cada dia e mais importante para seus clientes. Outro valor a ser considerado, mas difícil de medir, é o que evita grandes gastos com a saúde das pessoas.

Os resíduos contaminam os campos de cultura (N, VOC, siloxanos, entre outros), as águas do subsolo (N, NO₃, Na, bactérias) e o ar (CO₂, NO₂, NH₄, CH₄, VOC). Todos estes elementos recombinados com as substâncias do solo produzem uma série de novas substâncias perigosas que penetram na cadeia alimentar porque são ingeridas pelos animais e pelos peixes. É evidente que toda essa contaminação está a causar a deterioração da saúde das pessoas e que isso gera um alto custo para o sistema público de saúde. Todo o exposto está sob o aspeto estritamente económico. Evitamos o valor que a saúde tem para as pessoas, mas acreditamos que esse seja o mais importante de todos os valores. [tm](#)

biogás/biometano, um recurso energético renovável para Portugal

O peso crescente das energias renováveis no setor energético na UE tem conduzido a um mercado energético cada vez mais complexo, implicando mudanças significativas na interação entre os intervenientes no setor, desde os produtores de energia aos operadores, reguladores e aos próprios consumidores.

Isabel Paula Marques, Luís Silva, Santino DiBerardino, Francisco Gírio, Teresa Ponce de Leão
LNEG – Laboratório Nacional e Energia e Geologia

Enquadramento

Tendo em conta que 2/3 das emissões totais de gases com efeito de estufa (GEE) na Europa resultam da produção e utilização de energia, o êxito quanto ao cumprimento dos compromissos assumidos no acordo de Paris e a promessa da UE na redução da intensidade carbónica em 40% face a 1990, dependerá da eficaz aplicação do Pacote Energias Limpas para todos os europeus, da Comissão Europeia¹, para o período 2021 a 2030. No âmbito deste pacote está incluída uma nova diretiva das energias renováveis que irá substituir a atual “RED” (Diretiva 2009/28/CE). A transição para uma economia de baixa intensidade carbónica passará, obrigatoriamente, por uma transição energética sustentável. Além dos biocombustíveis líquidos, os combustíveis gasosos, de que é exemplo o gás natural (GN), assumem um papel fundamental para a necessária transição carbónica. Sendo o GN constituído principalmente por metano, apresenta a mais-valia de poder ser também produzido de forma renovável.

1. Recursos para biogás em Portugal

Os diferentes setores de produção, por exemplo municipal, agropecuário e industrial, são geradores de efluentes orgânicos de composição diversificada que constituem recursos suscetíveis de valorização energética por conversão biológica (digestão anaeróbica), ao proporcionarem a obtenção de um fluxo gasoso (biogás), constituído essencialmente por metano (CH₄, 50-80 %), através da digestão de materiais orgânicos na ausência de oxigénio. O biogás é vulgarmente aplicado em cogeração, com a produção de energia térmica e elétrica (CHP – *Combined Heat and Power*), podendo ser utilizado para a geração adicional de frio (trigeração). O calor resultante da produção da energia elétrica serve para a manutenção da temperatura do processo de digestão e o excedente pode ser valorizável se houver uma indústria local consumidora dessa energia (por exemplo, estufas).

O número de instalações de produção de biogás em Portugal foi decrescendo ao longo dos últimos 20 anos, tendo-se passado de 103 unidades



Figura 1 Unidade de digestão anaeróbica em cogeração para valorização de resíduos orgânicos da agricultura e indústria e de RU.

em 1998, maioritariamente suiniculturas e ETAR², para cerca de 60, das quais 51 estão ligadas à rede elétrica e 6 destas funcionam em cogeração. Existem ainda 6 outras unidades que não têm ligação à rede elétrica, 2 das quais a operar em cogeração³.

O maior potencial em biomassa para a produção de biogás reside no setor municipal (56%), seguido pelo agropecuário (32%) e indústria alimentar. O setor municipal abrangendo os resíduos urbanos (RU), com uma participação maioritária (91%) e os efluentes domésticos, apenas com um contributo correspondente a 9%. Quanto à agropecuária, a produção animal (bovinos, suínos, aves, ovinos e caprinos) representa o maior potencial². Dado que a gestão das explorações pecuárias implica a adoção de práticas sustentáveis que integrem o tratamento dos seus efluentes, a integração da digestão anaeróbica permite valorizá-los tornando possível converter mais do que 50% da matéria orgânica do efluente, num vetor portador de energia (biogás/metano), proporcionar a redução do respetivo volume e

² CCE – Centro para a Conservação de Energia. 2000. Guia técnico de biogás. Lisboa (PT). ISBN 972-852-12-19

³ Isabel Cabrita, Luís Silva, Isabel Paula Marques, Santino Di Berardino, Francisco Gírio. 2015. Avaliação do Potencial e Impacto do Biometano em Portugal ISBN: 978-989-675-037-4

¹ <https://ec.europa.eu/energy/en/news/commission-proposes-new-rules-consumer-centred-clean-energy-transition>

a obtenção de um fluxo tratado de valor agrícola para a rega e/ou corretor de solo. As culturas energéticas secundárias, desde que não causem mudanças diretas ou indiretas no uso dos solos para a agricultura, podem ser consideradas como uma opção adicional à valorização de resíduos. No âmbito dos RU, a fração orgânica colocada em aterro origina a formação de biogás, cuja recolha constitui um outro recurso energético a recuperar.

2. Perspetivas emergentes em biogás

O decréscimo da utilização do petróleo e seus derivados requer a implementação de políticas que conduzam ao fornecimento sustentável de combustíveis alternativos. O biometano é um gás constituído substancialmente por metano (85-95%) que é obtido por remoção de dióxido de carbono e de impurezas (siloxanos, sulfureto de hidrogénio, entre outros), contidas no biogás, de forma a tornar as respetivas características semelhantes às do GN. O biometano encontra diversas aplicações, podendo integrar as redes de distribuição de gás natural, para utilização a nível doméstico, industrial ou veicular ou, ainda, ser utilizado em unidades autónomas de abastecimento, nomeadamente postos de abastecimento de combustíveis para veículos.

Em Portugal, a publicação do Decreto-Lei n.º 60/2017 que estabelece o enquadramento relativo à implantação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2014/94/UE, constitui um caminho para a necessária promoção dos mesmos, nos quais o biometano se insere. Dado o crescente interesse pelo GN, a utilização do biometano para usos finais, que não a produção de eletricidade, perspetiva-se como uma oportunidade para promover a produção endógena em substituição do próprio GN. A este respeito, Portugal encontra-se numa fase embrionária quanto à utilização de GN/biometano no setor transportador o qual se restringe a algumas frotas que operam em zonas urbanas, com soluções de abastecimento, e que apenas representam cerca de 1% do combustível consumido no setor. No que se refere à injeção de biometano na rede de GN, embora esta possibilidade já esteja contemplada na legislação nacional, desde a publicação do Decreto-Lei n.º 231/2012, ela não é viável por falta de definição das especificações e regulamentação das condições de operação.

A valorização por digestão anaeróbia dos efluentes orgânicos, gerados pelas diferentes atividades económicas, indica ser possível recuperar cerca de 800 Mm³ ano⁻¹ de biometano, provenientes principalmente do setor municipal (454 Mm³ ano⁻¹) e do agropecuário (258 Mm³ ano⁻¹)³. Enquanto a digestão anaeróbia tem sido vulgarmente aplicada à degradação de efluentes orgânicos "líquidos", o processo de conversão termoquímica (gaseificação) ajusta-se aos materiais lenho-celulósicos de baixo teor em humidade (< 20%: por exemplo madeira, papel e cartão) que normalmente são de difícil e longa decomposição por via biológica. A conjugação de ambos os processos permitirá uma valorização de grande parte dos efluentes da atual sociedade em produtos de utilidade (biogás e gás de síntese), sendo estimada a possibilidade de obter produções de biometano de cerca de 900 Mm³ ano⁻¹ (9722 GWh ano⁻¹, 836k tep ano⁻¹)³.

Sendo Portugal um país com abundantes recursos em biomassa, a promoção de fontes de energia renovável a partir da biomassa, como o biogás/biometano, tem um papel fundamental para o cumprimento das metas nacionais e europeias quanto à quota de renováveis e redução dos GEE. A entrada em vigor, em 2021, da futura diretiva das renováveis, com metas cada vez mais ambiciosas e elevados níveis de sustentabilidade, poderá constituir a força-motriz legislativa necessária para um crescente desempenho por parte dos combustíveis gasosos obtidos a partir da biomassa. [tm](#)

ECO-GATE: EUROPEAN CORRIDORS FOR NATURAL GAS TRANSPORT EFFICIENCY

mobilidade europeia a gás natural

A UTAD integra o Consórcio Internacional ECO-GATE para o desenvolvimento de gás natural para a mobilidade. A Comissão Europeia aprovou um financiamento de 10 milhões de euros para o desenvolvimento do projeto europeu ECO-GATE, um plano de ação global para o desenvolvimento da mobilidade CNG e GNL na Europa.

Amadeu Borges
amadeub@utad.pt

O projeto ECO-GATE

O projeto ECO-GATE, com financiamento CEF-TRANSPORT-2016 (*Connecting Europe Facility 2014-2020*), é liderado e coordenado pela NEDGIA. O consórcio ECO-GATE é constituído por empresas operadoras de gás natural, empresas tecnológicas e de serviços, utilizadores finais e empresas especialistas em conhecimento do mercado e promoção. O Consórcio integra empresas de Portugal, Espanha, França e Alemanha. A Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) é um dos parceiros tecnológicos.

O projeto envolverá a construção de 21 postos de abastecimento de gás natural veicular nos corredores Atlântico e Mediterrâneo da rede de estradas de Espanha, França, Alemanha e Portugal. Para este fim, o financiamento disponível para o ECO-GATE é repartido entre os 4 países e permitirá o desenvolvimento de postos de abastecimento de gás natural veicular em Barcelona, Girona, Burgos, Madrid, Múrcia, Salamanca, Irun, Tordesilhas, La Junquera, Córdoba e Cartagena, Lisboa, Setúbal, Maia, Aveiro, Tours e Heddesheim, entre outras cidades.

O ECO-GATE é um dos projetos mais ambiciosos no mercado do gás natural veicular convencional e renovável, com implantação de infraestruturas ao longo do Corredor Atlântico e do Corredor do Mediterrâneo através de novas tecnologias e de soluções inovadoras. Irá, assim, permitir a implantação rápida e maciça deste combustível alternativo, graças a uma redução significativa no custo unitário e a uma maior compreensão e conhecimento das necessidades do cliente.

O gás natural veicular na mobilidade sustentável

O gás natural veicular desempenha um papel fundamental para alcançar a mobilidade sustentável, melhorando a qualidade do ar e contribuindo para o cumprimento dos compromissos ambientais, que, como país, enfrentamos. Com efeito, a utilização de gás natural veicular permite reduzir os poluentes de referência para a qualidade do ar e que afetam a saúde a "quase zero": elimina aproximadamente 100% das emissões de NO₂ e 96% das partículas voláteis PM, fatores-chave para a saúde das pessoas.

Além disso, o gás natural é um combustível alternativo tecnologicamente maduro, cujo uso é generalizado, por décadas, em vários países, especialmente na América Latina e em muitos países europeus, como na Itália (um milhão de veículos) ou na Alemanha (meio milhão veículos).

Este financiamento irá contribuir para o cumprimento da Diretiva Europeia 94/2014 e, também, para o desenvolvimento do mercado do gás natural para a mobilidade, como combustível alternativo.

O Grupo Dourogás, um dos principais *players* do setor energético a nível nacional nos domínios do gás natural e da eletricidade, é o principal investidor deste Consórcio, propondo-se a levar por diante a criação de 5 novas infraestruturas de gás natural veicular (4 em Portugal e 1 em Espanha). Visa, assim, o cumprimento da Diretiva Europeia dos Combustíveis Alternativos, ao abrigo da qual os Estados Membros deverão assegurar a existência de uma rede de abastecimento de gás natural comprimido (GNC) e de Gás Natural Líquido (GNL). Procura-se, desta forma, viabilizar a utilização do gás natural enquanto combustível mais limpo, mais económico e mais sustentável, a médio e a longo prazo, concorrendo, de forma substancial, para o incremento da competitividade das empresas, para a redução dos encargos das famílias com combustível e para a melhoria da qualidade do ar, por via da redução de emissões de passivos ambientais.

Sobre o Consórcio ECO-GATE

O plano global europeu ECO-GATE é um dos mais ambiciosos no mercado de veículos de gás natural convencional e renovável, com a implantação de infraestruturas ao longo do Corredor Atlântico e do Corredor do Mediterrâneo, através de novas tecnologias e soluções inovadoras.



Figura 1 Identidade digital do projeto ECO-GATE.



Figura 2 Geração de Boiloff devido à estratificação num tanque de GNL.

A utilização de gás natural veicular permite reduzir os poluentes de referência para a qualidade do ar e que afetam a saúde a “quase zero”: elimina aproximadamente 100% das emissões de NO₂ e 96% das partículas voláteis PM, fatores-chave para a saúde das pessoas.

O ECO-GATE possibilitará a rápida implantação maciça deste combustível alternativo, graças a uma redução significativa do custo unitário e a uma melhor compreensão e maior conhecimento das necessidades dos clientes.

A UTAD é um dos parceiros fornecedores de tecnologia e serviços, a par Cetil Dispensing Technology, Soltel It Solutions, Fundacion Cidaut, Evarm Innovacion, Fundación Imdea Energía, Audigna, Ghenova Ingeniería e Madisa, num consórcio que integra empresas de Espanha, de Portugal, de França e da Alemanha.

Os operadores de gás natural envolvidos são a NEDGIA, Enagás Transporte, Dourogás Natural, Endesa Energía, Galp Energia, Repsol, Gas Natural Europe, Inversora Melofe e Molgas Energía.

Como utilizadores finais estão presentes as empresas Correos e San José López.

A Gasnam, Autoridad Portuaria de Gijón, Autoridad Portuaria de Huelva, Universidad de Santiago de Compostela y Soulman Insightful Thinking, serão os especialistas de mercado e promoção deste consórcio.

Importa referir que o ECO-GATE, o plano de ação global para o desenvolvimento da mobilidade sustentável na Europa, conta com o apoio e o interesse do Ministério da Indústria de Espanha e da Direção Geral de Energia e Geologia de Portugal, além da Associação Espanhola de Gás (SEDIGAS), e da Associação Europeia de gás natural e gás renovável para a mobilidade (NGVA Europe).

A participação da UTAD no ECO-GATE

A UTAD integra o consórcio para o desenvolvimento tecnológico e é líder da atividade 2, que corresponde ao desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras para a utilização de gás natural em veículos rodoviários.

A UTAD tem a seu cargo o desenvolvimento de um sistema de recuperação de Boiloff e sistema ininterrupto, com energia solar fotovoltaica, para estações de GNL. O desenvolvimento deste projeto permitirá que uma estação de GNV funcione sem estar ligada à rede pública, utilizando o gás de Boiloff gerado pelo abastecimento de veículos a GNL (Figura 2), as recuperações do “vent” e as entradas de calor nos recipientes de armazenamento.

Uma estação de gás natural tradicional consiste, essencialmente, num grande reservatório, onde o GNL é armazenado a temperaturas próximas de -140°C, o que garante o fornecimento de veículos GNL e GNC.

Uma questão relevante na operação de todas as instalações de GNL é o Boiloff. Geralmente, para libertar o excesso de pressão do interior de um tanque, é comprimido este excesso e utilizado no fornecimento de veículos GNC. No entanto, quando isso não é possível devido à falta de consumo, é libertado para a atmosfera, com um consequente impacto ambiental.

O sistema em desenvolvimento pela UTAD usará o gás do Boiloff, que passará através de um vaporizador atmosférico, sendo queimado num gerador, com recurso ao processo de combustão, produzindo energia para alimentar todos os equipamentos elétricos do posto.

Além disso, o sistema também terá um conjunto de painéis fotovoltaicos que produzirão energia que será armazenada em baterias, o que garante o funcionamento do posto nos períodos de menor consumo. Uma placa de transferência executará a gestão entre a energia produzida pelo gerador de gás natural e os painéis fotovoltaicos.

Com a implementação deste sistema, o posto de abastecimento será eletricamente automatizado, pois produzirá energia tanto no sistema fotovoltaico como no gerador a gás natural, consumindo todo o gás produzido a partir de Boiloff.

O sistema trará economias de energia para a estação, além de oferecer benefícios ambientais, por ausência da necessidade de libertação de gás para a atmosfera para aliviar a pressão do tanque de GNL, o Boiloff.

O sistema desenvolvido pela UTAD irá equipar alguns dos postos de abastecimento de GNL em Portugal e em Espanha.

O protótipo será instalado até ao final de 2018 e ficará um ano em experimentação, fornecendo informação relevante para futuros desenvolvimentos e para validação dos pressupostos estabelecidos em projeto. [fm](#)



BIOGASMOVE – Projeto de Demonstração Tecnológica

Augusto Vigo
augusto.m.vigo@gmail.com

BIOGASMOVE – Projeto de Demonstração Tecnológica

O projeto de demonstração Biogasmove representa uma evolução a nível tecnológico na utilização do biogás em Portugal. Este biogás, proveniente de uma central de valorização orgânica (adiante designada por CVO), será convertido em biometano a ser utilizado como combustível para transportes. Para esse efeito, o projeto assentará na comparação da *performance* dos motores de camiões de recolha de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) movidos a Gás Natural Comprimido (GNC) e a biometano. Consequentemente, tem como principal objetivo demonstrar que o biometano, além de ser um recurso renovável, armazenável, limpo, eco-sustentável e economicamente rentável, é também um possível e forte substituto do gás natural.



A produção de biometano (proveniente da limpeza e otimização/purificação de biogás) para o consumo em transportes de resíduos sólidos, que se propõe demonstrar com a realização deste projeto, oferece um rendimento de conversão bastante elevado (na ordem dos 98%).

Assim este é um projeto altamente promissor nas áreas das energias renováveis e eficiência energética, que promove a inovação, o desenvolvimento tecnológico e o reforço do tecido empresarial nacional.

O conceito do projeto Biogasmove foi criado através da investigação efetuada pelo Núcleo de I&DT da Sonorgás, sendo que as conclusões a que se chegaram permitiram aferir que é eficiente e possível produzir biometano capaz de ser utilizado em veículos de transporte.

Posteriormente efetuaram-se experiências na UTAD e obteve-se o conhecimento, em estado experimental, de qual a melhor tecnologia e matéria-prima para produzir biogás, sendo depois estudados casos de implementação no estrangeiro.

O projeto biogasmove pretende demonstrar que o conceito aprendido funciona, efetivamente, na prática, ou seja, que a especificação obtida em estado experimental funciona e terá o mesmo comportamento que o gás natural quando injetado em veículos.

Da purificação do biogás, proveniente da CVO (Central de Valorização Orgânica), resulta biometano, um combustível limpo que pode substituir o gás natural nas suas aplicações comuns. O biogás é um recurso energético renovável, endógeno, ininterrupto e armazenável, com um enorme potencial económico, industrial, ambiental e territorial.

Após a compressão do biometano fica pronto para abastecer veículos, tal e qual o GNC comum.

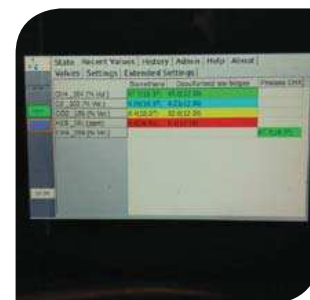
A viatura utilizada nos testes foi um camião IVECO Stralis 270 CNG, para uma comparação real, a viatura fez os mesmos percursos, o mesmo número de Kms, em constante monitorização e, no final, foi levada a um banco de ensaios

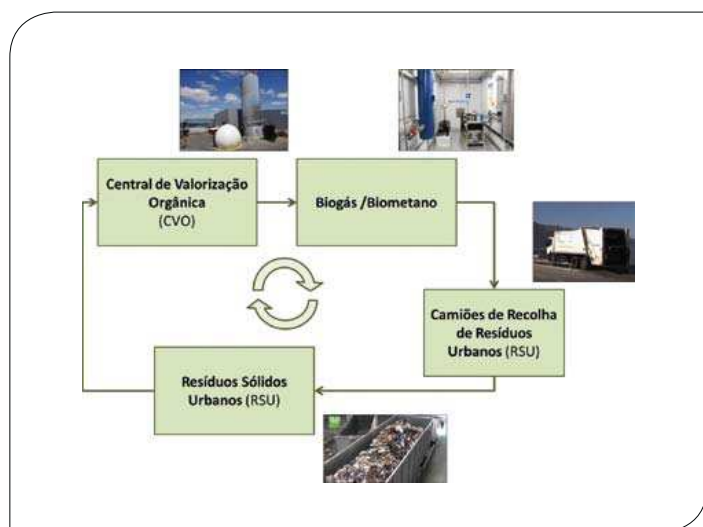
Analisando os valores máximos obtidos usando GNC como combustível e tendo em conta os dados, conclui-se que o valor máximo de potência registada é inferior em 15 kW relativamente à especificação do fabricante. No entanto, o valor máximo de binário do motor medido é muito próximo do especificado.

A utilização de biometano provoca um aumento no consumo de combustível quando comparado com a utilização de GNC. Em termos absolutos, os valores máximos de consumo de GNC situam-se na ordem dos 38 kg/h entre as 1700 rpm e as 2000 rpm, enquanto para o biometano, na mesma gama de rotação, é atingido o valor máximo de consumo na ordem de 40 kg/h, correspondendo nestes regimes a um aumento de cerca de 2 kg/h de combustível.

Relativamente aos produtos resultantes da combustão, em ambos os casos analisados, a quantidade de oxigénio (O_2) e de dióxido de carbono é similar. A análise das emissões de CO e hidrocarbonetos revela ainda que estes valores são extremamente baixos. A diferença que ressalta do gráfico diz respeito às emissões de Nox onde, durante o decorrer do ensaio de desempenho, existe uma diminuição de cerca de 20% para o caso em que utilizou biometano face à utilização de GNC.

Da análise do teste de estrada conclui-se que o veículo, quando abastecido com GNC, percorreu a mesma distância de viagem, aproximadamente 4 minutos mais rápido, ou seja, em termos médios e usando biometano





como combustível, o veículo demorou cerca de mais 2 segundos a percorrer cada Km e, conseqüentemente, a velocidade média de circulação é inferior em 2,8 km/h. Em termos de consumo de combustível a média obtida por 100 km foi de 30,7 kg para GNC e 28,2 kg para biometano.

Podemos afirmar que o biometano é uma hipótese real para a substituição do Gás Natural, apesar da ligeira perda de potência ganhamos com menores emissões de Nox.

O biogás apresenta-se como uma energia com imenso potencial, uma vez que, para além de ter um custo de cerca de metade do gasóleo e da gasolina, tem a mesma composição física e química que o gás natural, com a vantagem de ser uma energia renovável e não poluente, de emissões neutras, tal como a eólica, a fotoelétrica e a hídrica.

A conversão do biogás em biometano é, ainda, uma alternativa pouco utilizada em Portugal, apesar de esta ser uma opção competitiva e sustentável relativamente aos combustíveis fósseis, que possibilitará ainda uma maior independência energética. Uma das vantagens do biogás assenta também na sua versatilidade, o que faz dele um combustível flexível que pode ser utilizado para produzir energia elétrica, para injetar em redes de gás natural, para produzir calor ou como combustível automóvel. A combinação entre a flexibilidade e o baixo custo das matérias-primas e a flexibilidade de uso do biogás fazem dele um biocombustível de características únicas, quando comparado com o bioetanol ou o biodiesel. [tm](#)

