

# metanol como vetor de armazenamento de excesso de produção de eletricidade de origem renovável

Neste artigo é apresentada uma perspetiva para o possível aproveitamento do excesso de produção de eletricidade de origem renovável através da produção de metanol como vetor de armazenamento. O excesso de eletricidade produzida pode ser aproveitado para produzir metanol que pode ser utilizado para fins energéticos, como combustível “limpo” em centrais de produção de energia, e em veículos terrestres ou marítimos, por exemplo. Deste modo poderão ser diminuídas de forma assinalável emissões de CO<sub>2</sub> e outros poluentes e mesmo aproveitados resíduos biomássicos contribuindo para uma economia circular.

Luís Gil

Direção-Geral de Energia e Geologia

## 1. Introdução

A intermitência da produção de eletricidade e a sua despachabilidade são alguns dos problemas apontados a algumas das tecnologias energéticas renováveis, nomeadamente as eólicas e as fotovoltaicas. Nem sempre o consumo da energia corresponde à sua produção, criando-se períodos de excesso de produção e também, eventualmente, períodos que necessitam de reforço de produção.

O “curtailment” corresponde à quantidade de eletricidade produzida que não é usada para atender à procura e que, portanto, é “perdida”, o que ocorre quando a oferta disponível excede a capacidade da rede de “absorvê-la” [1], tendo os sistemas que ser desligados dessa rede para salvaguardar a sua integridade, com custos para governos e operadores [2].

Em [1] é referida uma análise da *International Energy Agency* referindo que o “curtailment” em 3 regiões (EUA, UE e Índia), devido à falta de medidas de integração, resultaria num investimento desnecessário em energia eólica e solar de US\$ 165 mil milhões, um custo adicional com combustíveis de US\$ 58 mil milhões, e um aumento de 650 milhões de toneladas nas emissões de CO<sub>2</sub>. Segundo uma informação da ATA Insights, em 2017, foram pagos aos operadores eólicos, só na Alemanha, cerca de mil milhões € como compensação pelo “curtailment”. Na Califórnia até 30% da produção fotovoltaica de eletricidade foi limitada em certas alturas do ano [2].

No Reino Unido foi referido que, em 2018, devido à baixa de consumo de eletricidade no verão se previa um excesso de produção de eletricidade nomeadamente de origem eólica *offshore* e solar, pelo que era uma prioridade tratar deste assunto [3].

O metanol “renovável” que pode ser produzido sustentavelmente com esta forma de energia excedentária, tem vantagens sobre os combustíveis tradicionais, reduzindo as emissões de CO<sub>2</sub> comparativamente aos combustíveis tradicionais em até mais de 90% (65 a 95% dependendo da matéria-prima e do processo de conversão) e reduzindo os NO<sub>x</sub> em cerca de

80% e eliminando ainda completamente as emissões de SO<sub>x</sub> e de partículas, reduzindo também outros COVs (compostos orgânicos voláteis), contribuindo assim para o combate às alterações climáticas e para a melhoria da qualidade do ar [2]. Saliente-se ainda que o custo da eletricidade é um dos principais fatores a considerar na produção de metanol [2].

Paralelamente, esta produção e utilização do metanol “renovável” contribui para a economia circular e a criação de valor de matérias residuais como os resíduos sólidos urbanos e os resíduos agrícolas e florestais, como alternativa ao uso de aterro e incineração e pode mesmo utilizar CO<sub>2</sub>



**Figura 1** O CO<sub>2</sub> das centrais termoelétricas pode ser utilizado para a produção de metanol (By Victor Vizu – Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11652271>).

capturado [2][4]. Estas matérias são locais e podem contribuir para a segurança de abastecimento dos países e as suas balanças comerciais [2].

Para além disso, a utilização do metanol (distribuição, abastecimento, consumo) pode ser feita com recurso a tecnologias existentes e sem necessidade de grandes alterações às infraestruturas de abastecimento existentes para os combustíveis líquidos tradicionais. Acresce ainda que o combustível M85 (hidrocarbonetos com 85% de metanol) pode ser usado em veículos com motor de combustão normal, apenas com alterações de *software* [5].

O metanol é uma mercadoria química que já é atualmente armazenada, transportada e manuseada com segurança, sendo líquida à pressão e temperatura ambientes [2]. A nível de utilização, motores de combustão, pilhas de combustível e outros equipamentos podem ser facilmente adaptados ao metanol, sendo que há já vários países que utilizam este combustível nos transportes [2].

Em 2018, foi implementada a nível europeu a Diretiva das Energias Renováveis (RED II) [6] que requeria um contributo de 14% de energias renováveis a nível dos transportes em 2030. A RED II referia especificamente os biocombustíveis produzidos a partir de resíduos e eletricidade renovável (Anexo IX, Parte A). Outras políticas europeias que também podem ter impacto no metanol “renovável” são a Diretiva da Qualidade dos Combustíveis, a Diretiva das Infraestruturas dos Combustíveis Alternativos e a Diretiva da Qualidade do Ar [2].

Fruto das exigências políticas da União Europeia na óptica da liderança mundial a nível das tecnologias energéticas renováveis e na perspetiva de se atingir a neutralidade carbónica em 2050, Portugal, como membro da UE, está vinculado a objetivos e metas ambiciosos definidos para 2030, nomeadamente, atingir coletivamente uma meta de, pelo menos, 32% de energias renováveis no consumo final bruto de energia e reduzir em, pelo menos, 40% as emissões de GEE em toda a economia.

Segundo dados da Direção de Serviços de Planeamento Energético e Estatística da DGEG apurados para 2020 a produção anual de energia elétrica com base em Fontes de Energia Renovável (FER) foi de 31068 GWh dos quais mais de 8% a partir de biomassa. Esta situação poderá sofrer uma grande alteração nos próximos anos, com a entrada em funcionamento de novas centrais. Aliás, dados mais recentes apontam já nesse sentido.

Sabendo ainda que o setor dos transportes, na Europa, contribui com cerca de ¼ das emissões de gases de efeito de estufa e que cerca de ¾ destas são devidas ao transporte rodoviário [2], a adoção de veículos a metanol renovável poderá baixar acentuadamente estas emissões.

Saliente-se ainda que dados de [5] referem que são necessários 8800 kg CO<sub>2</sub> eq. para produzir uma carro elétrico e apenas 5600 kg CO<sub>2</sub> eq. para produzir um carro com motor de combustão a metanol.

## 2. Processos de produção de metanol renovável

Existem várias vias para a obtenção do metanol renovável [2][4], como resumidamente se apresentam:

- a) eletricidade obtida por via renovável é usada para produzir hidrogénio através da hidrólise da água, e o hidrogénio obtido é feito reagir com dióxido de carbono da atmosfera ou de gases de exaustão industriais, obtendo-se gás de síntese e, posteriormente, com base neste, metanol;
- b) a matéria orgânica proveniente de vários tipos de biomassa sofre fermentação ou gaseificação (alta temperatura na ausência de ar) para produzir gás de síntese (mistura de hidrogénio, monóxido de carbono e dióxido de carbono) sendo este posteriormente feito reagir para se obter metanol; em todo este processo pode ser usada eletricidade de origem renovável.

No processo Vulcanol™, 1,45 ton de CO<sub>2</sub> emitido é feito reagir com 0,2 ton de H<sub>2</sub> obtido por via renovável, para produzir 1 ton de metanol, num único passo, sem subprodutos [7]. A Clariant tem um catalisador

comercial (MegaMax®800) usado em processo competitivo para produção de metanol diretamente a partir de CO<sub>2</sub> [8].

Saliente-se que atualmente, a nível global, de acordo com o Methanol Institute, menos de 1% do metanol produzido tem origem em matéria-prima de biomassa [4].

Em Portugal, a produção de biomassa florestal residual está em grande medida relacionada com a exploração florestal, essencialmente com base nos povoamentos de pinheiro bravo e de eucalipto, espécies mais significativas, representando os seus sobrantes uma fatia significativa para a bioenergia. Com base nestes pressupostos e nas áreas de pinheiro bravo e de eucalipto de 2015, disponibilizadas no Inventário Florestal Nacional IFN6 – Principais resultados – relatório sumário, foi estimado que o potencial de produção de biomassa florestal residual possa atingir até cerca de 3 milhões de toneladas por ano (peso húmido). O Portal das Energias Renováveis aponta para um valor de 2,2 milhões ton/ano [9]. De salientar ainda a biomassa residual da fileira da cortiça, com importância no nosso país.

Face à importância da floresta em Portugal, da fileira associada e do seu peso na economia, ao problema e à dimensão económica e social dos fogos rurais, e tendo em consideração a possibilidade de valorização da biomassa existente nas zonas de elevado risco de incêndio, é da maior importância pensar em opções que explorem este potencial biomássico, nomeadamente a nível energético.

Para além desta biomassa pode ser também considerada para este fim a existente nos resíduos sólidos urbanos que apresentam um valor global médio de 2,55 milhões ton/ano [10] dos quais 36,5% são os chamados biorresíduos [11].



**Figura 2.** Transporte de metanol (By GT1976 – Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=67313883>).

## 3. Casos de aplicação

É referido o caso da empresa ENERKEM que em 2018 estava a construir uma fábrica em Roterdão para a utilização de 350 mil toneladas métricas de resíduos urbanos, incluindo plástico não reciclável, e a sua transformação em 270 milhões de litros de metanol, por ano (equivalente a uma redução da emissão de 300 mil toneladas de CO<sub>2</sub> [12]). Na página web desta empresa [13] é referida também uma instalação que possui em Edmonton/Alberta no Canadá que produziu cerca de 5 milhões de litros de metanol “renovável” em 2016.

A empresa sueca Sodra estava em 2018 a construir uma fábrica para produzir metanol resultante da sua fábrica de papel, de forma que numa perspetiva de economia circular pudesse utilizar toda a matéria-prima usada. Prevê a produção anual de 5000 toneladas de metanol, estimando

### **Grandes construtoras americanas de automóveis produziram já modelos correntes de automóveis, mas consumindo metanol.**

uma redução de 99% das emissões de CO<sub>2</sub> em comparação com o uso dos combustíveis fósseis [11].

A Carbon Recycling International, na Islândia, usa 5600 toneladas de CO<sub>2</sub>/ano que é feito reagir com hidrogénio obtido por via renovável sintetizando, deste modo, cerca de 4000 ton/ano de metanol de alto índice de octanas, sendo em 2018 a maior instalação deste género no mundo, usando o processo Vulcanol™. Esta empresa estava nesse ano a fazer parcerias com empresas chinesas para implementar esta tecnologia nesse país. Foram inclusivamente já feitas experiências do uso desse combustível na mobilidade rodoviária [2][7].

Uma lista mais completa de instituições/instalações envolvidas na produção de metanol “renovável”, com processos já instalados ou em desenvolvimento pode ser encontrada em [2] e [4].

A Thyssenkrupp Industrial Solutions AG apresentou uma solução modular designada como Silicon Fire/UHDE “Green Methanol”, para a produção descentralizada de metanol a partir de hidrogénio obtido por via renovável (eletrolíse) e dióxido de carbono, por exemplo com origem industrial, com várias capacidades de produção de escala pequena ou média (ex. 12 ton/dia – eletrolisador 5 MW; 290 ton/dia – eletrolisador 120 MW) com um investimento previsto na ordem das dezenas de milhões de euros [14].

A empresa dinamarquesa SerEnergy produz pilhas de combustível que funcionam a metanol como extensores de autonomia de veículos elétricos a bateria [2]. Também na Dinamarca foi referido em 2020 um projeto-piloto que produz metanol a partir de CO<sub>2</sub> para o consumo de 200 viaturas, esperando um valor muito superior para 2021 [5].

É de referir também aqui o caso de um grande navio *ferry* de 24 MW, que foi convertido para metanol, em 2015, comprovando a possibilidade do uso de metanol como combustível marítimo [2]. Noutras experiências do género levadas a cabo por empresas canadianas e alemãs têm vindo a ser desenvolvidas soluções neste domínio [2].

Noutro domínio podem ser descritas experiências relacionadas com a substituição de *fuel* por metanol em centrais de produção de eletricidade, citando-se, por exemplo uma central de 50 MW em Israel que baixou os custos de exploração e as emissões de poluentes. Trata-se de uma possível solução especialmente aplicável em territórios insulares, eventualmente como apoio a sistemas de produção existentes [2].

Num trabalho prospetivo relacionado com este âmbito foi estimado, a nível global, que 15-20% do H<sub>2</sub> verde poderia vir a ser utilizado na produção de combustíveis líquidos com 3 cenários [8]:

- 2020-2030 – uso de CO<sub>2</sub> de fontes industriais com os primeiros importantes projetos de PtL (*Power to Liquid*) em 2025
- 2030-2040 – uso de CO<sub>2</sub> a partir de processos de RSU/biomassa e forte crescimento de PtL com eólica&solar
- 2040-2050 – uso de CO<sub>2</sub> obtido por captura direta do ar com domínio do PtL devido a limitações da biomassa e ao *phase-out* das fósseis.

### **4. Discussão e conclusões**

Sabendo que, como referido, o setor dos transportes, na Europa, contribui com cerca de ¼ das emissões de gases de efeito de estufa e que cerca de ¾ destas são devidas ao transporte rodoviário [2], a adoção de veículos a metanol renovável poderá baixar dramaticamente estas emissões. Este conceito tem sido ensaiado com sucesso na China deste 2005 (Geely/Methanol Vehicle Pilot Program). Refira-se que grandes construtoras americanas de automóveis produziram já modelos correntes de automóveis, mas consumindo metanol, a preços equivalentes aos dos veículos com motores de combustão

a hidrocarbonetos. No final dos anos 90 chegou a haver milhares de viaturas em circulação e cerca de uma centena de postos de abastecimento [2]. A experiência não continuou devido à queda do preço do petróleo.

A outra via neste domínio é a utilização do metanol como portador de hidrogénio em pilhas de combustível.

Não é só o transporte rodoviário que tem potencial de utilização do metanol. O mesmo se passa com o transporte marítimo e fluvial [2]. Também neste domínio, Portugal, um país atlântico, poderá ter um contributo importante na produção e abastecimento marítimo.

A utilização de metanol em sistemas de produção de eletricidade, pode ser uma possível solução especialmente aplicável em territórios insulares, eventualmente como apoio (*back-up*) a sistemas de produção de eletricidade “renovável” por outras vias [2]. O metanol pode assim proporcionar estabilidade à rede, sendo produzido através do excesso de eletricidade produzida em alturas de pico, para depois ser convertido em eletricidade despachável, quando necessário.

Parece ser opinião generalizada que o futuro energético terá que passar por um *mix* de soluções. Deste modo, a utilização do metanol poderá ser um dos componentes desse *mix* a considerar, nomeadamente face às boas condições do nosso país para a produção de metanol com base na energia renovável.

Além disso, é referido que o armazenamento de energia na via hidrogénio-metanol, poderá contribuir para um decréscimo da pressão da procura de algumas matérias-primas necessárias a outros tipos de armazenamento, nomeadamente em baterias, podendo assim também contribuir para a diminuição dos custos destas formas de armazenamento [3] e uma maior sustentabilidade e independência de matérias-primas críticas.

### **Referências**

- [1] <http://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/IFES/BV/sales90.pdf>
- [2] Hobson C., Márquez C., *Renewable Methanol Report*, ATA Markets Intelligence/Methanol Institute, Madrid, 2018.
- [3] [www.power-technology.com/features/excess-energy-surplus-solar-wind-power-good-source-hydrogen/](http://www.power-technology.com/features/excess-energy-surplus-solar-wind-power-good-source-hydrogen/)
- [4] Navin, L, *Renewable Methanol Report, Webinar – Liquid storage for wind and solar power/Renewable methanol*, ATA Insights, 5 março 2019.
- [5] Webinar “Methanol as motor fuel”, Methanol Institute, 26<sup>th</sup> October 2020
- [6] DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23<sup>rd</sup> April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources, disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>
- [7] Stefansson, B., *Renewable methanol from CO2: A technology solution ready to scale*, Webinar – Liquid storage for wind and solar power/Renewable methanol, ATA Insights, 5 março 2019.
- [8] Cotter T., *Catalysing Renewable Methanol*, Renewable Methanol Webinar/Methanol Institute, 5 agosto 2020.
- [9] [www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID\\_conteudo=5&ID\\_area=2&ID\\_sub\\_area=3](http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=5&ID_area=2&ID_sub_area=3)
- [10] [www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID\\_conteudo=71&ID\\_area=2&ID\\_sub\\_area=3](http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=71&ID_area=2&ID_sub_area=3)
- [11] Relatório Anual Resíduos Urbanos 2017, APA, Amadora, 2018, acessível em [https://apambiente.pt/\\_zdata/Políticas/Resíduos/Resíduos\\_Urbanos/Relatorio%20Resíduos%20Urbanos%20\(RARU%202017\).pdf](https://apambiente.pt/_zdata/Políticas/Resíduos/Resíduos_Urbanos/Relatorio%20Resíduos%20Urbanos%20(RARU%202017).pdf)
- [12] [www.biofuelsdigest.com/bdigest/2019/03/01/shell-joins-air-liquide-nouryon-in-enerkem-waste-to-chemicals-project-in-rotterdam-the-complete-story/](http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2019/03/01/shell-joins-air-liquide-nouryon-in-enerkem-waste-to-chemicals-project-in-rotterdam-the-complete-story/)
- [13] <https://enerkem.com/products/methanol/>
- [14] Battke, J., *Green Methanol a path forward to replace fossil fuel*, Webinar – Liquid storage for wind and solar power/Renewable methanol, ATA Insights, 5 março 2019. 