



DO GOLFO PÉRSICO AO FERTILIZANTE: ENERGIA, SEGURANÇA ALIMENTAR E O PAPEL ESTRATÉGICO DO GÁS NATURAL

12 maio 2026

A ligação entre o Golfo Pérsico, o mercado energético e os fertilizantes demonstra como a segurança alimentar mundial está profundamente interligada com a geopolítica da energia. A transição para modelos energéticos mais sustentáveis poderá reduzir parte das vulnerabilidades, mas será complexo e difícil equilibrar a necessidade de produzir mais alimentos, reduzir emissões, preservar recursos hídricos, garantir estabilidade social e reduzir dependências energéticas.

As crises no Golfo Pérsico são normalmente analisadas sob perspectivas militares, diplomáticas ou energéticas.

O foco recai, frequentemente, sobre o petróleo, os corredores marítimos estratégicos ou as rivalidades entre potências regionais e globais. Contudo, existe uma dimensão menos visível – mas igualmente crítica – que raramente ocupa espaço no debate público: a relação direta entre o gás natural, a produção de fertilizantes e a segurança alimentar mundial.

Na prática, uma parte significativa da produção agrícola global depende diretamente da estabilidade energética internacional. O gás natural não serve apenas para aquecer cidades, produzir eletricidade ou alimentar indústrias pesadas. É também um dos pilares fundamentais da agricultura moderna.

À primeira vista, tal poderá parecer paradoxal. O nitrogénio, elemento essencial para o crescimento vegetal, existe em abundância na atmosfera terrestre, representando aproximadamente 78% do ar. Porém, essa abundância é enganadora. O nitrogénio atmosférico encontra-se sob a forma molecular N_2 , extremamente estável e praticamente inutilizável pelas plantas.

A história da agricultura contemporânea alterou-se profundamente quando a humanidade descobriu uma forma industrial de “ativar” esse nitrogénio e transformá-lo em fertilizante. Esse avanço tecnológico permitiu alimentar milhares de milhões de pessoas, mas criou simultaneamente uma dependência estrutural do gás natural e da estabilidade geopolítica das regiões produtoras de energia.

Neste contexto, a segurança alimentar mundial encontra-se, hoje, intimamen-

te ligada à segurança energética e, em larga medida, à estabilidade do Golfo Pérsico.

O nitrogénio: abundante, mas inacessível

O nitrogénio é um dos elementos fundamentais da vida. Está presente nas proteínas, no ADN, nos aminoácidos e em praticamente todos os processos biológicos essenciais.

Apesar disso, as plantas não conseguem utilizar diretamente o nitrogénio atmosférico. A razão reside na força da ligação tripla existente entre os dois átomos de nitrogénio na molécula N_2 . Trata-se de uma das ligações químicas mais estáveis da natureza.

Em condições naturais, apenas determinados microrganismos conseguem fixar biologicamente o nitrogénio atmosférico. Algumas bactérias presentes no solo ou associadas às raízes de leguminosas possuem essa capacidade, convertendo o nitrogénio em compostos assimiláveis pelas plantas.

Durante séculos, a agricultura dependeu exclusivamente desses mecanismos naturais. O crescimento das populações humanas, contudo, começou gradualmente a ultrapassar a capacidade dos solos em regenerar nutrientes de forma sustentável.

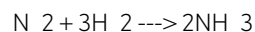
No século XIX, vários países enfrentavam já problemas relacionados com a escassez de fertilizantes naturais. O guano peruano, rico em compostos azotados, tornou-se um recurso estratégico global, gerando disputas comerciais e interesses geopolíticos significativos.

A pressão demográfica e agrícola criou então a necessidade urgente de encontrar uma solução industrial para o problema do nitrogénio.

O processo Haber-Bosch e a transformação da agricultura

O avanço decisivo surgiu no início do século XX através do trabalho dos químicos alemães Fritz Haber e Carl Bosch. Haber conseguiu demonstrar experimentalmente a síntese de amónia a partir de nitrogénio atmosférico e hidrogénio. Bosch transformou posteriormente essa descoberta num processo industrial em larga escala.

A reação central permanece relativamente simples:



A complexidade encontra-se nas condições necessárias para que a reação ocorra de forma economicamente viável. São necessárias temperaturas entre 400 e 500 graus Celsius e pressões extremamente elevadas, frequentemente superiores a 200 bar.

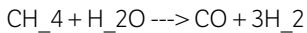
O processo Haber-Bosch é frequentemente descrito como uma das invenções mais importantes da história moderna. Diversos investigadores consideram que uma parte substancial da população mundial atual só existe graças à produção industrial de fertilizantes azotados.

Ao permitir aumentar drasticamente a produtividade agrícola, o processo revolucionou a segurança alimentar global. Mas criou igualmente uma nova dependência: a necessidade constante de energia e hidrogénio em grande escala.

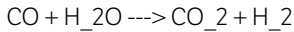
O papel central do gás natural

É neste ponto que o gás natural assume importância estratégica. O gás natural, composto sobretudo por metano (CH_4), possui duas funções fundamentais na produção de amónia.

A primeira é química. O metano é utilizado como fonte de hidrogénio através da chamada reforma a vapor:



Segue-se depois uma segunda reação:



O hidrogénio produzido é então utilizado na síntese da amónia.

A segunda função do gás natural é energética. O processo *Haber-Bosch* exige consumos energéticos extremamente elevados para manter as temperaturas e pressões industriais necessárias. Na prática, o gás natural é simultaneamente matéria-prima química, fonte de hidrogénio e combustível industrial. Esta dupla dependência explica por que razão os fertilizantes são tão sensíveis às oscilações do mercado energético.

Segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla inglesa), a produção de amónia representa aproximadamente 1% a 2% do consumo energético global. O setor é igualmente responsável por cerca de 1% das emissões mundiais de dióxido de carbono. Embora estes números possam parecer relativamente modestos, a sua relevância estratégica é enorme. Pequenas perturbações na produção de fertilizantes podem ter impactos significativos sobre os preços alimentares globais.

Do fertilizante ao prato

A amónia produzida industrialmente serve de base aos principais fertilizantes utilizados na agricultura moderna, tais como a ureia; nitrato de amónio; sulfato de amónio; soluções azotadas líquidas. Após aplicação no solo, inicia-se um complexo ciclo bioquímico. Bactérias nitrificantes convertem a amónia em nitratos, facilmente absorvidos pelas raízes das plantas. O nitrogénio entra então nos tecidos vegetais, participa na síntese de proteínas e passa posteriormente para animais e seres humanos através da alimentação. Este processo invisível sustenta praticamente toda a cadeia alimentar moderna.

Sem fertilizantes sintéticos, as produções agrícolas atuais sofreriam reduções dramáticas. Diversos estudos internacionais sugerem que entre 40% e 50% da população mundial depende

diretamente de alimentos produzidos com recurso a fertilizantes industriais. A chamada Revolução Verde do século XX, responsável pelo aumento maciço da produção agrícola em países como Índia, México ou China, esteve profundamente ligada à utilização intensiva de fertilizantes azotados.

Eficiência limitada e custos ambientais

Apesar da eficácia produtiva, o sistema está longe de ser perfeito. Em média, apenas cerca de metade do fertilizante aplicado é efetivamente absorvido pelas culturas agrícolas. O restante perde-se através de vários mecanismos ambientais. Parte infiltra-se nos lençóis freáticos, contaminando aquíferos e reservas de água potável. Outra parte é transportada para rios e zonas costeiras, contribuindo para fenómenos de eutrofização.

A produção de fertilizantes enquadra-se precisamente nesta nova realidade. Um Estado incapaz de garantir abastecimento alimentar está potencialmente exposto a instabilidade política, tensão social e vulnerabilidade económica.

A eutrofização ocorre quando o excesso de nutrientes provoca crescimento descontrolado de algas e microrganismos aquáticos, reduzindo drasticamente o oxigénio disponível na água. Em casos extremos, criam-se “zonas mortas” incapazes de sustentar vida marinha significativa.

Outra fração do nitrogénio regressa à atmosfera sob a forma de óxido nitroso (N_2O), um gás com efeito de estufa extremamente potente:



O impacto climático do óxido nitroso é significativamente superior ao do dióxido de carbono quando comparado molécula a molécula.

Além disso, o uso intensivo de fertilizantes pode contribuir para a acidificação dos solos; degradação microbiológica; redução da biodiversidade e o aumento da dependência agrícola de consumíveis industriais.

O sistema atual revela assim uma contradição central: é simultaneamente indispensável e ambientalmente problemático.

A geopolítica dos fertilizantes

A ligação entre energia, fertilizantes e estabilidade internacional tornou-se particularmente evidente nas últimas décadas.

Os fertilizantes dependem diretamente do preço do gás natural. Sempre que ocorrem perturbações energéticas, o impacto propaga-se rapidamente aos mercados agrícolas.

A guerra na Ucrânia demonstrou claramente essa vulnerabilidade. A subida abrupta dos preços do gás natural na Europa levou várias fábricas de fertilizantes a reduzir ou suspender produção devido aos custos energéticos. O resultado foi imediato: aumento do preço dos fertilizantes; subida dos custos agrícolas; inflação alimentar; pressão sobre países importadores de alimentos.

O mesmo risco permanece associado ao Golfo Pérsico. O Estreito de Ormuz constitui um dos corredores marítimos mais estratégicos do mundo. Por essa passagem circula uma parte substancial do comércio global de petróleo e gás natural liquefeito. Qualquer interrupção significativa naquele corredor teria repercussões globais quase imediatas. A estabilidade agrícola mundial encontra-se, assim, parcialmente dependente da estabilidade militar daquela região.

Segurança alimentar como questão estratégica

Tradicionalmente, o conceito de segurança nacional estava centrado em dimensões militares clássicas. Contudo, o século XXI trouxe uma visão mais ampla. Atualmente, fatores como o abastecimento energético; estabilidade alimentar; acesso à água; cadeias logísticas e dependência tecnológica passaram igualmente a integrar o conceito de segurança estratégica.

A produção de fertilizantes enquadra-se precisamente nesta nova realidade. Um Estado incapaz de garantir abastecimen-

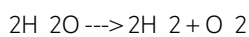


to alimentar está potencialmente exposto a instabilidade política, tensão social e vulnerabilidade económica. Historicamente, aumentos abruptos no preço dos alimentos estiveram associados a revoltas populares e crises políticas. As chamadas “revoltas do pão” repetiram-se em diferentes épocas e geografias. Mesmo conflitos recentes no Médio Oriente e Norte de África foram parcialmente influenciados por pressões económicas relacionadas com preços alimentares. Neste contexto, a agricultura deixou de ser apenas um setor económico; tornou-se uma dimensão crítica da estabilidade nacional.

O hidrogénio verde e a possível transição

Perante os desafios ambientais e geopolíticos, cresce o interesse em alternativas ao atual modelo baseado em combustíveis fósseis.

Uma das soluções mais promissoras é o chamado “hidrogénio verde”. O princípio consiste em produzir hidrogénio através da eletrólise da água utilizando eletricidade de proveniente de fontes renováveis:



O hidrogénio obtido poderia depois alimentar o processo *Haber-Bosch* sem necessidade de recorrer ao gás natural. A ideia é particularmente atrativa porque permite manter a infraestrutura industrial existente, alterando apenas a origem energética do hidrogénio.

Contudo, persistem desafios significativos, nomeadamente o elevado custo energético; a necessidade de expansão massiva de energias renováveis; os problemas de armazenamento; a competitividade económica reduzida e a necessidade de investimento em infraestruturas.

Apesar disso, vários países têm vindo a investir fortemente nesta área. Estados com elevado potencial solar ou eólico procuram posicionar-se como futuros exportadores de hidrogénio verde. Curiosamente, alguns países do Golfo Pérsico também começaram já a investir neste setor, tentando antecipar uma eventual transição energética global.

O futuro da agricultura e da energia

A relação entre fertilizantes, energia e geopolítica tenderá, provavelmente, a intensificar-se nas próximas décadas.

O crescimento populacional mundial continuará a exercer pressão sobre a produção agrícola. Simultaneamente, as alterações climáticas poderão reduzir produtividade em várias regiões do planeta. Nesse contexto, os fertilizantes permanecerão essenciais.

Por outro lado, a pressão internacional para redução de emissões de carbono continuará a aumentar. O setor agrícola enfrentará crescente necessidade de conciliar produtividade e sustentabilidade ambiental.

O desafio será particularmente complexo porque a humanidade necessita simultaneamente de produzir mais alimentos, reduzir emissões, preservar recursos hídricos, garantir estabilidade social e reduzir dependências energéticas estratégicas. Trata-se de um equilíbrio extremamente difícil.

A eventual disseminação do hidrogénio verde poderá representar uma transformação estrutural importante, mas dificilmente eliminará completamente as tensões associadas à segurança alimentar global.

Conclusões

Aquilo que parece, à primeira vista, um simples processo químico industrial possui profundas implicações estratégicas, económicas e geopolíticas.

O processo que transforma nitrogénio atmosférico em fertilizante constitui um dos pilares invisíveis da civilização moderna. Sem ele, a produção agrícola atual dificilmente conseguiria sustentar a população mundial contemporânea. Contudo, essa capacidade produtiva depende fortemente do gás natural e, consequentemente, da estabilidade energética global. A ligação entre o Golfo Pérsico, o mercado energético e os fertilizantes demonstra como a segurança alimentar mundial está profundamente interligada com a geopolítica da energia. Hoje, uma crise energética pode rapidamente transformar-se numa crise agrícola; um conflito regional pode provocar inflação alimentar global; um bloqueio marítimo pode afetar diretamente o preço do pão em continentes distantes. O mundo contemporâneo funciona através destas interdependências invisíveis.

A eventual transição para modelos energéticos mais sustentáveis poderá reduzir parte dessas vulnerabilidades. Ainda assim, o desafio permanece enorme: con-

tinuar a alimentar milhares de milhões de pessoas sem agravar simultaneamente os riscos ambientais e estratégicos.

No essencial, a humanidade encontrou uma forma engenhosa de usar energia para “ativar” o nitrogénio da atmosfera e colocá-lo ao serviço da vida no solo. Essa solução permitiu alimentar o mundo moderno. Mas trouxe consigo uma questão inevitável: como preservar esse equilíbrio num contexto de crescente instabilidade energética, climática e geopolítica? ●

<https://doi.org/10.26619/2183-4822.2026.CJ.6>

Referências

- Antip, Maria (2024). Low-carbon ammonia for fertilizer production. In *Food Outlook*, Nov.2024, FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, Roma. <https://doi.org/10.4060/cd3177en>
- Appl, Max (1999). *Ammonia: Principles and Industrial Practice*. Wiley-VCH.
- Erismann, J. W.; Sutton, M. A.; Galloway, J.; Klimont, Z.; Winiwarter, W. (2008). How a century of ammonia synthesis changed the world. In *Nature Geoscience*, Vol. 1, pp. 636-639. Disponível em: Nature Geoscience – How a century of ammonia synthesis changed the world
- FAO (2016). *World Fertilizer Trends and Outlook to 2019 – Summary Report*. FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, Roma. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/15627e>
- Fertilizers Europe (n.d). *Green ammonia and low-carbon fertilizers*. <https://www.fertilizerseurope.com/paving-the-way-to-green-ammonia-and-low-carbon-fertilizers/>
- Haber, Fritz. (1920). *The Synthesis of Ammonia from its Elements*. Nobel Lecture by Fritz Haber. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1918/haber/lecture/>
- IEA (2021a). *Ammonia Technology Roadmap*. Agência Internacional de Energia, Paris. <https://www.iea.org/reports/ammonia-technology-roadmap>
- IEA (2021b). *IEA at COP26: Ammonia Technology Roadmap – Towards more sustainable nitrogen fertiliser production*. Report Launch Event, 09.11.2021. <https://www.iea.org/events/iea-at-cop26-ammonia-technology-roadmap-towards-more-sustainable-nitrogen-fertiliser-production>
- IFA/FAO (2001). *Global Estimates of Gaseous Emissions of NH₃, NO and N₂O from Agricultural Land*. International Fertilizer Association & FAO. https://www.fertilizer.org/wp-content/uploads/2023/01/2001_FAO_IFA_gaseousemissionsNH3.pdf
- Mehta, A. (2024). Fertile ground: why reducing emissions from fertiliser production and use is ripe for innovation. *Reuters*, 23.10.2024. <https://www.reuters.com/sustainability/land-use-biodiversity/fertile-ground-why-reducing-emissions-fertiliser-production-use-is-ripe-2024-10-23/>
- Roy; Finck; Blair; Tandon (2006). *Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management*. FAO Bulletin 16. FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, Roma. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/a0443e>
- Smil, Vaclav (2001). *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. MIT Press.
- Smil, Vaclav (2022). *How the World Really Works*. Viking.