

Hidratos de metano: Alternativa energética ou catástrofe ambiental?

A China anunciou, em maio de 2017, a extração de grandes quantidades de metano (16 mil metros cúbicos de gás por dia) a partir de um material conhecido como “gelo combustível”, considerado por muitos uma solução para o abastecimento futuro de energia no mundo – mas, ao mesmo tempo, um perigoso vilão para o aquecimento global. Apesar de descobertos no norte da Rússia, em 1960, os **hidratos de metano** só começaram a ser objeto de pesquisa na década de 1970. O grande problema é que, até então, para extrair o gás metano deste material gastava-se muita energia, o que tornava o processo inviável economicamente; quase 50 anos depois, porém, a China obteve êxito e a extração passou a ser lucrativa (BBC Brasil, 2017). Mas, o que exatamente são os hidratos de metano? Como são formados? Por que podem ser uma solução energética e, ao mesmo tempo, responsáveis pela intensificação do aquecimento global?

Existe uma grande quantidade de metano preso no fundo dos oceanos, sobretudo nas extremidades dos continentes, sob a forma de *clatratos de metano*, mais conhecidos como hidratos de metano. Estimativas apontam para valores de reservas mundiais de gás metano, estocados nos hidratos de metano, que variam de $2,8 \cdot 10^{15}$ a $8 \cdot 10^{18}$ m³. Para se ter uma ideia, as reservas de gás natural convencional (obtido geralmente junto ao petróleo) são estimadas em aproximadamente $4,4 \cdot 10^{14}$ m³ (COLLETT et al, 2009).

O metano foi produzido ao longo de milhares de anos por bactérias que promoveram a decomposição anaeróbia de matéria orgânica nos sedimentos. Os hidratos se formam sob condições de alta pressão e baixa temperatura, como as que existem nas águas frias e profundas dos oceanos. Caso a pressão seja suficientemente alta (acima de 50 atm) e a água estiver fria o bastante (abaixo de 4 °C), o metano produzido pelas bactérias simplesmente não borbulhará para a superfície (CAREY, 2011). Veja no diagrama de fases abaixo as combinações de pressão e temperatura em que é possível obter um hidrato de metano estável.

Os hidratos de metano têm aspecto visual muito semelhante ao do gelo de água pura, mas, ao aproximá-los de uma fonte de ignição, como um palito de fósforo aceso, eles se incendiam! As moléculas individuais de metano ficam aprisionadas dentro de agrupamentos de 6 a 18 moléculas de água, formando um material sólido que permanece no fundo do oceano. O volume de gás liberado em condições normais de temperatura e pressão, isto é, em temperatura de 0°C e pressão de 1 bar, é cerca de 165 vezes maior que o volume ocupado pelos hidratos (KOTZ, TREICHEL e TOWNSEND, 2010).

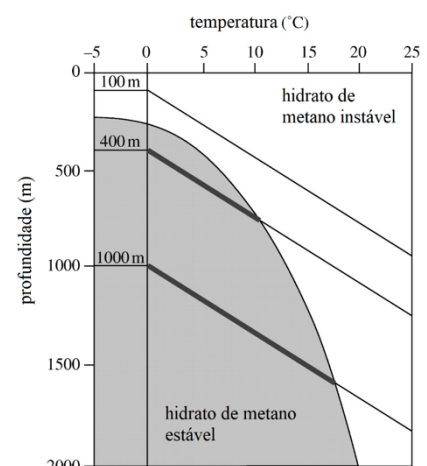


Diagrama de fases simplificado de um hidrato de metano. A forma estável permite que o metano fique retido no material. Já a forma instável permite que o metano escape. Fonte: MASLIN, 2010

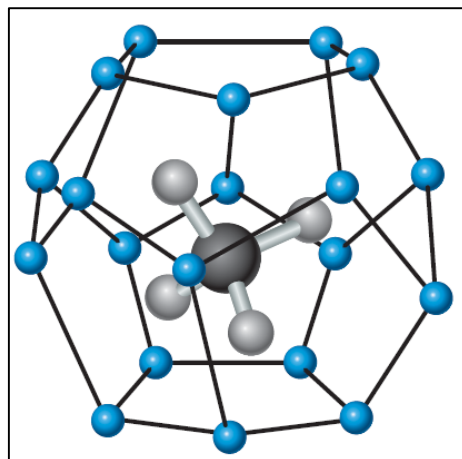


Foto de uma amostra de hidrato de metano queimando. Fonte: soundwaves.usgs.gov/2012/06 Acesso em 02/06/2017.

Cientistas teorizam que a liberação de metano a partir desses hidratos poderia ter sido responsável pelo importante evento de aquecimento global ocorrido há 55 milhões de anos, e que durou 40 mil anos, elevando a temperatura da Terra em aproximadamente 5°C. Um pequeno aquecimento dos oceanos teria estimulado esse processo nos hidratos, liberando o metano para a atmosfera. Como o metano é um gás causador de efeito estufa, o evento teria elevado a temperatura da Terra, fazendo com que mais metano fosse liberado dos oceanos para a atmosfera. Por fim, teria se alcançado um estado de equilíbrio novo e mais quente. (CAREY, 2011; MASLIN, 2010).

Extrair o metano presente nos hidratos constitui um tremendo desafio de engenharia. Acredita-se que eles atuam como um tipo de “cimento” para manter juntos os sedimentos dos oceanos. A manipulação desses depósitos pode causar deslizamentos subaquáticos, levando à liberação de metano na atmosfera. Tais eventos semelhantes podem trazer sérias consequências para o meio ambiente, pois, como já mencionado, o metano é um potente gás com efeito de estufa, muitas vezes mais danoso que o dióxido de carbono (CHANG, 2010; RUPPEL, 2011).

Atualmente, a concentração de metano na atmosfera é aproximadamente 200 vezes menor do que a do dióxido de carbono, mas este teor aumentou cerca de 150% desde os tempos pré-industriais, enquanto a concentração de dióxido de carbono aumentou apenas 40 % nesse período (RUPPEL, 2011). As previsões do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change* – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) indicam que no ano 2100 a temperatura global média do nosso planeta poderá aumentar entre 1,1°C e 6°C. Contudo, em latitudes mais elevadas, o aumento da temperatura média poderia chegar a 12 °C, o que segundo algumas publicações poderia impactar a estabilidade dos hidratos de metano (MASLIN, 2010). Além disso, é importante destacar que a relação cíclica entre a temperatura dos oceanos e a instabilidade dos hidratos é perigosa: quanto maior a temperatura os oceanos, mais metano é liberado na atmosfera, aumentando a intensidade do efeito estufa, o que eleva a temperatura dos oceanos, fazendo com que mais metano seja liberado.... Onde isso irá parar? Será a sua exploração segura? Devemos continuar a fazer uso dos combustíveis fósseis? Essas são apenas algumas perguntas para as quais só o tempo trará as respostas. Isso se não for tarde demais...



Representação esquemática dos hidratos de metano. A molécula de metano está “presa” em uma “gaiola” de água no estado sólido, cujas moléculas (esferas azuis) são mantidas unidas por ligações de hidrogênio (traços em preto). Fonte: CHANG, 2010.

Perguntas

1. O potencial de aquecimento global (GWP, do inglês *Global Warming Potentials*) é um indicador que permite avaliar o impacto da substância no aquecimento global. Ele corresponde à razão entre o impacto climático causado pela emissão de determinada massa de um gás de efeito estufa e o impacto causado pela emissão da mesma massa de CO₂, que por convenção tem um GWP igual a 1. Considere a tabela a seguir com o GWP de alguns gases. Utilizando os dados informados, explique o motivo de preocupação por parte dos cientistas e especialistas a respeito da liberação do metano “preso” nos hidratos de metano.

Substância	GWP (no período de 100 anos)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	310
Hexafluoreto de enxofre (SF ₆)	23.900

Fonte: DAWSON e SPANNAGLE, 2009.

2. A partir das informações sobre as reservas de metano, assinale a alternativa que contém a razão entre as reservas mais pessimistas associadas aos hidratos de metano e as reservas de gás natural convencional.
- a) 6,4 b) 2,3 c) 1,2 d) 0,8 e) 0,16
3. A partir da leitura do diagrama de fases, indique a partir de qual profundidade obtém-se hidratos de metano estáveis a uma temperatura de 286 K.
- a) 100 b) 250 c) 500 d) 1000 e) 1500

Respostas

1. Conforme informações da tabela fornecida, o GWP do metano é 21 vezes maior que o do dióxido de carbono. Assim, espera-se que, considerando-se massa iguais de ambos os compostos, o efeito danoso ao meio ambiente do metano seja vinte e uma vezes maior que o do dióxido de carbono. Pela razão do elevado GWP, a liberação de metano dos hidratos na atmosfera contribuiria muito para a intensificação do aquecimento global.
2. Alternativa A. A previsão pessimista para as reservas de hidratos de metano é de $2,8 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$; já as reservas de gás natural convencional são estimadas em $4,4 \cdot 10^{14} \text{ m}^3$. Assim, tem-se:

$$\text{razão} = \frac{2,8 \cdot 10^{15}}{4,4 \cdot 10^{14}} = 6,36 \sim 6,4$$

3. Alternativa D.

$$T_c = T_k - 273$$

$T_c = 286 - 273 = 13 \text{ }^\circ\text{C}$. Pela leitura do diagrama, a partir da profundidade de 1000 metros atinge-se a área correspondente aos hidratos de metano estáveis.

Referências

- **BBC Brasil Online**. Gelo combustível, a promissora fonte de energia que a China extraiu do fundo do mar. 28 maio 2017. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/geral-40029080> - acesso em 03/06/2017.
- CAREY, F. A. **Química Orgânica**. 7ª Edição – Porto Alegre: AMGH Editora, 2011, p. 93
- CHANG, R. **Chemistry**. 10 th. McGrawHill, 2010, p. 1038.
- Collett, T. S., A. H. Johnson, C. C. Knapp, and R. Boswell, 2009, Natural Gas Hydrates: A Review, in T. Collett, A. Johnson, C. Knapp, and R. Boswell, eds., Natural gas hydrates—Energy resource potential and associated geologic hazards: **AAPG Memoir** 89, p. 146 – 219. Disponível em: http://gashydrates.info/AAPG_summary_paper/AAPGMem89Ch1.PDF - acesso em 03/06/2017.
- DAWSON, B., SPANNAGLE, M. **The Complete Guide to Climate Change**. Nova York: Routledge, 2009, p. 194.
- KOTZ, J. C, TREICHEL, P. M., TOWNSEND, J. R. **Chemistry & Chemical Reactivity**. Seventh Edition. Brooks/Cole, 2010.
- MASLIN, M. Gas hydrates: past and future geohazard? **Phil. Trans. R. Soc. A** (2010) 368, 2369–2393. Disponível em: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/368/1919/2369>
- RUPPEL, C. D. Methane Hydrates and Contemporary Climate Change. **Nature Education Knowledge**. 3(10):29, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/methane-hydrates-and-contemporary-climate-change-24314790> - acesso em 03/06/2017.