

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Discussão sobre hidratos de gás e a possibilidade de ocorrências na Bacia da Foz do Amazonas

AUTORES:

Nicole Moutinho Monteiro¹, Estanislau Luczynski²

INSTITUIÇÃO:

¹nicmoutinho@hotmail.com, Faculdade de Geofísica, Universidade Federal do Pará

²Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará

DISCUSSÃO SOBRE HIDRATOS DE GÁS E A POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIAS NA BACIA DA FOZ DO AMAZONAS

Abstract

Gas hydrates (HG) are a source of hydrocarbons with potential for future exploration. The storage of natural gas (mainly methane), in the form of cell (clathrate), shows volume of interest: 1 m³ of saturated hydrates (under ideal temperature and pressure) has 164 m³ of equivalent methane gas. These numbers point to hydrates as the largest reserves of known fossil resources since their discovery in Siberia in the 1960s. In the present context, one of the focuses of the research is to develop and improve hydrate extraction and their transport techniques, partly due to the high extraction costs and the potential environmental impacts. Given this, geophysical studies combined with geology are of great importance for reserves feasibility. Projects occur around the world in search of economical extraction of gas hydrates, however taking into account geological and geophysical information, including those related to the occurrence of hydrates in Brazilian territory. Currently, there are a few hydrate-related surveys in Brazil despite promising resources at Pelotas and Foz do Amazonas Basins, the latter one is the focus of this paper. Such basin has approximately 13 trillion m³ of gas (*in situ*) compared to Brazilian reserves (total) of 696 billion m³ present in clathrates. Geophysical and geological studies conducted in the Foz do Amazonas Basin have detected occurrences of gas hydrates at region known as the Cone (or Fan) of the Amazon. Despite the importance of this discovery for the Amazon Region, further studies are still needed. Given this, it is necessary more research in the area, taking into account the gas potential, but without forgetting the environmental, economic and exploratory issues.

Introdução

O início dos estudos sobre os hidratos de gás (HG's) se deu na década de 1970, quando houve uma corrida para quantificação de reservas do recurso. Desde então, os países interessados desenvolveram programas científicos voltados aos HG's, principalmente os Estados Unidos, Canadá, Japão, China, Rússia e Índia.

O conhecimento brasileiro em hidratos não é avançado e dentro da realidade brasileira, o estágio de desenvolvimento tecnológico é baixo. Há registro que o ODP (*Ocean Drilling Program*) estudou a Bacia da Foz do Amazonas a partir de dados de poços e por seções sísmicas. Os resultados obtidos indicam a inferência da presença de hidratos na área, visto que, devido à expansão do gás natural (GN), foram detectadas estruturas do tipo “colmeia” em argila que apontam para a ocorrência de GN.

Os principais estudos sobre hidratos de gás realizados na referida bacia ocorreram na área conhecida como Cone (ou Leque) do Amazonas, uma zona de interesse como produtora de gás natural em situação de talude marinho. Outra indicação que aponta para a existência de hidratos de gás é a associação desse recurso energético ao ambiente deltaico. Não obstante, os estudos sobre hidratos também devem levar em consideração o fato de o GN está aprisionado em cristais de gelo, o que pode ser considerado como um tipo de reservatório não convencional de hidrocarbonetos.

Metodologia

O trabalho consiste em uma revisão bibliográfica acerca dos hidratos de gás principalmente no Brasil, sendo o foco a Bacia da Foz do Amazonas. Tendo em vista o discreto nível de pesquisa em território brasileiro do assunto em questão, apesar de a ocorrência dos hidratos de gás confirmadas na bacia em estudo e na Bacia de Pelotas, e ainda havendo suspeitas de registros dos HG's nas bacias de Campos, Santos e Espírito Santo.

Resultados e Discussão

• Formação e ocorrências dos hidratos de gás

Os hidratos de gás, também conhecido como clatratos (do grego “gaiola”), às vezes chamado erroneamente de hidratos de metano, correspondem a estruturas compostas basicamente por gelo e metano e às vezes com frações de etano, propano e butano.

A formação do metano se dá de maneira termogênica ou biogênica, e em condições de temperatura e pressão ideais. A forma biogênica é originada em decorrência da decomposição da matéria orgânica por meio de reações químicas, este evento ocorre em profundidades próximas à superfície (< 1km) em comparação com a forma termogênica do metano e normalmente está associado à sedimentação deltaica/marinha. Esses recursos são originados nas Zonas de Estabilidade dos Hidratos de Gás (GHSZ) (Figura 1). Já o gás termogênico é gerado na zona de catagênese (> 3km) devido à mudança de fase do petróleo (gaseificação).

As áreas com potencial para gás (*gas prone*) ocorrem em deltas e/ou taludes continentais. Além disso, os hidratos ocorrem em zonas de *permafrost* (WAITE et al., 2014) próximos às regiões polares.

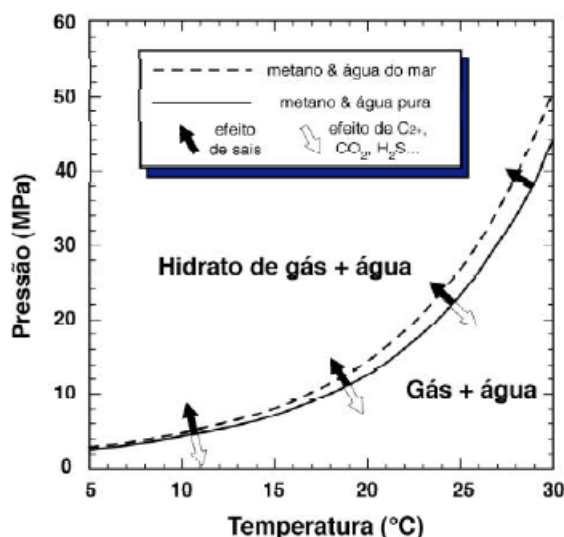


Figura 1 - Condições de pressão e temperatura ideais para a termodinâmica do HG (Fonte: CLENNELL, 2000)

• Hidratos de gás na Bacia da Foz do Amazonas

A ocorrência de hidratos de gás na Bacia da Foz do Amazonas decorre principalmente na porção denominada Cone do Amazonas, onde há alta taxa de sedimentação, valores em torno de 1% de COT (carbono orgânico total), além de detritos orgânicos continentais em grande quantidade e sedimentos ferruginosos (característicos da Amazônia), tais fatores resultam na alta produção de metano biogênico nesta área (FLOOD et al., 1993).

Em continuação, a ocorrência de hidratos de gás pôde ser inferida a partir de estudos nos sítios onde foram encontradas estruturas do tipo colmeia em lama, características de expansão de gás excessiva, aliados aos dados coletados em poços.

- **A exploração de hidratos de gás e o papel da geofísica**

A utilização de métodos geofísicos para o estudo de uma região com possibilidade de hidratos é fundamental para acesso a estes reservatórios.

As mudanças ocorridas nas propriedades físicas dos sedimentos por conta dos hidratos ou do gás livre resultam em anomalias geofísicas, que são visíveis quando empregados métodos de imagem como os métodos sísmicos (RIEDEL et al., 2010). Além disso, a perfilagem de poços, e métodos potenciais podem auxiliar no estudo de locais com possível presença dos clatratos.

- Métodos sísmicos

O imageamento sísmico da subsuperfície mostra a importância desta como uma ferramenta importante para a identificação de áreas com hidratos de metanos. Tendo em vista isso, levantamentos são realizados na tentativa de encontrá-los. A sísmica de reflexão é o foco principal no estudo de hidratos de metanos.

Um dos principais atributos sísmicos é o BSR (*Bottom Seismic Reflection*) onde a presença de refletores fortes nos perfis sísmicos, que são paralelos ao fundo do mar, inferem a possibilidade de hidratos de gás. O BSR é evidenciado por uma polaridade invertida devido a diferença de velocidade dos hidratos de gás em sedimentos marinhos e a velocidade dos sedimentos abaixo do BSR, a zona de provável ocorrência de gás livre (TINIVELLA, 2008).

Além disso, outras características sísmicas aliadas aos hidratos são a chaminé sísmica e o *blanking*. As chaminés são comuns em seções sísmicas evidenciando migrações gasosas, principalmente em regiões que apresentam falhas, nessa região há uma diminuição da velocidade o que gera anomalias de impedância acústica sendo visíveis nas seções como áreas de baixa qualidade conhecidas como “branqueamento” (FREIRE, 2013). Essa situação que pode evidenciar regiões de hidratos é conhecida também como *blanking* (blindagem), caracterizado por um branqueamento na área identificado como uma redução de amplitude dos refletores sísmicos, que pode ser causado por conta de cimentação o que acaba por reduzir o contraste de impedância sísmica entre camadas de componentes diferentes (CLENELL, 2000).

Mais uma evidência dos clatratos é o *bright spot*, sendo esta a principal indicação da presença de gás natural quando interpretada uma seção sísmica, tal característica está relacionada com altas amplitudes. Segundo Zhang (2010), os *bright spots* positivos com alta amplitude indicam os clatratos. Por outro lado, a ocorrência de *bright spots* negativos com alta amplitude evidenciam gás livre.

- Perfilagem de poços

Os hidratos de gás são inferidos em perfis de poço a partir da alta velocidade do perfil sônico e alta resistividade nos perfis de eletrorresistividade (MAJUMDER et al., 2009), como estes são os que apresentam melhor resultado para hidratos, geralmente, são os mais usados na identificação.

Nos perfis de raios gama procura-se as porções não argilosas, que não são folhelhos, pois os hidratos ocorrem em regiões de arenito ($^{\circ}\text{API} < 70$). Quanto à resistividade, as áreas com hidratos de gás apresentam resistividade alta devido ao metano existente no lugar da água salina que, anteriormente, ali estava. Os hidratos atuam como um isolante elétrico.

- Método magnético

As anomalias magnéticas dependem das partículas ferromagnéticas existentes nas rochas. Em rochas com hidratos de gás, os clatratos acabam por ocupar os poros rochosos que antes continham água salina. Acontece então a geração de um ambiente propício às bactérias que acabam por decompor compostos do metano. Ocorre, então, oxidação e produção de elétrons com redução de óxido de ferro e sulfetos, o que afeta a camada de permeabilidade fazendo com que o fluxo de gás se armazene em cima do refletor BSR ocorrendo a piritização, e gerando a desmagnetização (SOTO, 2013). A desmagnetização gera anomalias altas ou baixas dependendo da latitude. Em latitudes baixas, por exemplo, os valores das anomalias altas são indicativos de áreas com possível ocorrência de hidratos de gás.

- **Dados geofísicos na Bacia da Foz do Amazonas**

Com base no *Ocean Drilling Program* (SOH, 1997) foi possível reconhecer dados geofísicos na Bacia da Foz do Amazonas que identificam a presença de hidratos de gás. Como evidência dos hidratos nota-se o refletor BSR (Figura 2) em concordância paralela ao fundo marinho. Ademais, os diápiros e falha ajudam na indicação de clatratos. As falhas contribuem para a migração de fluido para a superfície ou para a GHSZ, e os diápiros indicam que há hidrocarboneto por conta de este estar associado à abertura de oceanos e funcionar como um isolante impedindo a migração do gás (ou óleo).

Além disso, têm-se os dados dos poços no estudo do sítio 941 (Figura 3) onde foi encontrado metano junto com expansões extremas do gás e estruturas do tipo colmeia em argila, nas mediações de 45m abaixo do fundo marinho. Além disso uma amostra com água nos poros, retirada a 112m abaixo do fundo marinho, foi avaliada e constatou-se baixa salinidade (29.5%) e cloreto anormalmente baixo, também taxas de magnésio pequenas; tais fatores provavelmente são devido a presença de hidratos nos poros (FLOOD et al., 1993).

Segundo Rodrigues (2019), recentemente na FZAM pesquisas confirmaram ainda mais a presença de hidratos. O estudo foi baseado em amostras coletadas durante os anos de 2012 a 2015. Nas amostras de testemunhos foi notória a presença de metano em grande escala, com proporções baixas de dióxido de carbono e etano. E apresentando, majoritariamente, formação biogênica de gás metano nessa região.

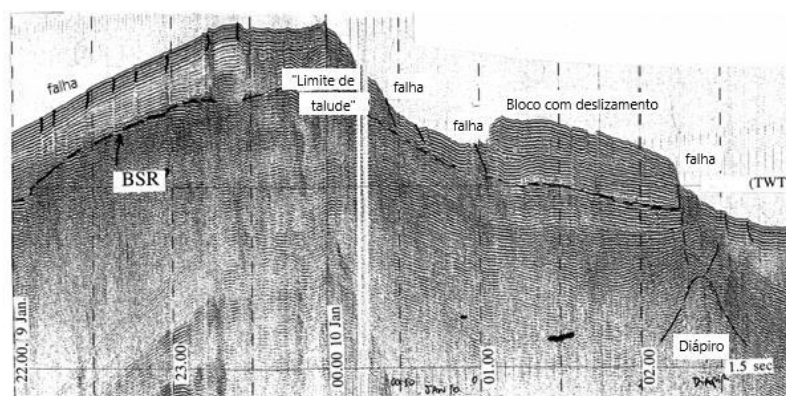


Figura 2 - Interpretação do perfil de reflexão sísmica na área de depósito de massa ocidental, indicado na figura 3 (SOH, 1997).

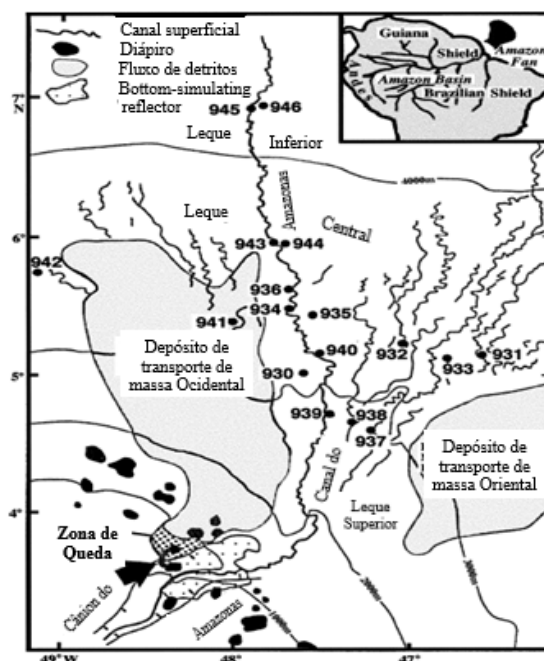


Figura 3 - Mapa de localização do Depósito de Massa de transporte ocidental com o sítio 941. A seta preta próximo a zona de queda indica o local da linha sísmica da figura 2 (Fonte: SOH. 1997)

• Potencial mundial e brasileiro

A estimativa de hidratos de gás no mundo tem caráter especulativo baseando-se desde as primeiras tentativas de quantificá-los (KVENVOLDEN, 1993). No presente, os países com mais interesse na pesquisa de hidratos são: Estados Unidos, Japão, Canadá, China, Coreia do Sul e Índia. Sendo que o Japão foi o primeiro país a criar um programa para pesquisas na área de hidratos de gás já que este, assim como a China, busca a autossuficiência energética (MACHADO, 2009).

No Brasil, as evidências de hidratos de gás estão na Bacia de Pelotas onde o volume está calculado em 135 bilhões de m³ (a partir da área, concentração e espessura) e na Bacia da Foz do Amazonas tendo os valores em cerca de 1415 trilhões de m³, sendo que a quantidade em superfície após a extração dos HG's seria de 13 trilhões m³ na Bacia da Foz do Amazonas e de 22 trilhões m³ na Bacia de Pelotas. Tais valores fariam com que o Brasil estivesse entre os países com maiores reservas (MONTALVÃO, 2003). Vale ressaltar que em outras regiões da costa brasileira (como Campos, Bahia e Espírito Santos) podem acontecer registros de hidratos de gás, as duas bacias citadas são as únicas com dados constatados.

• Hidratos de gás e o meio ambiente

Os hidratos de gás, além de apresentarem o dobro de recursos estimados quando comparados com outros recursos fósseis, constituem uma forma de energia mais limpa, pois a combustão do metano é menos poluente que outros hidrocarbonetos utilizados na indústria (GANDARA et al., 2015). Todavia, a extração deverá ser realizada de forma segura para não causar problemas ambientais graves.

A extração dos hidratos é uma das preocupações já que nesta etapa a perfuração acaba por tornar instável a zona onde os hidratos de gás estão localizados, podendo ocasionar um escape de metano em massa para a atmosfera vindo a afetar a camada de ozônio muito mais do que o dióxido de

carbono. Outro fator preocupante na extração é a subsidência do solo marinho quando a camada superior sofre rebaixamento devido às alterações nas camadas inferiores.

Uma das problemáticas também envolvendo os HG's vem da teoria denominada, por pesquisadores, "Hipótese da Arma de Clatratos", que diz que o efeito estufa provoca aumento na temperatura do oceano, o que vem a afetar a estabilidade dos hidratos de gás nas zonas de talude ou *permafrost*, isso acarretaria em uma dissociação dos clatratos culminando na emissão em massa de metano para a atmosfera podendo provocar um Evento de Extinção em Massa.

Conclusões

No Brasil as pesquisas quanto aos hidratos ainda em fase inicial, o que em parte é explicado pela dotação nacional em petróleo e gás natural e pela experiência na exploração dos mesmos. Contudo, o potencial para hidratos é considerável conforme as estimativas apresentadas para as Bacias da Foz do Amazonas e de Pelotas.

Na Bacia da Foz do Amazonas há estudos realizados pelo ODP que mapearam o Leque do Amazonas a partir de dados geofísicos, geológicos e geoquímicos obtendo informações da ocorrência de clatratos. Foi possível notar nos dados geofísicos a presença do BSR, o principal indicador de HG's em uma seção sísmica, aliado às formações como *pockmarks* indicando a presença de matéria orgânica, ou seja, em algumas áreas da Bacia ainda estão ocorrendo formação de hidratos por meio do metano biogênico, podendo vir a ser o início de uma busca por uma nova matriz energética no país futuramente.

Todavia, para a exploração dos hidratos de gás faz-se necessário a consideração dos riscos ao meio ambiente. Com isso a viabilidade exploratória ainda é algo a ser bastante pesquisado. Ademais, dentro do panorama econômico os HG's seriam vantajosos visto que recursos estimados existentes apresentam quantidades expressivas para a ocorrência de gás. Assim, pesquisas mais detalhadas devem ser realizadas não só nas áreas referidas, mas também em outros locais de possível ocorrência de hidratos no Brasil.

Agradecimentos

À minha família e aos meus amigos que sempre me deram forças em tudo que preciso, e também ao meu orientador Estanislau pela paciência e por me ajudar tanto.

Referências Bibliográficas

CLENNELL, M. B. Hidrato de gás submarino: natureza, ocorrência e perspectivas para exploração na margem continental brasileira. **Revista brasileira de geofísica**, v. 18, n. 3, p. 397-409, 2000.

FLOOD, R. D.; PIPER, D. J. W.; KLAUS, A. Leg 155 Scientific Prospectus: Amazon Deep-sea Fan. **Ocean Drilling Program**. Disponível em: <http://www-odp.tamu.edu/publications/prosp/digital/155prosp.pdf>. Acesso em: 09/07/2019. 1993.

FREIRE, A. F. M. Controle estrutural-estratigráfico na distribuição de hidratos e gases livres do anticlinal Umitaka, Bacia Joetsu, margem leste do Mar do Japão. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 21, n. 1, p. 63-84, 2013.

- GANDARA, R. et al. Aproveitamento energético do hidrato de metano. *In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL*, 10., 2015, São Paulo.
- KVENVOLDEN, K. A. Gas hydrates as a potential energy resource-a review of their methane content. **United States Geological Survey**, Professional Paper; United States, v. 1570, p. 555-561, 1993.
- MACHADO, C. X. **A importância do hidrato de gás como fonte de energia alternativa e como possível agente de mudanças climáticas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-graduação em Geografia, Florianópolis, 2009.
- MAJUMDER, M. Identification of gas hydrates using well log data-A review. **Geohorizons**, v. 56, n. 7, p. 40-48, 2009.
- MONTALVÃO, L. V.; EIRAS, J. F. Estudo Comparativo das Possibilidades de Aproveitamento de Gás de Hidratos no Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS*, 2., 2003, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/5009.pdf>. Acesso em: 09 de jul. 2019.
- RIEDEL, M.; WILLOUGHBY, E. C.; CHOPRA, S. **Geophysical characterization of gas hydrates**. Society of Exploration Geophysicists, v. 14, 2010.
- RODRIGUES, Luiz F. et al. Molecular and isotopic composition of hydrate-bound, dissolved and free gases in the Amazon deep-sea fan and slope sediments, Brazil. **Geosciences**, v. 9, n. 2, p. 73, 2019.
- SOH, W. Computed tomography scan analysis of Site 941 Cores, Westerb Mass-Transport Deposit, Amazon Fan. **Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results**, 1997. Disponível em: http://www-odp.tamu.edu/publications/155_SR/CHAP_28.PDF. Acesso em: 09 de jul. 2019.
- SOTO, Z. R. T. **Caracterização de hidratos de gás a partir de dados geofísicos da região da Bacia Tumbes-Progresso**. Tese de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.
- TINIVELLA, U.; ACCAINO, F.; VEDOVA, B. D. Gas hydrates and active mud volcanism on the South Shetland continental margin, Antarctic Peninsula. **Geo-Marine Letters**, v. 28, n. 2, p. 97-106, 2008.
- WAITE, W.; BOSWELL, R.; DALLIMORE, S. Frozen heat: A Global Outlook on methane gas hydrates. **United Nations Environment Programme**. 2014. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=1990&menu=35>. Acesso em: 09 de jul. 2019.
- ZHANG, Z.; ZHANG, Z.; HAN, D. Seismic interpretation of gas hydrate based on physical properties of sediments. *In: SEG Technical Program Expanded Abstracts*, 2010. Society of Exploration Geophysicists, 2010. p. 1452-1456.