

## Gás de folhelho no Estado de São Paulo: ainda não sabemos o suficiente para uma exploração ambientalmente segura

Ricardo Hirata<sup>(1)</sup>

Diretor do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas, Instituto de Geociências.  
Universidade de São Paulo

### Como se dá a extração de gás de folhelho?

A extração *não convencional* de gás (ENCG) de camadas geológicas de baixa permeabilidade (folhelhos, siltitos e argilitos) tem transformado o mercado de energia na América do Norte nos últimos 10 anos (MIT 2011). A ENCG tem exigido a adaptação e a criação de novas técnicas, como a perfuração de poços horizontais e fraturamento hidráulico das rochas. Isso decorre do fato que, enquanto nas explorações tradicionais de gás, este é extraído de poços espacialmente bem definidos, em reservatórios de gás bem localizados (comumente sobre depósitos de óleo), em rochas permeáveis, as ENCGs são desenvolvidas em camadas de rochas (geralmente horizontais ou sub-horizontais) de baixa permeabilidade e distribuídas em grandes áreas. Estas características fazem com que a extração de gás ocorra pelo aumento da permeabilidade da rocha, induzido pelo fraturamento hidráulico, e pela construção de poços horizontais de grande extensão, acompanhando a camada produtora, geralmente de pouca espessura (Fig 1).

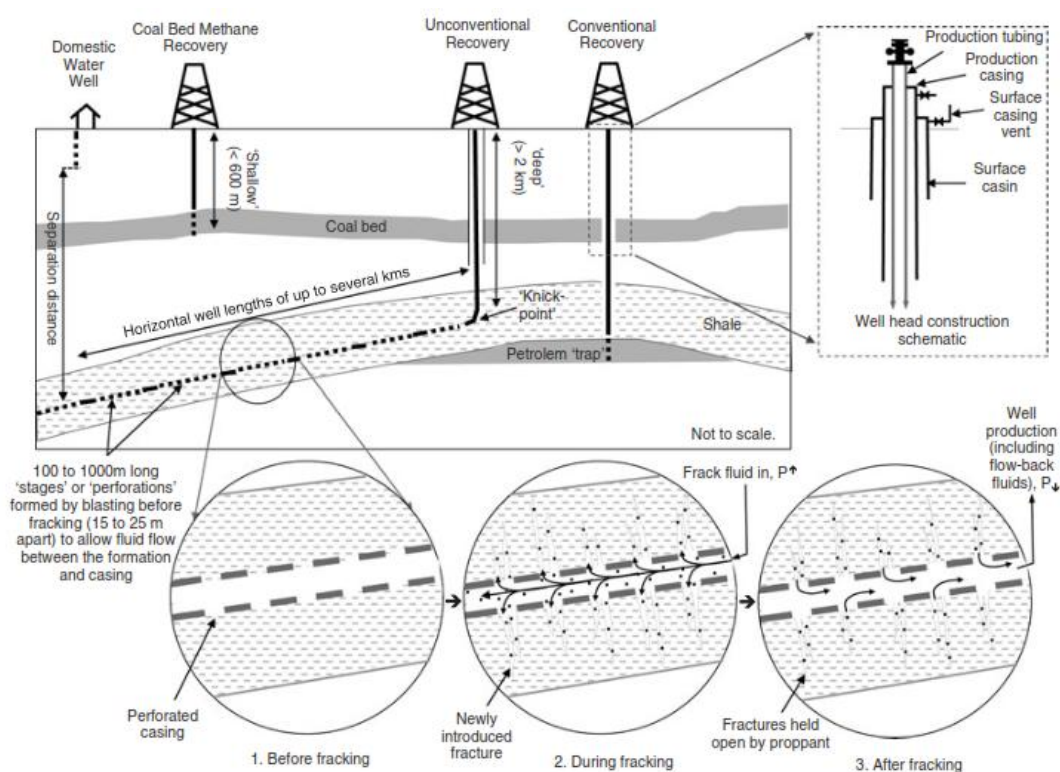


Figura 1. Técnicas de extração de gás em camadas de carvão (A); não convencional (B) e convencional (C) (Jackson et al 2013)

(1) rhirata@usp.br

O poço para a ENCG consiste de um furo vertical de centenas a milhares metros (geralmente maior que 2 km) que ao atingir a camada portadora de gás, se ramifica em até 20 outros poços horizontais normalmente de até um quilômetro de extensão. Nesses poços horizontais há seções perfuradas no tubo de revestimento por onde fluidos a alta pressão são injetados, provocando o fraturamento da rocha de baixa permeabilidade. O fluido de fraturamento introduzido na formação (*fracking fluids*) é uma mescla de água, gás (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, LPG), espuma, emulsificantes, e propantes (*proppant*, areia ou areia revestida de resina ou outro material para manter as fraturas abertas), ácidos, ajustadores de viscosidade, polímeros, inseticidas, surfactantes e (des)floculadores (Lyons & Plisga 2004, Kaufman et al 2008, MIT 2011).

### ***Quais os problemas ambientais associados à extração não convencional de gás?***

Como em qualquer operação de exploração e exploração da indústria petrolífera, há vários problemas ambientais potencialmente associados. O que não há clareza, entretanto, é se a ENCG apresenta mais risco que os métodos tradicionais. A literatura especializada (Jackson et al 2013) dá conta de enumerar os problemas potenciais nos recursos hídricos, incluindo:

**a) contaminação de aquíferos devida à perda de fluido de retorno (*flow-back fluid*) durante a perfuração:** a construção de poços e o fraturamento hidráulico da rocha necessitam que fluidos de perfuração circulem dentro do furo. O espaço entre os tubos de injeção do fluido (e depois de produção do gás) e mesmo entre o revestimento e a formação geológica são cimentados para evitar o contato entre os materiais da perfuração e as rochas não produtoras. Essa cimentação do espaço anular se faz da superfície pela injeção da pasta de cimento a altíssimas pressões. Essa cimentação muitas vezes apresenta problemas de continuidade permitindo que haja fugas tanto do fluido de perfuração como do próprio gás, quando o poço já é produtivo.

**b) contaminação de solo e água superficial devida à perda de fluido do reservatório superficial:** O fluido de perfuração tem que ser armazenado na superfície para correção físico-química e nova reinjeção e esses depósitos podem igualmente vazar ou transbordar (sobretudo em períodos de intensa chuva). Os contaminantes geralmente reconhecidos são sais, metais pesados, materiais radioativos de ocorrência natural (urânio e radônio) e químicos associados ao fraturamento hidráulico (Jackson et al 2013). Problemas similares de salinização de aquíferos devido à perda de água da formação têm sido observados em extensas áreas de extração de óleo no Recôncavo baiano.

**c) contaminação de gás extraído em aquíferos:** o gás em poços de produção pode vazar dos poços e atingir aquíferos. De acordo com Stein et al (2003), o vazamento de gás em poços é um problema bastante recorrente e se deve principalmente a falhas na cimentação. Um estudo de 1995 nos EUA concluiu que 15% das cimentações em poços de gás falharam (Dusterhoft et al 2002 *apud* Jackson et al 2013). Outras causas desse vazamento de gás se devem à corrosão dos revestimentos e rupturas acidentais do poço ou mesmo pelo abandono de poços, que ao final de sua operação não são devidamente fechados (tamponados) (Chafin 1994). Regiões históricas de extração de gás e óleo como o Texas (EUA) acumulam mais de 110 mil poços inativos e outros quase 8 mil poços órfãos (Schields 2010).

**d) utilização excessiva de água durante a perfuração e operação da atividade de extração de gás:** O estímulo hidráulico para o fraturamento da rocha exige uma quantidade muito superior de fluido injetado durante a perfuração, comparativamente a métodos tradicionais (Tucuncu et al 2012). De acordo com Johnson & Johnson (2012 *apud* Jackson et al 2013), o fraturamento hidráulico em Horn River Basin (British Columbia, Canadá) requer mais de 50.000 m<sup>3</sup> de fluido e aproximadamente 2.000 toneladas métricas de propante por poço horizontal com 20 fraturas por poço. Já o Folhelho Marcellus (EUA) exige de 7.700 a 38.000 m<sup>3</sup> de fluido para cada poço horizontal (Kargbo et al 2010 *apud* Jackson et al 2013). Embora haja a possibilidade de reuso do fluido, o tratamento do efluente para ser lançado em superfície é igualmente um problema bastante custoso, uma vez que esse fluido apresenta elevadas concentrações de sais (sólidos totais dissolvidos 15 a 39 mil mg/L, predominantemente sódio e cloreto).

**e) migração de gás ou de fluidos através de fraturas induzidas ou de ocorrências naturais:** há relatos de que escapes de gases tenham ocorrido e chegado a aquíferos através de fraturas já existentes. Há muito poucos estudos nessa área, entretanto o perigo é real, sobretudo se a formação produtora (e estimulada pelo fraturamento) e o aquífero encontram-se apartados a menos de 600 m (Davies et al 2012 *apud* Jackson et al 2013).

#### ***Quais são os riscos associados ao Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo?***

Os blocos licitados para a exploração e exploração de gás de folhelho no Estado de São Paulo encontram-se no Pontal do Paranapanema. Nesta região da Bacia Sedimentar do Paraná, o gás localiza-se nas rochas permianas da Formação Irati, base do Grupo Passa Dois, com espessuras que podem atingir até 70 m no centro da Bacia. Já o Sistema Aquífero Guarani (SAG) encontra-se estratigraficamente mais acima, no Grupo São Bento (Triássico ao Cretáceo), conformado pelas rochas da Formação Piramboia e Botucatu (Hachiro 1997). Entre a Formação Irati e o SAG encontra-se a Formação Rio do Rastro (Santa Ana et al 2009), constituída de rochas clásticas de baixa permeabilidade.

Os poços de exploração e exploração dos gases do folhelho do Irati terão que atravessar o SAG e poderão causar problemas em suas águas. A grande profundidade do SAG (seu topo encontra-se a mais de 1.600 m de profundidade nesta região) dificulta o seu monitoramento, pois os poços para esse fim terão elevados custos. As águas do SAG na região são potáveis, embora ocorram algumas áreas onde há presença elevada de flúor (algumas vezes >12 mg/L). A importância do SAG para o abastecimento público hoje e, sobretudo, futuro para o Estado de São Paulo, é matéria de preocupação quanto aos riscos de contaminação de suas águas.

Em superfície afloram rochas do Grupo Bauru, que constitui o principal sistema aquífero paulista, onde inúmeras cidades do estado extraem água para o abastecimento público e privado. As atividades de extração de gás em superfície ocorrerão sobre essas rochas, que por conformarem um aquífero livre, apresentam alta vulnerabilidade à poluição.

***O que fazer para se antecipar aos problemas advindos da extração de gás por métodos não convencionais no Estado de São Paulo?***

(1) *treinar técnicos de órgãos ambientais.* A extração de gás usando técnicas não convencionais no continente é uma prática desconhecida no Brasil e seus órgãos ambientais (tanto federal como estaduais, mesmo no Estado de São Paulo) não estão preparados para a correta avaliação de seus estudos, procedimentos ou mesmo remediação. Ademais, a exploração de campos de gás não convencional é geralmente caracterizada pelo seu rápido desenvolvimento (há vários campos de gás onde a perda de rendimento é de 40% ao ano), que impõe a necessidade da perfuração e instalação de uma malha densa de poços de produção de gás em pouco tempo. Isso acarreta que o monitoramento e o acompanhamento em campo tenha que ser bastante dinâmico e os problemas ambientais decorrentes serão detectáveis depois de longos períodos, inclusive após o fechamento do campo.

(2) *constituir um mapeamento geoquímico das águas subterrâneas naturais* na região a ser explorada, para estabelecer o seu *background*, permitindo assim uma correta avaliação sobre os impactos posteriores às atividades de exploração e exploração do gás.

(3) *constituir um grupo técnico para estudar o tema* (com forte relação com grupos de pesquisas no exterior, particularmente nos EUA e Canadá), desenvolvendo estudos em campo e em laboratório, assessorando os órgãos ambientais e a sociedade. Há poucos trabalhos técnicos e científicos sobre os problemas ambientais associados à extração de gás de folhelho (mesmo em literatura internacional) que permitam o balizamento de medidas ambientais de controle, sobretudo envolvendo os impactos em aquíferos.

(4) *criar uma linha de fomento a pesquisa para estudar os impactos ambientais* esperados pela extração de gás do folhelho no Estado de São Paulo, através de órgãos de fomento, como a FAPESP (podendo se consorciar às empresas da indústria do petróleo), ou mesmo utilizando-se de verba da área de recursos hídricos paulista e federal.

***Referencias bibliográficas***

- Chafin , D. 1994. Sources and migration pathway of natural gas in near-surface groundwater beneath the Animas River Valley, Colorado and New Mexico. Watr Resources Investigation Report 94-4006. Denver, CO: US Geological Survey.
- Davies, R et al 2012. Hydraulic fractures: how far can they go? Marine and Petroleum Geology 37(1):1-6.
- Dusterhoft, D.; Wilson, G; Newman, K. 2002. Field study on the use of cement pulsation to control gas migration. Richardson, Texas: Society of Petroleum Engineers, SPE 75689.
- Foster, S; Hirata, R; Vidal, A; Schmidt, G; Garduno, H. 2009. The Guarani Aquifer Initiative – Towards Realistic Groundwater Management in a Transboundary Context. GWMATE-World Bank. Washington (DC). 28pg.
- Hachiro, J. 1997. O Subgrupo Irati (Neopermiano) da Bacia do Paraná. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, USP (inédita). São Paulo.
- Jackson, et al. 2013. Groundwater protection and unconventional gas extraction: the critical need for field-based hydrogeological research. Groundwater 51(4):488-510.

- Johnson, E & Johnson, L. 2013. Hydraulic fracture water usage in northeast British Columbia: locations, volumes and trends. In Geosciences report 2012, 41-63. Victoria BC, Canada: BC Ministry of Energy and Mines.
- Kaufman, P; Penny, G; Paktinat, J. 2008. Critical evaluations of additives used in shale slickwater Fracs. Richardson, Texas: Society of Petroleum Engineers, SPE 119900.
- Kargbo, D; Wilhelm, R; Campbel, D. 2010. Natural gas plays in the Marcellus shale: challenges and opportunities. Environmental Sciences and Technology 44 (15):5679-5684.
- Lyons, W & Plisga, G. 2004. Standard handbook of petroleum and natural gas engineering, 2<sup>nd</sup> Edition. Gulf Professional Publishing (Elsevier) Sections 4.20 and 6.9.
- MIT 2011. The future of natural gas: an interdisciplinary MIT Study. MIT Energy Institute. [We.mit.edu/mitei/research/studies/natural-gas-2011.shtml](http://We.mit.edu/mitei/research/studies/natural-gas-2011.shtml).
- Santa Ana, H. et al 2009. Síntesis sobre la geología del Sistema Acuífero Guaraní. Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní. Relatório Final. Montevideo. 115pp.
- Schields, C. 2010. Wells they leave behind. Fiscal Notes, Aug, Texas Comptroller of Public Accounts. [www.Window.State.tx.us/comptrol/fnotes/fn1008/wells.html](http://www.Window.State.tx.us/comptrol/fnotes/fn1008/wells.html).
- Tucuncu, A. et al. 2012. Environmental challenges in fracturing of unconventional resources. The Leading Edge 31, 8: 898-906.

Rh20140106