

SHALE GAS – ASPECTOS QUÍMICOS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS NOS ESTADOS UNIDOS

MATAVELLI, Juliana Meira

juliana.matavelli@hotmail.com

Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz

Resumo: *O Shalegas é uma variação do gás natural em que não está totalmente formado quimicamente, necessitando de um tratamento para ser utilizado do mesmo modo que o gás natural convencional. É possível encontrar este gás em rochas sedimentares, pois o mesmo migra de rochas onde foi formado e fica aprisionado em rochas reservatórios, devido a sua baixa permeabilidade. Após a descoberta de grandes reservatórios de Shalegas nos Estados Unidos, houve um grande impacto econômico, pois o país que era importador de gás natural de todo o mundo se tornou exportador, modificando seu quadro econômico e desenvolvendo novas técnicas de processamento e tratamento, porém, a extração deste gás está gerando fortes impactos ambientais. Este trabalho abordará referências ambientais, como a perfuração para obter este gás está afetando os lençóis freáticos, químicas, sobre como os avanços tecnológicos estão contribuindo para outras áreas, e econômicas, sobre o investimento que está desenvolvendo nos Estados Unidos por possuir reservas de Shalegas.*

Palavras-chave: Gás Natural, Gás de Xisto, ShaleGas, Extração, Reservatório.

Abstract: *The Shale Gas is a variation of the natural gas that is not fully chemically formed, it needs treatment to be utilized the same way that natural gas conventional. It is possible to find this gas under sedimentary rocks, because it migrates from rocks where it was formed and stays in sedimentary rocks because of low permeability. After the discovery of big reservoirs of Shale Gas in the United States, there was a big economic impact, because the country that was importer of natural gas worldwide became an exporter, changing its economic scene and improving new techniques of processing and treatment, however the extraction of this gas is generating strong environmental impacts. This article is about environmental aspects, as the drilling to get this gas is attacking the groundwater, chemistry, as the advances technological are contributing to other areas, and economic, as the investment that is developing in the United States for having reserves of shale gas.*

Keywords: Natural Gas, Shale Gas, Extraction, Reservoir.

1. INTRODUÇÃO

A presença do *ShaleGas* nos Estados Unidos foi descoberta em 1859, quando foi realizada a primeira perfuração para exploração de gás natural no país, contudo, esta descoberta era pouco atrativa para as empresas exploradoras, que tinham seu foco voltado para as grandes reservas de gás natural e demandavam de agilidade no fornecimento do combustível, da qual tornou o *ShaleGas* pouco atrativo, que por sua vez, necessita de tratamento antes de ser fornecido, tornando-o economicamente inviável. Contudo, após a alta demanda de gás natural para consumo em residências e indústrias, pois com o desenvolvimento de novas tecnologias para a utilização do gás natural, que iam desde aquecimento para lares, chuveiros que antes eram elétricos e se tornaram mais econômicos com a utilização de gás, entre outras aplicações, a exploração do *ShaleGas* se tornou cada vez

mais viável e importante para os Estados Unidos. Após 2005, desde as pequenas à grandes empresas de exploração petroquímica voltaram seus olhos para os reservatórios alternativos de *ShaleGas* (SANTOS e CORADESQUI, 2013).

2. CARACTERÍSTICAS DO GÁS NATURAL E GÁS DE XISTO

Conforme a lei 9478, de 06 de agosto de 1997, capítulo 3, seção 2, art. 6º da Agência Nacional do Petróleo, define que gás natural ou gás é todo hidrocarboneto que permaneça em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gaseíferos, incluindo gases úmidos, secos, residuais e gases raros.

O gás natural extraído de reservatórios convencionais é composto por hidrocarbonetos como metano, etano e propano. Apresenta-se em estado gasoso em temperatura ambiente e pressão atmosférica. Não possui propriedades tóxicas, odor ou identificação por colorimetria visual. Geralmente, apresenta baixas concentrações de compostos contaminantes, como: nitrogênio, dióxido de carbono, água e enxofre.

O gás de xisto, também conhecido como *Shale gas* ou gás folhelhos, contém maiores concentrações de enxofre e correntes de hidrocarbonetos de maior peso molecular, assim, é necessário passar por um processo de dessulfurização e neutralização ácida, para que tenha as mesmas características do gás natural convencional e o substitua com sucesso.

2.1 Propriedades

Para que o gás natural seja utilizado de forma eficiente e segura, algumas medidas de segurança precisam ser implementadas. Por se tratar de um gás inodoro, sem coloração, inflamável e asfixiante, as distribuidoras desde combustível necessitam adicionar uma essência especial com odor de enxofre, denominada como mercaptan, para que seja possível identificar olfativamente, caso haja qualquer vazamento de gás na residência. É interessante ressaltar que esta essência só pode ser utilizada para o gás natural de utilização doméstica, não podendo ser utilizada em qualquer outro produto, para que os consumidores não confundam com nenhum outro cheiro.

2.2 Regulamentação

Segundo o regulamento técnico RT-03, portaria 104, de 08 de julho de 2002, da ANP (BRASIL/AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO) determina que, para que o gás possa ser comercializado, o mesmo deve estar isento de partículas sólidas ou líquidas.

Os valores de referência de temperatura e pressão são 293,15K (20°C) e 101,325kPa (1 atm) em base seca, com exceção do ponto de orvalho.

O gás natural, independente se de origem nacional ou importado, para que possa ser vendido e distribuído no Brasil, precisa conter teor de enxofre igual ou inferior a 70 mg/m³.

2.3 Aspectos de Segurança

O gás natural não apresenta odor ou coloração. Em seu estado natural é altamente inflamável, com riscos de incêndios e explosões, pois é um gás menos denso que o ar e se instala nas regiões superiores do ambiente, podendo causar um acidente, caso haja alguma faísca de um equipamento eletrônico ou, até mesmo, ao tentar ligar a luz através do interruptor e quando inalado em grandes quantidades, pode causar asfixia e até mesmo levar a óbito.

3. POLUENTES EMITIDOS DEVIDO À COMBUSTÃO

O relatório de 2013, emitido pela CETESB, determina que qualquer substância que esteja presente no ar e o torne impróprio, nocivo ou agressivo à saúde é dado como poluente, pois causa danos públicos, materiais, à fauna e à flora.

O CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, define, na resolução 382/2006 em relação a prevenção e proteção ao meio ambiente, que todas as empresas necessitam utilizar equipamentos de controle, como filtros em sua chaminés e *flares*, para que não gere material particulado e danificando a qualidade do ar juntamente com uma produção limpa.

Os principais poluentes emitidos durante o processo de combustão do gás natural é o óxido de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO), óxido de enxofre (SO_x) e material particulado (MP).

3.1 Material Particulado (MP)

Conforme a resolução 382/2006 do CONAMA, material particulado é todo material de propriedade sólida ou líquida, em um composto gasoso, que permanece em seu estado físico inicial na temperatura do meio filtrante, adotado pelo método do processo.

Para ser considerado material particulado que danificará o meio ambiente, a partícula precisa ter o diâmetro aproximado de 10 micra, caso seja maior, ela poderá se depositar no solo sem causar grandes estragos ao ambiente. O tamanho da partícula é desproporcional ao seu efeito no meio ambiente, pois quanto menor a partícula, pior o efeito que ela provocará.

As partículas com diâmetro menor que 0,1 micra pode ser denominada como fuligem, derivada do craqueamento do hidrocarboneto. Caso as emissões sejam superiores ao limite máximo permitido pela legislação 382/2006, do CONAMA, as empresas necessitam investir mais com seus projetos e equipamentos, como: câmara de deposição, separadores centrífugos, separadores úmidos e filtros, para processar o gás natural reduzindo as emissões.

3.2 Óxido de Enxofre (SO_x)

O enxofre é encontrado na composição do gás natural, contudo, o mesmo é introduzido posteriormente com a finalidade de emitir odor, pois o gás natural é inodoro e para que não ocorra acidentes, conforme mencionado anteriormente. O enxofre que é introduzido no gás natural esta em baixa concentração, em torno de 70 mg/m³.

Comparando o gás natural com os combustíveis fosseis, o gás natural pode reduzir a emissão de óxido de enxofre em aproximadamente 98%.

O óxido de enxofre pode ser considerado um dos elementos mais perigosos, pois é o maior responsável pela chuva ácida, que altera o pH da água e do solo causando danos ao meio ambiente, corroendo em materiais, como estatuas de mármore (CONAMA, 2006).

3.4 Monóxido de Carbono (CO)

O monóxido de carbono é resultado da queima incompleta de combustíveis de origem fóssil, é um gás inodoro e incolor. Pode ser encontrado naturalmente na atmosfera, mas dependendo de sua concentração, pode ser hostil à vida, podendo causar intoxicação e até levar a morte por asfixia.

O CO é proveniente de qualquer reação que ocorra a queima com o átomo carbono, variáveis como a temperatura dos gases de combustão, excesso de ar e falta de oxigênio, aumentam o índice de formação de monóxido de carbono (CONAMA, 2006).

3.5 Óxido de Nitrogênio (NO_x)

Conforme a resolução 382/2006, do CONAMA, o óxido de nitrogênio é formado proveniente do nitrogênio presente no ar atmosférico, juntamente com o nitrogênio presente no combustível, e indicadores como temperatura, característica da reação e equipamentos que constituem no processo da queima.

3.6 Limites de Emissão de Poluentes

Conforme a resolução 382/2006, do CONAMA, juntamente com o Ministério do Meio Ambiente, determinam os limites máximos de emissão de poluentes na atmosfera para o óxido de nitrogênio (NO_x) na combustão do gás natural é de 157 mg/m³ e para o dióxido de carbono (CO₂) 216 g/Mcal. Não há limite determinado para o dióxido de enxofre e material particulado, pois comparado com óleo combustível, o gás natural emite taxas quase irrelevantes ao meio ambiente.

4. IMPACTOS CAUSADOS PELA EMISSÃO DE POLUENTES.

Os poluentes providos da queima do gás natural e outros combustíveis fósseis causam danos ao meio ambiente e à saúde humana, animal e da flora, mas a emissão destes poluentes também causam perdas financeiras às grandes indústrias do setor, como: redução agrícola, que é impactada devido a poluição, diminuindo sua safra e/ou qualidade, os poluentes movimentam-se através do ar, deste modo, contaminando o meio aquático e terrestre.

4.1 Impactos na Vegetação

Os poluentes que se encontram na atmosfera podem afetar as plantas, como na redução da capacidade de absorver luz, reduzindo a capacidade de realizar fotossíntese. Outro fator que interfere na atividade biológica das plantas é a deposição de partículas poluentes no solo, podendo ser por sedimentação ou por transporte pela chuva, deste modo, prejudicando a absorção de nutrientes através do solo (DERÍSIO, 2007).

Os poluentes afetam a vida das células vegetais, não só interferindo em seu mecanismo de fotossíntese, mas também, provocando a morte destas plantas. Um dos poluentes que é mais agressivo para as plantas são os compostos de enxofre, pois agredem intensamente a clorofila e decompondo o tecido foliar.

4.2 Impactos da Poluição na Água e no Solo

O material particulado e compostos ácidos podem afetar o pH das águas e destruir a vida aquática. A alteração do pH da água marinha de neutra para ácida promove a destruição de corais. Muitas vidas marinhas dependem dos corais para se reproduzirem, como: cavalos-marinhos, peixes e anêmonas, com os corais destruídos, muitos desses animais sofrem e abalam o ecossistema.

Quando se trata de agentes poluidores e material particulado que se deposita no solo, estes tornam o solo menos produtivo e fértil, interferindo nas culturas de plantações, diminuindo o potencial de crescimento da safra e afetando no fornecimento de alimentos à sociedade.

5. EXPLORAÇÃO DO SHALE GAS

O *ShaleGas* pode ser encontrado em diferentes tipos de rochas. A seguir, abordaremos as rochas mais convencionais para encontrar este gás.

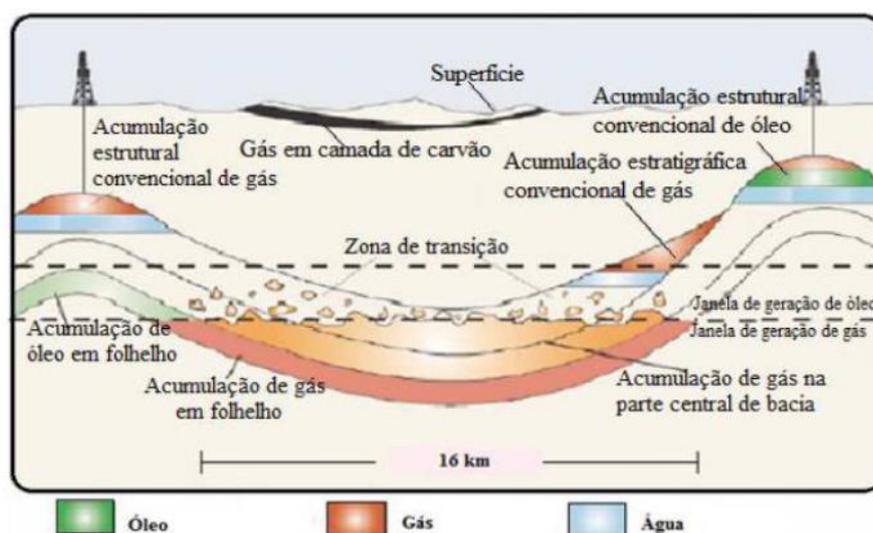
5.1 Rocha Reservatório

Toda rocha que pode ser considerada como uma rocha reservatório necessita apresentar espaços, ser porosa, para que permita que o gás fique armazenado, criando assim uma espécie de armadilha, para aprisionar o gás, possibilitando sua extração (CARESTIATO, 2014).

As rochas reservatórias podem ser classificadas de duas formas: convencional e não convencional. As rochas convencionais possuem estrutura porosa e permeável que são capazes de aprisionar fluidos de baixa ou/e média viscosidade, possibilitando a extração primária ou secundária. Exemplos de fluidos que são possíveis de encontrar em rochas reservatórias convencionais se enquadram como: gás natural e petróleo. Enquanto as rochas reservatórias não convencionais possuem uma estrutura menos porosa, capaz de capturar fluidos de alta viscosidade, como: *Shalegas* e óleo pesado.

Os reservatórios de *shalegas* e *shaleoil*, apresentam acumulações diferentes dos reservatórios convencionais, pois estas fontes de energia que apresentam alta densidade e viscosidade, em comparação as fontes de energia convencionais se localizam abaixo da base de água, diferentemente do gás natural de fonte convencional, que é possível encontrar na camada de acima, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 Representação das reservas convencionais e não convencionais



Fonte: CARESTIATO (2014)

5.2 Reservatório Convencional

Reservatórios convencionais são compostos por arenitos, que é o composto mais achado na composição das rochas reservatórias por todo o mundo, além de possuírem uma estrutura longitudinal estendendo para a lateral, este composto é estrategicamente poroso com grandes fissuras, e calcários, e devido a estes materiais, apresentam ótima porosidade e fácil

penetração na exploração, facilitando a extração de fluidos hidrocarbonetos, sendo líquidos, como petróleo, ou gasosos, como gás natural (CARESTIATO, 2014).

5.3 Reservatórios Não Convencionais

Os reservatórios não convencionais são compostos por rochas mais rígidas, tornando a exploração mais difícil, desta forma, necessitando de mais investimento, tornando-a muitas vezes inviável economicamente.

Após os grandes desenvolvimentos tecnológicos para exploração de reservas mais complexas, transformando as fontes mais caras em fontes alternativas interessantes para o consumo após tratamento, mesmo que ainda assim elevando os custos para obter o produto final (CARESTIATO, 2014).

As reservas não convencionais de gases podem conter diversos combustíveis alternativos, como: *ShaleGas*, *TightGas*, *CoalbedMethane (CBM)* e *Geopressurized Zones*. Visando o propósito deste trabalho, abordaremos unicamente a respeito do *ShaleGas*.

5.3.1 ShaleGas

ShaleGas, também denominado de gás de xisto ou gás de folheto, pode ser encontrado em rochas com estrutura sedimentar detríticas de granulação fina compostas por silte e argila, que apresentam camadas onde é possível aprisionar o gás entre suas camadas, atuando de forma selante e criando um ambiente petrolífero.

A rocha de folheto é formada devido à decantação de grânulos, formando camadas da rocha que o gás se deposita é necessário que seja a camada com baixo índice de oxigênio. Para que seja possível armazenar a matéria orgânica a ser aprisionada e maturada não pode sofrer oxidação (SANTOS *et al*, 2013).

A extração do *Shalegas* é de apenas 20 a 30%, comparado a extração de gás da rocha geradora do gás convencional, contudo, países como os Estados Unidos da América, que apresentam grandes reservatórios deste gás, estimam valores maiores que com a extração do gás convencional.

A composição do *Shalegas* pode ser diferente, conforme a composição da rocha e com as condições que o mesmo foi aprisionado, pois se trata de um gás semi-finalizado, ou seja, a natureza não maturou a matéria orgânica de modo que sua composição fosse equivalente ao do gás natural convencional. Dentre uma das diferenças de características de um *shalegas* extraído de uma rocha reservatória para outra, apresenta-se diferença da coloração de marrom avermelhado ao preto e quantidade de folhelhos fosfatados.

6. ASPECTOS AMBIENTAIS DA EXPLORAÇÃO DO SHALE GAS

Devido ao alto consumo de combustíveis de origem de reservas convencionais e prevendo a escassez que estas fontes sofrerão futuramente, se tornou cada vez mais atrativo extrair combustíveis de reservas não convencionais e desenvolver tecnologia para o tratamento dos mesmos, uma vez que possibilitem o suprimento de forma equivalente que os combustíveis de reservas convencionais e que sejam economicamente viáveis, com preços competitivos no mercado, deste modo, possibilitando a melhora financeira dos países. Os Estados Unidos da América, que necessitava realizar a importação do gás natural para abastecimento de suas linhas de gás, após a descoberta da reserva de *MarcellusShale*, a maior reserva de gás de xisto do país, alavancou sua economia e mudou sua condição de importador para exportador de gás natural.

Entretanto, a incrível descoberta do *shalegas* tem chamado a atenção de ambientalistas e órgãos públicos reguladores. Após suas primeiras explorações foi possível observar contaminação nos lençóis freáticos, vazamentos e quedas na superfície. Também encontraram vestígios de produtos químicos que foram utilizados durante a perfuração.

Atualmente, grandes indústrias estão investindo em tecnologia, pesquisa e desenvolvimento de novas práticas que viabilizem a extração do gás de forma que não agride o meio ambiente, a saúde ou a segurança, sem que interrompa o progresso da exploração do *Shalegas*.

6.1 Contaminação de Solo e Lençóis Freáticos

Uma grande preocupação começou a assolar a mente de ambientalistas e das indústrias que realizam a perfuração do *shalegas*, quando as reservas não convencionais apresentaram fraturas que se alongam além da fratura originária, ou seja, na fratura intencionadas para extração do gás, chegando até aquíferos e lençóis freáticos, permitindo que produtos tóxicos possam contaminar o solo e a água, podendo até se estender a reservas de água potável.

O processo de revestimento com cimento também pode ser um agravante se não foi bem desenvolvido e aplicado, uma vez que a fratura é selada de forma incorreta, o cimento juntamente com o fluido de perfuração podem ser agentes contaminantes, pois os mesmos estão carregados de sólidos dissolvidos em alta concentração, criando uma conexão entre a reserva de gás e o lençol freático. (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE – API; 2014)

Segundo a *American Petroleum Institute* (API), é possível realizar uma perfuração de forma segura que não haja riscos ao solo e aos lençóis freáticos. O monitoramento constante e testes que simulam a perfuração minimizam os possíveis riscos e se adequam com a norma e previnem acidentes.

7. ASPECTOS ECONÔMICOS DA EXPLORAÇÃO DO SHALE GAS

Em comparação aos combustíveis fósseis em forma líquida, o gás natural ocupa 1.000 vezes mais espaço. Devido ao grande volume que ocupa este gás, seu transporte eleva os custos, dificultando a propagação para utilização em outras regiões (SANTOS *et al*, 2013).

Sendo assim, a melhor forma de distribuição deste combustível é por meio de tubulação, pois é economicamente viável e seguro.

7.1 Preço do Gás Natural

O valor econômico do gás natural é baseado nos quatro principais mercados, onde cada mercado corresponde aos quatro maiores países produtores de gás natural do mundo. Estes mercados são: Zeebrugge (Europa), NBP (Reino Unido), Alberta (Canadá) e Henry Hub (EUA).

O preço do gás natural vem sofrendo alterações, desde a descoberta do *shalegas*, nos Estados Unidos. É possível observar, na tabela abaixo, as alterações de valores expressados em U\$/MMBTU entre os anos de 2002 e 2011:

Tabela 1: Comportamento dos preços de GN entre 2002 e 2011 nos principais mercados.

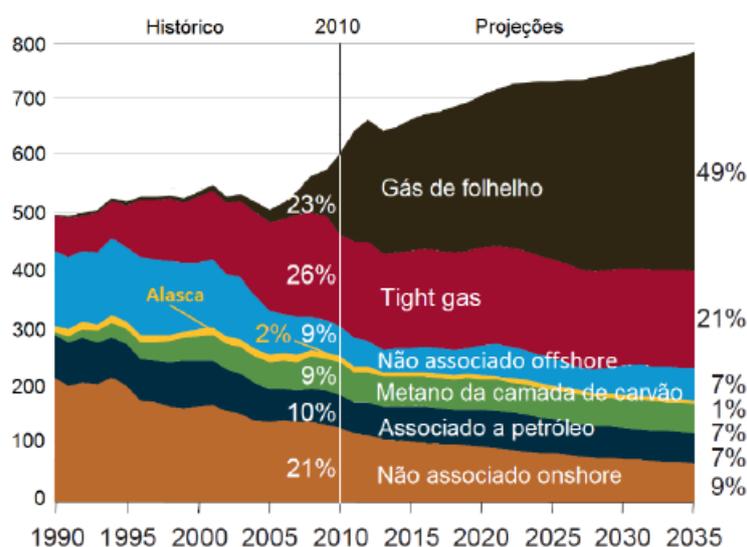
	Zeebrugge	NBP	Alberta	Henry Hub
2002	3,60	2,10	2,30	3,70
2003	4,00	3,15	5,00	5,80
2004	4,10	4,20	5,10	5,90
2005	5,70	7,40	7,30	8,80
2006	7,90	7,95	5,95	6,90
2007	8,00	6,00	6,10	7,00
2008	11,85	10,50	8,00	8,70
2009	8,20	5,00	3,40	4,00
2010	8,00	6,70	3,80	4,10
2011	10,60	9,00	3,40	4,00

Fonte: elaboração própria com base nos dados da BP, 2011.

Observa-se que, entre os anos de 2002 a 2008, a média do valor do gás natural era de US\$ 6,68 / MMBTU, e após a grande descoberta do gás de xisto, no poço de *MarcellusShale*, sua evolução na forma de tratamento deste gás sendo possível a utilização conjunta com o gás natural, seus preços despencaram a partir de 2009 estando na margem dos US\$ 4,00 / MMBTU, assumindo uma nova média de US\$ 5,89 / MMBTU. Tal valor é justificado pela abundância de gás no país, que foi o grande responsável por transformar os EUA que se caracterizava como um país importador de gás natural para exportador e auto suficiente, desta forma, alavancando sua economia e o tornando pioneiro na utilização do gás de folheto.

Pela Figura 2, é possível observar que o *tightgas*, era o combustível de origem não convencional mais utilizado nos EUA, até 2010, mas que vem perdendo espaço para o gás de folheto nos últimos 5 anos, que já superou sua utilização e vem ganhando, cada vez mais, espaço no mercado, com perspectivas que será responsável por 49% do suprimento de todos os combustíveis utilizados nos EUA em 2035.

Figura 2 Histórico e projeções de combustíveis utilizado pelos EUA



Fonte: EIA (2012).

Segundo as previsões do U. S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - EIA, até 2035, valor do gás natural ficará estabilizado entre U\$ 4,70 e 4,80 / MMBTU, sem grandes oscilações.

7.2 Influência do *ShaleGas* no Valor Econômico do Gás Natural nos EUA

O preço do gás natural sempre foi relatado por equivalência ao preço do petróleo, pois o gás apresentava dificuldades para promover sua utilização, como o transporte perigoso e pouco efetivo na distribuição do combustível. Devido a esses fatos, este insumo teve seu progresso de forma lenta e sem grandes avanços na penetração da matriz energética do país, até o ano de 2010. Após tal data, é possível relatar um marco na história do gás natural, onde a preferência dos usuários mudou para este combustível, elevando seu consumo, pois o mesmo apresentava um preço competitivo que até então nunca tinha sido tão significativo no mercado americano.

O preço do gás natural era dado a partir do valor do barril de petróleo. Em 2005, o valor era de 6:1, isso quer dizer que, para 6Mcf de gás natural equivalia a 1 Barril de petróleo. Seu cenário econômico foi mudando gradativamente, em 2007, a comparativa dos preços entre petróleo e gás natural era de 10:1. Em 2009, o parâmetro subiu para 17:1, e atingindo seu auge em 2010, quando representava o valor de 40:1 (SANTOS *et al*, 2013).

Em 2010, quando o gás natural apresentava um valor jamais visto na história da matriz energética, muitos usuários optaram pela troca da utilização dos combustíveis de óleo cru pelo gás natural, desta maneira, aumentando sua demanda pelo combustível. No entanto, era possível suprir a necessidade crescente de gás natural pelo país e atender a demanda mantendo os preços baixos (EIA, 2012).

Com a grande oferta do combustível, atendendo a demanda suprimindo todo o país e, ainda, conseguia manter seu preço baixo, muitos produtores ficaram tentados em diminuir a produção de gás natural para aumentar os preços, contudo, este ato era inviável, pois além de questões contratuais, há características nos reservatórios que depois de perfurados é necessário continuar com a extração para que o reservatório não se torne economicamente inviável para realizar outra perfuração. Deste modo, os produtores aumentaram sua produção, mantendo a receita e os preços baixos, mas protegendo os lucros (EIA, 2012).

Visto que o país estava estimulado a substituir seu consumo de combustíveis de óleo cru para o gás natural, devido ao seu baixo preço, a oferta do gás natural estava crescente. A mudança da matriz energética dos Estados Unidos pela preferência da utilização do gás natural viabiliza a exploração do *ShaleGas*, devido às novas oportunidades que este combustível poderá proporcionar economicamente.

7.3 Fatores Econômicos que Viabilizaram a Exploração do *ShaleGas*

Além do fato que o *Shale Gas* possibilita exceder a demanda por gás natural e, conseqüentemente, impulsionar a economia americana, há outros fatores que contribuíram para que essa exploração fosse viável, como: a elevação constante do preço do gás natural, a infraestrutura de gasodutos e assuntos regulatórios do país.

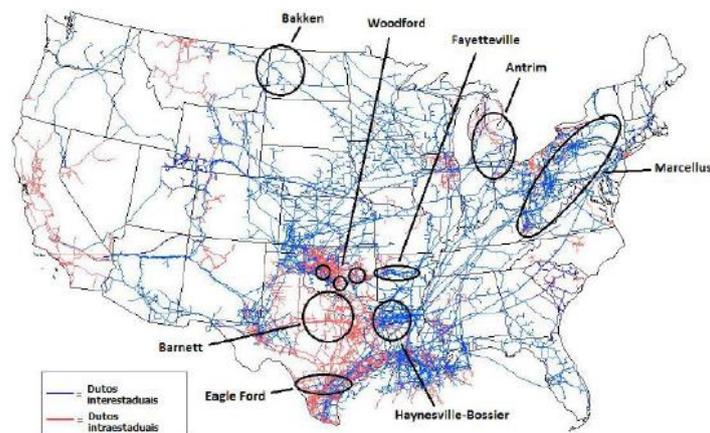
Sem novas descobertas de novas reservas convencionais de gás natural, e seu consumo aumentando, mesmo que lentamente, esse combustível apresentava constante elevação em seus preços, de 2002 a 2008.

Após o estudo de que o *Shalegas* poderia ajudar não só a abaixar os preços, mas também como impulsionar a preferência pelo consumo de gás natural, seus preços se estabilizaram a partir de 2009.

Um dos obstáculos para o desenvolvimento do mercado de gás era o seu transporte e distribuição, pois devido ao seu alto poder calorífico ele ocupa muito espaço, não tornando o transporte eficiente o bastante para superar o investimento aplicado. Devido a este fator, os Estados Unidos investiram em redes de gasodutos que cruzam todo o país.

Após a descoberta de poços de *Shalegas*, o que anteriormente era uma dificuldade, se tornou uma distribuição estratégica, pois a infraestrutura já estava pronta, sem a necessidade de adicionar qualquer custo extra. Na figura 3 observa-se a rede de gasodutos e a localização dos reservatórios não convencionais (EIA, 2011).

Figura 3 Rede de distribuição de gás e localização dos reservatórios de *ShaleGas* nos EUA



Fonte: EIA (2011)

Quanto aos fatores regulatórios, os Estados Unidos favorecem a exploração de novas ou antigas fontes de energia, desde que esteja conforme a supervisão de uma equipe de engenharia e com a segurança necessária para os trabalhadores, meio ambiente, entre outros fatores. Os reservatórios de *Shalegas* se encontram em grande parte em terras particulares e terras públicas.

CONCLUSÃO

Inicialmente a descoberta do *ShaleGas* não foi atrativa aos investidores americanos, pois se tratava de um recurso que era encontrado em abundância e, ainda, apresentava dificuldades em sua utilização, como a necessidade de ser tratado para alcançar condições adequadas para aplicação. No entanto, com o crescimento do consumo deste recurso e sua demanda se tornando escassa, o processo de tratamento do *ShaleGas* foi desenvolvido e tornando-se economicamente viável e, em curto período de tempo, transformando os Estados Unidos da condição de importador para exportador deste combustível.

Com a utilização do *ShaleGas*, também é possível minimizar os impactos causados à atmosfera, por apresentar uma queima limpa e menos agressiva, comparada com os combustíveis de origem fóssil.

Apesar do avanço tecnológico que foi desenvolvido para extração e tratamento do *ShaleGas*, sua viabilidade econômica e sua queima menos poluente à atmosfera, ainda há impactos ambientais relevantes que ainda estão em estudo, como a contaminação do lençol freático, gerando preocupações consideráveis com a possibilidade de serem irreparáveis.

Mesmo com o aumento do consumo de gás natural no Brasil, devido a sua viabilidade econômica e sua efetividade em substituir os combustíveis de fontes fósseis e energia elétrica, as buscas por reservatórios de Shale Gas ainda não foram iniciadas, pois o país ainda está focado com a descoberta do Pré-sal. Investir neste gás e aplicar as técnicas de tratamento poderiam trazer benefícios para o país, pois evitaria transtornos de escassez de recursos naturais, além de impulsionar a economia. Contudo é importante salientar, que este investimento necessita de cautela, uma vez que ainda é necessário desenvolver uma forma de extrair este gás sem agredir o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, *Gás Natural, comparativo entre a utilização do gás natural com os óleos combustíveis*. 1º ed. São Paulo: Leandro Aguiar, Faculdades Oswaldo Cruz, 2008.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE – API. *Surface Water Quality Criteria and Standards*. Disponível em <<http://www.api.org/environment-health-and-safety/clean-water/surface-water-quality/surface-water-quality>> Acesso em 20/07/2014.

ANDERSON, *Shale industry faces global reality check*, Nova Iorque, Abril, 2014. Disponível em:<www.bbc.com/news/business-26735000>. Acesso em 17/08/2014.

BRASIL, Lei nº 6938 de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos e de outras providencias. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 02 de Setembro de 1981.

BRASIL, Lei nº 9478 de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agencia Nacional do Petróleo e de outras providências. *Diário oficial da União*, DF.

BRASIL, Portaria – ANP nº 104 – (RT-03) de 08 de Julho de 2002. Estabelece a especificação do gás natural, de origem nacional ou importada, a ser comercializado em todo o território nacional. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 03 de Julho de 2002.

BRASIL, Portaria – ANP nº 80 de 30 de Abril de 1999, Estabelece a especificação dos óleos combustíveis a serem comercializados no País, através do Regulamento Técnico ANP nº 003/99, e as respectivas tabelas que acompanham esta portaria. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 03 de Maio de 1999.

BRASIL, Resolução – CONAMA nº 382 de 26 de dezembro de 2006. Estabelecer os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. *Diário Oficial da União* Brasília, DF, 02 de Janeiro de 2007.

CARESTIATO, *Estudo do Impacto Econômico da Produção de ShaleGas nos Estados Unidos*. 1º ed. Rio de Janeiro: Gabriel LengruherCarestiato, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

CENTRO DE TECNOLOGIAS AMBIENTAIS E ENERGETICA – CETEA. *Manual para Uso Racional do Gás Natural em Caldeiras*. 1ª ed. São Paulo. 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. *Plano de emergência para episódios críticos de poluição do Ar*, 2013. São Paulo. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/plano-de-emergencia/8-plano-de-emergencia>>. Acesso em 24/08/2014.

DERÍSIO, J.C. *Introdução ao Controle da Poluição Ambiental*. 3 ed. Signus Editora. São Paulo. 2007.

GARCIA, R. *Combustíveis e Combustão Industrial*. 1ª ed. Interciência Editora. São Paulo, 2002.

PETRÓLEO BRASILEIRO S.A – PETROBRAS. *Fontes de Energia, Gás Natural e Petróleo*. Disponível em: <www.petrobras.com.br>. Acesso em 07/09/2014.

SANTOS, P. R. D. e CORADESQUI, S., *Análise de viabilidade econômica da produção de ShaleGas: Um estudo de caso em Fayetteville*. 1º ed. Rio de Janeiro: Priscilla Regina Dalvi dos Santos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

U. S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA), *Annual Energy Outlook 2012 with Projections to 2035*. Washington, DC, EUA, 2012. Disponível em <<http://www.eia.gov/oiaf/aeo>>. Acesso em 12/10/2014.

U. S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA), *Review of Emerging Resources: U. S. Shale Gas and Shale Oil Plays Background*, Washington, DC, EUA, 2011. Disponível em <http://www.eia.gov/oiaf/aeo/aeoref_tab.html>. Acesso em 12/10/2014.