

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MONOGRAFIA DE BACHARELADO
INSTITUTO DE ECONOMIA

**IMPACTO DA QUEDA DO PREÇO DO PETRÓLEO E SUAS
CONSEQUÊNCIAS À PRODUÇÃO DE *SHALE OIL* NOS EUA**

ANDRÉ FAILLACE MONTE MÓR

Matrícula nº 112015402

ORIENTADOR: Prof. HELDER QUEIROZ PINTO JÚNIOR

AGOSTO 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MONOGRAFIA DE BACHARELADO
INSTITUTO DE ECONOMIA

**IMPACTO DA QUEDA DO PREÇO DO PETRÓLEO E SUAS
CONSEQUÊNCIAS À PRODUÇÃO DE *SHALE OIL* NOS EUA**

ANDRÉ FAILLACE MONTE MÓR

Matrícula nº 112015402

ORIENTADOR: Prof. HELDER QUEIROZ PINTO JÚNIOR

AGOSTO 2018

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor

“O homem não é nada além daquilo que a educação faz dele “

- Immanuel Kant

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Helder Queiroz, por toda a dedicação e empenho em me instruir e direcionar durante o decorrer da construção desta monografia.

Agradeço aos meus pais, Selma e João, e aos meus irmãos, Luccas e Raphael, que proveram toda a estrutura para que o sonho de estudar na UFRJ se tornasse realidade.

Ao corpo docente da UFRJ e todo o corpo técnico-administrativo, que aceitam o desafio diário de ensinar, em uma instituição pública, e formar cidadãos, que sejam capazes de transformar o nosso país.

Agradeço a Tainá, minha companheira, que com todo seu carinho me proporcionou os momentos de felicidade, amor e cumplicidade.

Agradeço até mesmo as dificuldades ao longo do caminho, pois apesar de adversárias, são nos momentos mais difíceis que temos grandes aprendizados e tornam nossa conquista ainda mais especial.

RESUMO

O presente trabalho discute o papel da queda de preços do petróleo e suas implicações para a produção americana de óleo não convencional, particularmente ao *shale oil*. Tendo em vista que os EUA são grandes consumidores e produtores de petróleo e suas ações podem impactar o comércio mundial, a relação entre as nações e a economia de diversos países, esta monografia analisa as principais consequências das alterações do preço do petróleo no período após 2010. Este trabalho também busca apresentar e discutir as características da produção e investimento do *shale oil* e as empresas que atuam nesta indústria e as regiões com maior produção de *shale oil* nos EUA. Avalio neste estudo o comportamento e a resposta da produção americana de petróleo, apresentando uma análise sobre as implicações da volatilidade do petróleo às empresas produtoras de *shale oil* dos EUA.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO..... | 10 |
| CAPÍTULO 1 - A REVOLUÇÃO DO <i>SHALE</i> E SUAS CARACTERÍSTICAS | 13 |
| 1.1 Rocha reservatório..... | 13 |
| 1.2 Histórico da Exploração e Produção de <i>shale oil</i> nos EUA..... | 16 |
| 1.3 O grande crescimento da produção de <i>shale oil</i> | 19 |
| CAPÍTULO II – VOLATILIDADE DO PREÇO DO PETRÓLEO: SUAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS | 25 |
| 2.1 A instabilidade do óleo e seus fatores desencadeadores | 25 |
| 2.2 A revolução do <i>shale</i> como fator desestabilizador da oferta mundial de petróleo..... | 29 |
| CAPÍTULO III – PAPEL E CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS NORTE- AMERICANAS PRODUTORAS DE <i>SHALE OIL</i> | 34 |
| 3.1 EOG Resources, Inc | 34 |
| 3.2 Devon Energy Corporation | 39 |
| 3.3 Chesapeake Energy Corporation..... | 43 |
| CONCLUSÃO..... | 49 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 52 |

ÍNDICE DE TABELA

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Os 10 maiores países com reservas tecnicamente recuperáveis de <i>shale oil</i> | 15 |
|--|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Permeabilidade dos reservatórios | 14 |
| Figura 2 – Extração por Fraturamento | 17 |
| Figura 3 – Rede de dutos em terra na América do Norte e seu sentido de escoamento | 19 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Dados sobre a produção, consumo e importação de petróleo nos EUA | 20 |
| Gráfico 2 – Produção de <i>shale oil</i> entre 2000 e 2018 | 21 |
| Gráfico 3 – <i>Shale</i> subestimado revolucionou o mercado global de petróleo | 22 |
| Gráfico 4 – Preço do barril de petróleo em dólares (1968-2017) | 27 |
| Gráfico 5 – Investimento upstream de <i>shale oil</i> e <i>shale gas</i> | 31 |
| Gráfico 6 - Importações de petróleo americanas em mbbl (milhares de barris) | 32 |
| Gráfico 7 – Comparação das ações da EOG e das principais ações dos EUA | 35 |
| Gráfico 8 – Comparação das ações da EOG e do preço nominal do barril de Petróleo (WTI) | 36 |
| Gráfico 9 – Comparação das fontes de receita da EOG (em dólares) | 37 |
| Gráfico 10 – Dados financeiros da EOG | 38 |
| Gráfico 11 – Comparação entre os investimentos da EOG e preço do barril do petróleo | 39 |
| Gráfico 12 – Comparação das ações da Devon e preço do barril de petróleo WTI | 40 |
| Gráfico 13 - Comparação das ações da Devon e das principais ações dos EUA | 41 |
| Gráfico 14 – Comparação das fontes de receita da Devon (em dólares) | 41 |
| Gráfico 15 – Dados financeiros da Devon | 42 |
| Gráfico 16 – Comparação entre os investimentos da Devon e preço do barril do petróleo | 43 |

| | |
|--|----|
| Gráfico 17 – Comparação das ações da Chesapeake e do preço do petróleo (WTI) . | 45 |
| Gráfico 18 – Dados financeiros da Chesapeake (em dólares)..... | 46 |
| Gráfico 19 – Comparação das fontes de receita da Chesapeake | 47 |
| Gráfico 20 – Comparação entre os investimentos da Chesapeake e preço do barril do petróleo (em dólares)..... | 48 |

INTRODUÇÃO

A indústria do petróleo é, seguramente, uma atividade produtiva organizada que está presente no cotidiano de todas as nações do mundo e que mudou, de forma definitiva, a humanidade. Toda a atividade econômica depende de combustíveis fósseis. Nós cultivamos nossos alimentos utilizando fertilizantes e pesticidas petroquímicos. A maioria dos nossos materiais de construção e a grande maioria dos nossos produtos farmacêuticos são feitos de combustíveis fósseis, bem como nossos materiais de embalagem e roupas. Desse modo, o preço de praticamente todo bem e serviço na economia global atual depende, em alguma medida, do preço do petróleo.

Recentemente, foram feitos investimentos vultosos nos EUA direcionados à produção do óleo não convencional, especialmente à produção do denominado *shale oil*¹, e resultados significativos foram obtidos. Foram mobilizadas somas gigantescas de recursos econômicos e humanos para a chamada revolução do *shale*, de tal maneira que a dependência da importação do petróleo reduz-se a cada dia para os EUA.

Este *boom* do *shale* nos EUA é a maior transformação para o setor de petróleo e gás ao longo das últimas décadas. Com isso, a produção americana de petróleo aumentou significativamente nos últimos anos, promovendo uma menor dependência e ao mesmo tempo garantindo expressivos volumes de atividade econômica no sentido de alterar a matriz energética americana.

Em meados dos anos 2000, durante o início desta revolução do *shale* foi questionado se as perspectivas futuras de produção eram sólidas ou se esta nova fonte energética era somente uma bolha. Este questionamento foi levantado já que a exploração e produção do *shale* necessitam de constantes investimentos em perfuração de poços, pois a taxa de declínio

¹ Shale oil (óleo de folhelho) é um óleo extraído de rocha sedimentares (shale), que são formações de pedra calcária e arenito caracterizadas baixíssima permeabilidade e porosidade.

da produção é acentuada já no primeiro ano de produção. A produção americana, contudo, manteve-se competitiva com reduções de custos e maior eficiência produtiva.

A indústria de *shale oil* americano, hoje, é diversificada e pronta para enfrentar um embate internacional entre os *breakevens* das regiões mais prolíficas do mundo. Desde 2013, estima-se que o *breakevens* de regiões chave do *shale* nos EUA tenham se reduzido de 80 dólares o barril para até 35 dólares o barril. Isto significa uma queda de 55% em média.

Além disso, os EUA têm o objetivo estratégico de abastecer uma das maiores frota de navios, aviões, tanques e automóveis do mundo, sempre aos menores custos, através da diversificação das empresas e regulação mínima. Ao mesmo tempo há seu papel internacional, como um grande importador de petróleo, incluindo de vários países da OPEP.

Paralelamente, o panorama global do setor de petróleo aponta para o fato de que a sobrevivência das empresas petrolíferas, a médio e longo prazo, dependerá tanto de fatores ambientais quanto da competição entre diferentes fontes energéticas. Será consequência das possibilidades de retorno sobre o capital investido que as petroleiras de todo o mundo estabelecerão seus investimentos. Na indústria petrolífera moderna, cada vez mais, não há espaço para iniciativas que não se alicercem na segurança ambiental, robustez econômica e crescente competência profissional das equipes envolvidas no processo produtivo e nos projetos.

Apesar das dos questionamentos iniciais em relação *shale*, atualmente projeta-se que a produção americana de petróleo possa ultrapassar os 18 milhões de barris por dia em 2030 (Rystad, 2018), sendo grande parte deste crescimento proveniente do *shale*. Isto significaria um patamar de produção nunca antes visto em um país, alterando todo o cenário de oferta e demanda de petróleo do mundo. Para fins de comparação, atualmente os EUA produzem 11 milhões de barris (EIA, 2018).

É neste contexto que se insere esta importante fonte de energia emergente do *shale oil* nos EUA, reestruturando a indústria de óleo e gás, o comércio mundial e as relações entre as nações.

O presente trabalho tem o objetivo de examinar a seguinte questão central: quais os fatores que contribuíram para a dinâmica e consolidação da produção do shale oil e quais seus impactos sobre o preço internacional do barril de petróleo?

Para responder a essa questão o trabalho está estruturado da seguinte forma. O capítulo 1 examina as principais características da exploração e produção de *shale oil* nos EUA, demonstrando as suas principais características geológicas, tecnológicas e econômicas. O capítulo 2 aborda a importância do petróleo no cenário global econômico e como sua volatilidade molda a atuação dos principais produtores de petróleo, influenciando a disputa de poder pelo controle da oferta de petróleo. Por fim, no capítulo 3 analisamos algumas empresas que participam das atividades de exploração e produção de *shale oil* nos Estados Unidos. Neste capítulo correlacionamos três variáveis: o preço do petróleo, a lucratividade das empresas e investimentos nos plays de *shale oil*, evidenciando o impacto da queda do preço do petróleo na sua capacidade de investir no desenvolvimento do shale.

CAPÍTULO 1 - A REVOLUÇÃO DO *SHALE* E SUAS CARACTERÍSTICAS

Neste capítulo iremos apresentara origem e as principais características da exploração e produção de *shale oil* nos EUA, demonstrando as suas principais características geológicas, tecnológicas e econômicas. Além disso, evidenciar o que diferencia o *shale oil* de outras formas convencionais de produção de petróleo, mostrando os fatores que levaram ao surgimento da exploração nos EUA e não em outros países.

1.1 Rocha reservatório

A rocha-reservatório é onde o petróleo fica acumulado. Ela pode ter qualquer origem ou natureza, entretanto para se transformar em um reservatório deve possuir porosidade, ou seja, espaços vazios no seu interior que devem estar interconectados. Isso confere à rocha a característica de permeabilidade. Sendo assim, arenitos, calcarenitos e todas as rochas sedimentares essencialmente dotadas de porosidade intergranular que sejam permeáveis podem se constituir em rochas-reservatórios. Ainda, folhelhos e carbonatos (que são porosos e impermeáveis) podem conter petróleo acumulado caso estejam naturalmente fraturados (Trindade, 2016).

Referimo-nos ao óleo não convencional aquele aprisionado em rocha-reservatórios com formações não convencionais de baixíssima permeabilidade, como reservatórios de *shale* ou pelo termo da língua portuguesa, folhelho.

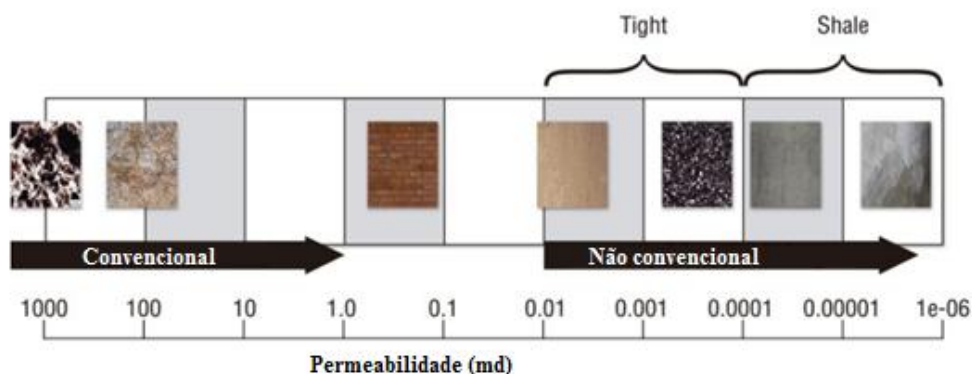
O folhelho é a rocha sedimentar argilosa mais abundante no planeta. Possui uma granulação fina que se forma a partir da compactação de partículas minerais de silte e argila. Os folhelhos, também, apresentam uma permeabilidade extremamente baixa, na faixa de 0,000001 mD a 0,0001 mD, o que o classifica como um reservatório não convencional. (Castro, 2016). No entanto, o petróleo extraído é o convencional (óleo leve com baixo teor de enxofre) (Maugeri, 2013).

A permeabilidade representa uma medida da condutividade de fluidos através de um material poroso, cuja unidade de medida é o Darcy (D). Este depende da forma e quantidade

dos espaços vazios, denominados porosidade, além das suas interligações. A porosidade, por sua vez, mede a capacidade de armazenamento de fluidos. É definida como sendo a relação entre o volume de vazios de uma rocha e o volume total da mesma (ROSA et.al., 2006).

Na figura 1 abaixo, é possível ver a escala de permeabilidade (em mili-Darcy), demonstrando a escala dos reservatórios convencionais e não convencionais.

Figura 1 – Permeabilidade dos reservatórios



Fonte: Adaptado de ARPEL (2016)

Nas bacias sedimentares brasileiras produtoras de petróleo os reservatórios são predominantemente convencionais, arenitos e calcarenitos. Porém, existem exemplos de acumulações de hidrocarbonetos em rochas tanto sedimentares quanto ígneas e metamórficas não convencionais, como os folhelhos fraturados na Bacia do Recôncavo, BA, os basaltos na Bacia de Campos, RJ, e metamórficas fraturadas na Bacia Sergipe-Alagoas (Thomas, 2004).

Segundo critérios de reserva da EIA, os quatro maiores detentores de reservas provadas de óleo de folhelho no mundo são Rússia, EUA, China, Argentina, respectivamente. Na região da América do Sul, Argentina e Venezuela possuem um volume estimado de recursos recuperáveis entre os dez maiores países do mundo (Tabela 1).

Tabela 1 - Os 10 maiores países com reservas tecnicamente recuperáveis de *shale oil*

| Posição | País | Reservas de shale oil (bilhões de barris) |
|---------|-----------|--|
| 1 | Rússia | 75 |
| 2 | EUA | 58 |
| 3 | China | 32 |
| 4 | Argentina | 27 |
| 5 | Líbia | 26 |
| 6 | Venezuela | 13 |
| 7 | México | 13 |
| 8 | Paquistão | 9 |
| 9 | Canadá | 9 |
| 10 | Indonésia | 8 |
| | Total | 345 |

Fonte: Adaptado de EIA (2013)

Estas reservas de *shale oil* nas 137 formações dos EUA e dos outros 41 países analisados correspondem a 10% das reservas de petróleo tecnicamente recuperáveis do mundo de acordo com o relatório de 2013 da EIA.

Estas estimativas são altamente questionáveis e podem estar desconsiderando grande parte das reservas de *shale oil* do mundo, pois poços exploratórios não foram conduzidos na maioria das regiões consideradas. A metodologia deste relatório da EIA para estimar as reservas de *shale* fora dos EUA é baseada em características geológicas análogas às aquelas nos EUA.

No entanto, dado a variação entre as formações de *shale* em todo o mundo tanto em condições geológicas e quanto questões acima do solo, a quantidade de recursos globais tecnicamente recuperáveis de *shale* que são economicamente recuperáveis ainda não está totalmente claro (EIA, 2013).

Há três principais fatores para que os recursos tecnicamente recuperáveis sejam diferentes dos recursos economicamente recuperáveis: o custo de produção, a quantidade produzida por um poço qualquer e o preço de mercado do petróleo (Manescu e Nuno, 2015).

1.2 Histórico da Exploração e Produção de *shale oil* nos EUA

O conhecimento da existência de grandes volumes de petróleo em reservatórios de folhelhos nos EUA não é recente. O início da tecnologia para a exploração de *shale oil* iniciou-se no início do século XIX (Shirley, 2001), quase 40 anos antes do primeiro poço de óleo convencional ser perfurado. No entanto, aquele poço não apresentou bons resultados.

Esta exploração de óleo não convencional foi ofuscada pela perfuração do primeiro poço de óleo convencional em 1859, e pela ausência de tecnologias que pudessem ser utilizadas de forma economicamente viável para permitir produtividade de reservatório de baixa permeabilidade.

Assim, a produção de *shale oil* e *shale gas* nos EUA ocorreu de forma lentíssima, pois os reservatórios não convencionais eram pouco atrativos economicamente e o foco das maiores petroleiras americanas como ExxonMobil, Chevron, Conoco Phillips estava em desenvolvimentos de campos convencionais. Somente após o interesse das pequenas empresas independentes dos EUA que houve um crescimento da exploração de fontes não convencionais, como o *shale oil*.

Na realidade, foi à busca de *shale gas* que levou até exploração de *shale oil*. Nos anos 70, as preocupações sobre a futura escassez de gás nos EUA levaram o Departamento de Energia dos EUA a investir pesadamente em pesquisa do *shale*, trabalhando ao lado de empresas de energia para desenvolver o conhecimento tecnológico e geológico necessário para explorar o *shale gas* comercialmente (EUA DOE, 2011).

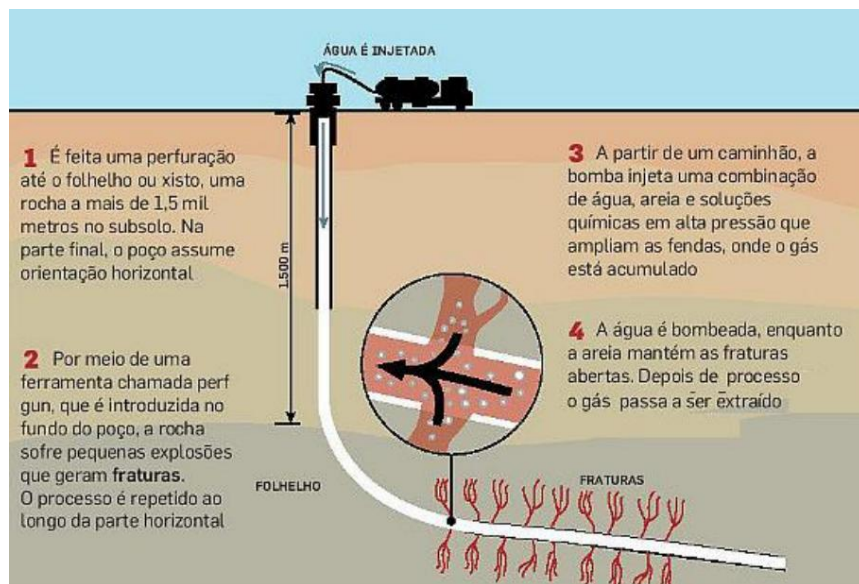
O desafio enfrentado era que a produção destes poços era inicialmente elevada, no entanto, seguida por uma queda intensa da produção. Assim, as empresas de petróleo compreenderam que uma maior área de contato com o reservatório seria necessária para evitar essa queda abrupta da produção.

Foi somente em 1981, que uma empresa do Texas chamada de Mitchel Energy combinou as duas técnicas de extração conhecidas como perfuração horizontal e fraturamento hidráulico, aumentando a taxa de produção do poço (Boyer, 2011). Esta tecnologia possibilitou

um aumento da área exposta do reservatório induzindo uma alta pressão nos poços com o intuito de fraturar a rocha produtora.

Estas fraturas eram estimuladas por uma solução contendo em grande parte água (90%), ácidos, desinfetantes e uma mistura de areia e argila para manter estas fraturas abertas, mesmo após a perfuração. Foi a partir desta técnica que foi possível superar a maior permeabilidade deste tipo de formação possibilitando-se uma maior vazão dos poços (figura 2).

Figura 2 – Extração por Fraturamento



Fonte: Modificado de Energy API, 2010

A perfuração horizontal permitia que os poços seguissem paralelamente ao chão, estendendo-se horizontalmente em busca de novos reservatórios. Outro benefício da perfuração horizontal é que, a partir dela podem-se perfurar outros poços, reduzindo assim os custos

Além disto, foi no início da perfuração horizontal no começo dos anos 80, que houve o advento de motores aperfeiçoados para perfuração e a invenção de outros equipamentos de suporte necessários, materiais e tecnologias, particularmente mapeamento sísmico e medidores eletromagnéticos (que permitiram medições em tempo real) trazendo o aumento da taxa de produção necessária para tornar o *shale* economicamente viável (Alexander, 2011).

A aplicação do fraturamento hidráulico de forma combinada com a perfuração horizontal, portanto, foram decisivas para viabilizar o desenvolvimento e a produção de reservatórios considerados não convencionais nos EUA.

Mesmo assim, durante muitos anos, o *shale oil* não esteve na agenda da política energética dos EUA, e pouca atenção havia sido direcionada para os desenvolvimentos tecnológicos a ponto de mudar as perspectivas de exploração. Os níveis de produção não eram significativos e ainda era utilizada a perfuração de poços verticais, que atingiam pequenas profundidades.

No entanto, não foram somente os desenvolvimentos tecnológicos e os preços de petróleo continuamente altos que permitiram que os EUA fossem os pioneiros na produção em larga escala dos reservatórios de *shale oil* e *shale gas*.

Os EUA possuem um ambiente legal e institucional que promove um ambiente atrativo e propicia a extração de óleo não convencional nos EUA, pois o uso do direito de perfurar e explorar a terra são facilitados pela promoção de incentivos financeiros em troca dos seus direitos de minerais (Kefferputz, 2010).

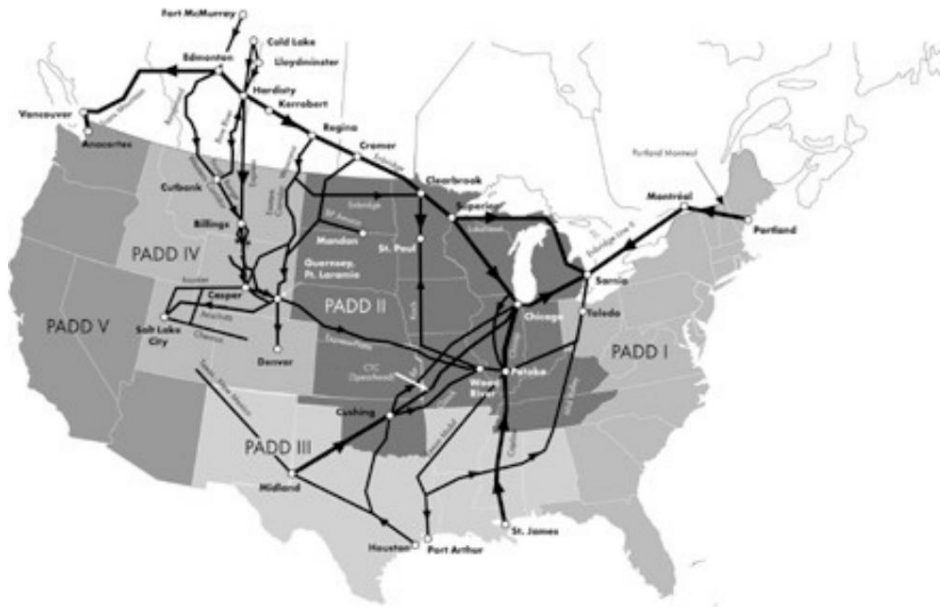
A estrutura de mercado dos EUA também teve um papel central encorajando as empresas a aumentarem sua produção não convencional. As empresas independentes responsáveis pelo *boom* de exploração e produção se beneficiaram de estruturas corporativas descentralizadas, ambiente competitivo e acesso ao mercado global de capital para financiamento através de parcerias e *joint ventures* (Carr, 2011).

Incentivos governamentais auxiliaram o *shale*. Em 2005, com o Energy Policy Act decretado por Bush, as indústrias de petróleo, em especial as de *shale*, passaram a receber novas isenções ambientais para estimular a produção. Exemplos são o Clean Water Act, o Safe Drinking Water Act (SDWA) e o National Environmental Policy Act (NEPA).

Além disso, os EUA possuem um grande número de sondas de ponta e uma extensiva rede de oleodutos e refinarias, que permitem a produção dos produtos finais (Rae,

2012), garantindo assim um eficiente meio de transporte da produção e uma comercialização rápida.

Figura 3 – Rede de dutos em terra na América do Norte e seu sentido de escoamento



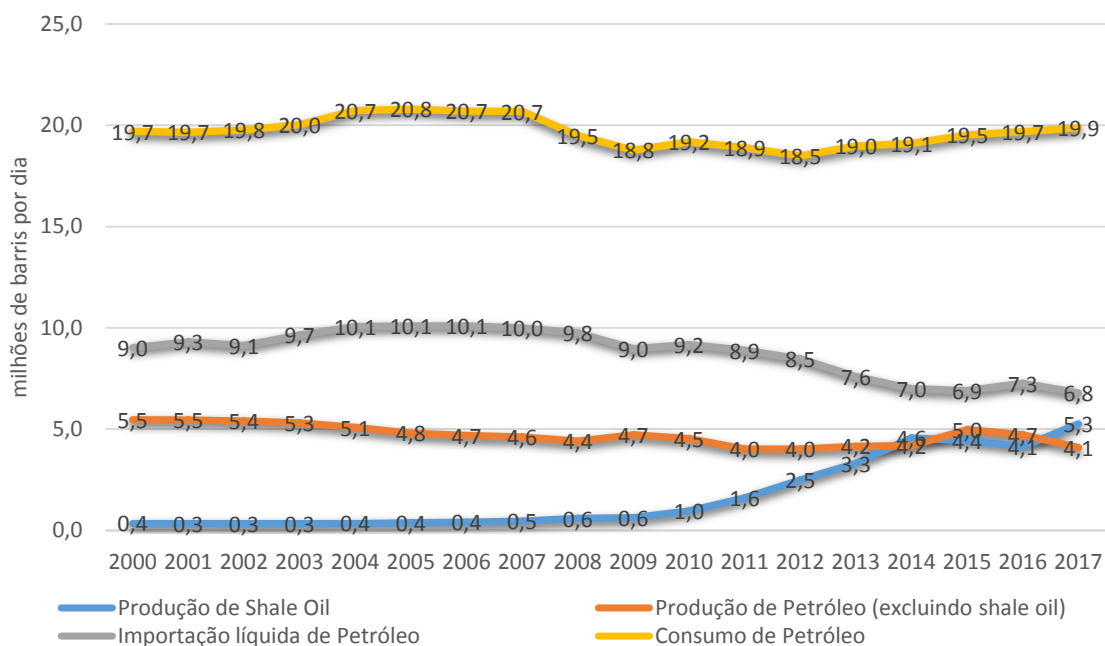
Fonte: National Energy Board of Canada, 2006

1.3 O grande crescimento da produção de *shale oil*

O *boom* do *shale oil* remete ao aumento na produção de óleo não convencional dos EUA, começando nos meados dos anos 2000, e que em 2008, reverte o declínio da produção de petróleo dos EUA. Este aumento da produção americana amplia a participação dos EUA na produção mundial de petróleo, saindo de 7% em 2008 para 13% em 2017.

Apesar de estar longe de suprir as necessidades de consumo de petróleo dos EUA, a revolução do shale resultou em grande aumento da produção americana de petróleo, reduzindo a necessidade de importação norte-americana. No ano de 2017, a produção de shale oil ultrapassou a produção convencional de petróleo. Ao mesmo tempo, o consumo de petróleo do país manteve-se estável entre 19 mb/d e 20 mb/d no período entre 2000-2017 (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Dados sobre a produção, consumo e importação de petróleo nos EUA



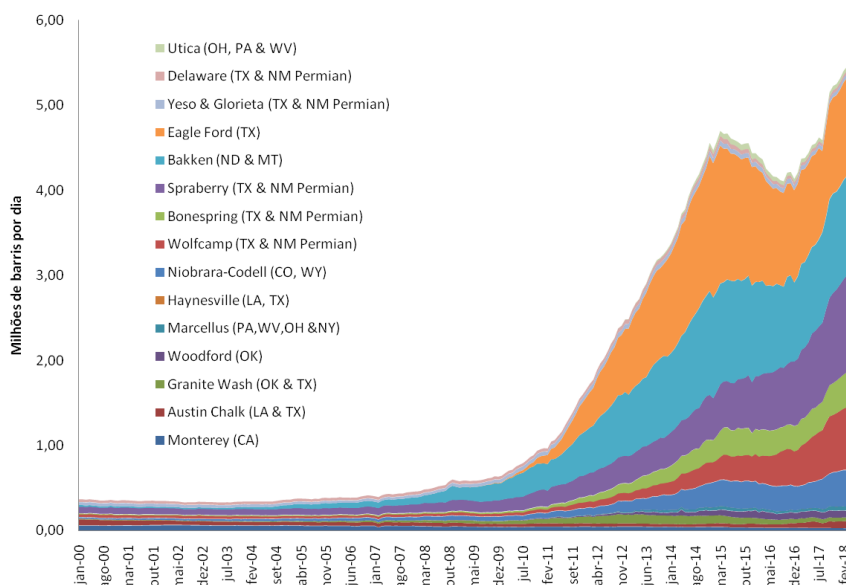
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EIA

Esta revolução é caracterizada pelo seu rápido crescimento, e tem seu início em 2007 na região de Bakken, onde as primeiras atividades de perfuração começaram. No entanto, só em 2011 que a produção de *shale oil* surpreende a todos, e regiões como Eagle Ford e Permian emergem num inesperado crescimento explosivo².

Alguns fatos se destacam nesta evolução da produção de *shale oil*. O gráfico 2 demonstra que o crescimento da produção permanece praticamente inalterado até 2004, e de forma extraordinária em 2011, o crescimento tende a tornar-se quase exponencial. Percebe-se também que a produção de *shale oil* nos EUA está concentrada num pequeno número de regiões geográficas. De longe, as regiões mais produtivas são Eagle Ford, Bakken e Permian, que juntas respondem por mais da metade da produção.

² Para colocar em perspectiva, observe que, em março de 2015, a economia brasileira produziu em torno de 2,5 milhões de barris / dia (mbd). Enquanto isto, somente a produção de shale oil passa de 1,6 milhões de barris / dia (mbd) em 2011 para quase o dobro da produção brasileira de petróleo em 2015.

Gráfico 2 – Produção de *shale oil* entre 2000 e 2018



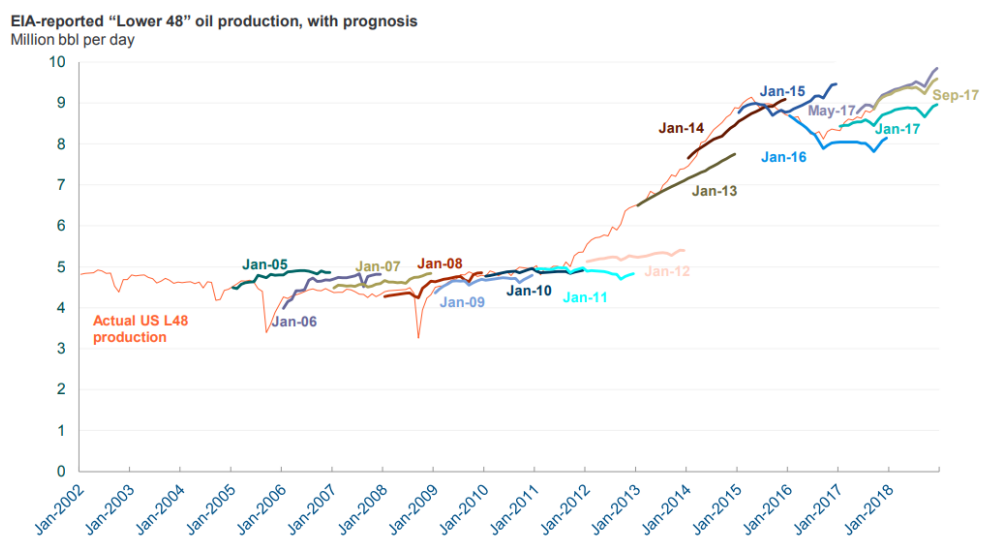
Fonte: EIA

O rápido crescimento desta produção de *shale oil* nos EUA levantou a possibilidade desta nova fonte de energia abastecer a demanda interna americana e mudar o cenário de energia mundial. A questão real que a economia dos EUA, então, enfrentou não era mais o receio da indisponibilidade de petróleo, mas sim, o preço necessário para obtê-lo do chão.

Colocou-se em questão se com preços praticados antes dos anos 2000, perto dos 20 dólares a preços correntes, esta nova fonte de petróleo poderia resistir e enfrentar o embate com as regiões mais prolíficas do mundo, como o Golfo Pérsico. Isto era colocado em questão, devido às características de investimento, tecnologias e custo, relacionados à constante necessidade de perfuração para extração do *shale oil*.

Instituições importantes para o balizamento das expectativas dos agentes como a EIA, constantemente, subestimaram o crescimento da produção americana. Conforme o gráfico abaixo, diversos prognósticos falharam em prever o crescimento da produção americana de *shale oil*.

Gráfico 3 – *Shale* subestimado revolucionou o mercado global de petróleo (milhões de barris por dia)



Fonte: Rystad, 2018

A extrema porosidade destas formações e a consequente redução nas taxas de produção após alguns meses resultam em uma alta dependência por constantes atividades exploratórias. Por causa desta característica, este *boom* de produção de *shale* foi considerado algo passageiro, pois sua taxa de declínio era bem superior de outras regiões produtoras de petróleo. Nas regiões mais produtivas de *shale oil* dos EUA, estimou-se que a produção caia perto de 50% logo no primeiro ano de produção (Maugeri, 2013).

Por causa deste declínio dramático dos poços de *shale*, as empresas petrolíferas recorrem à perfuração intensiva de novos poços que compensam a perda de produção dos poços mais antigos. Esta é uma característica comum a todos os sistemas de baixa permeabilidade e formações não convencionais, onde a perfuração de mais poços por metro quadrado é sempre necessária para manter as taxas de produção e aumentar a taxa de recuperação de um campo ou região (Maugeri, 2013).

No entanto, ignorou-se o fato de os EUA possuíam grande parte das sondas de perfuração disponíveis no mundo. Esta capacidade impressionante de mobilização de sondas de perfuração coloca os EUA com uma característica única para continuar produzindo deste tipo de reservas não convencionais.

Os avanços tecnológicos garantiram resultados produtivos melhores do que os esperados e contribuíram à queda dos custos de extração. Por exemplo, foi reduzido o número de dias necessários para a perfuração completa do poço (em alguns casos, completa-se o trabalho em apenas uma semana), foram reduzidas as distâncias entre um poço e outro, além de outros aperfeiçoamentos (Silva, 2016).

Dentre estes aperfeiçoamentos destacam-se o “zipperfrack”, “re-fracturing”, perfuração multilateral, além de técnicas de “*oil recovery technologies*” utilizadas na recuperação de petróleo convencional, com a injeção de vapor, químicos ou gás.

O *zipperfrack* é o fraturamento extensivo entre os poços a fim de ampliar a área exposta ao processo. Através dele, o fraqueamento é feito em dois ou mais poços horizontais ao mesmo tempo, como se fossem “dentes” de um zíper: por exemplo, se a primeira fase de um poço é fraqueado, o mesmo é feito com a primeira fase do poço adjacente; depois, a segunda fase do poço inicial é fraqueado, seguido pela segunda fase do segundo; e assim sucessivamente (Silva, 2016).

O *re-fracturing* é a repetição do fraqueamento dos poços com o objetivo de extrair a maior quantidade possível de petróleo aos menores custos. Já a perfuração multilateral consiste na ramificação de cada poço vertical inicial para poços horizontais adicionais no subsolo em várias profundidades e direções.

Enquanto as evidências acima sugerem que a produção de petróleo dos EUA deve ser capaz de atender projeções feitas pela EIA e IEA, existem limites para a capacidade de replicar no longo prazo o sucesso na extração do *shale oil* (Alquist e Gervais, 2013). Os reservatórios existentes têm um número limitado de locais onde o petróleo resultante do *shale* pode ser extraído a baixo custo. Como esses locais se esgotando gradualmente, os custos de produção aumentarão e as taxas de fluxo diminuirão (IEA, 2012).

Com relação aos custos de produção do *shale* atualmente, Aguilera e Radetzki (2015) afirmam que os custos são mais baixos que os do petróleo extraído das areias betuminosas do Canadá ou do extraído do Pré Sal brasileiro. Nos Estados Unidos, o custo médio do *shale* é de

US\$50/barril, chegando a girar entre US\$30/barril e US\$40/barril nos campos de melhor qualidade como Bakken e Eagle Ford (Silva, 2016).

Alguns gargalos na infraestrutura podem também impedir um crescimento da produção ou aumentar o custo de produção de algumas regiões. Barreiras políticas têm colocado a extensão da malha de dutos em terra nos EUA em passos lentos. Segundo a Rystad, no curto prazo a infraestrutura de dutos em terra irá, em certa medida, impedir o crescimento de regiões como a Permian.

Estes fatores reforçam a necessidade de cautela na estimativa de produção americana, no entanto, sem subestimar - como feito anteriormente - a capacidade dos EUA em colocar grandes volumes de *shale oil* em produção em curto prazo de tempo, pois a estrutura de mercado americana conta com inúmeros fatores que propiciam o investimento, conforme elencado acima.

CAPÍTULO II – VOLATILIDADE DO PREÇO DO PETRÓLEO: SUAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

O preço do petróleo tem sido tudo menos estável nas últimas quatro décadas. Uma série de eventos políticos na década de 1970 levou o preço do petróleo a US\$ 40, algo em torno de US\$ 100 por barril a preços correntes (Gráfico 4). O preço permaneceu muito volátil após crises nos anos 80, mas permaneceu baixo até o final de 2001. Os seis anos seguintes viram um aumento constante que triplicou o preço real de meados de 2007. No mesmo ano, a trajetória dos preços do petróleo acentuou-se enviando o preço para uma alta histórica em julho de 2008, apenas para 60 dias depois entrar num colapso de preço ainda mais espetacular. Logo após esta queda abrupta, o preço do barril sobe novamente até o ano de 2014, quando entra em colapso novamente. Uma dupla questão emerge dessa observação: qual o papel do incremento da produção americana para esse movimento de preços? E quais foram os efeitos dos novos patamares de preços sobre a produção de *shale oil*?

2.1 A instabilidade do óleo e seus fatores desencadeadores

Durante a última década, as condições de demanda desempenharam um papel importante na evolução do preço do petróleo. As principais fontes de demanda estão relacionadas ao forte crescimento econômico na Ásia emergente, especialmente na China, com grande parte da nova demanda ligada à urbanização e ao crescimento do transporte pessoal associado ao aumento da renda (Alquist e Gervais, 2013).

Por outro lado, o consumo de petróleo bruto da OCDE entrou em um período de declínio estrutural devido à melhorias na eficiência do combustível, mudanças demográficas e, nos Estados Unidos em particular, a mudança para o gás natural de baixo custo (Alquist e Gervais, 2013).

A baixa elasticidade-preço da demanda mundial por petróleo contribui para explicar a taxa média de crescimento de 1,2% a.a. (2007-2015). Há, portanto, uma inércia estrutural e uma estreita capacidade de substituição de derivados de petróleo e de adoção de

equipamentos, processos, veículos e modais com maior eficiência energética no curto e no médio prazo.

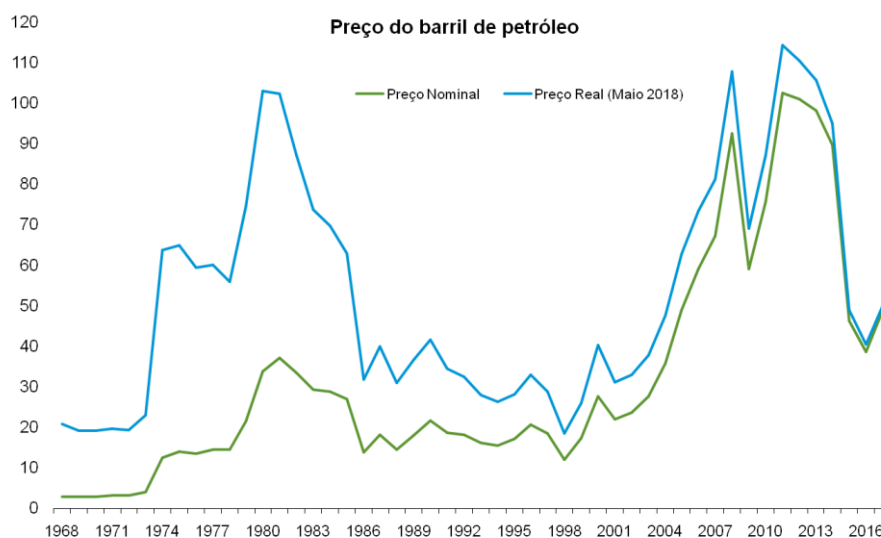
Pela ótica da oferta, percebe-se que há restrições para o aumento da oferta mundial, dada a baixa capacidade ociosa da Arábia Saudita e dificuldade dos países não-OPEP em colocar rapidamente grandes quantidades de produção de petróleo a disposição do mercado, com exceção do *shale*.

O descompasso entre estes fatores de oferta e demanda tiveram efeitos significativos, no passado recente, para as economias industrializadas. De fato, o nível de dependência do petróleo tornou-se particularmente claro nas décadas de 1970 e 1980, quando uma série de incidentes políticos no Oriente Médio interromperam a segurança do abastecimento e tiveram sérios efeitos sobre o preço do petróleo.

Desde o primeiro choque do petróleo, 1973, iniciou-se um processo de diversificação geográfica e geológica da produção de petróleo assim como de um processo gradual de aumento da eficiência energética. Estes processos se arrefeciam durante os ciclos de preço baixo e se aceleravam em períodos de preços elevados, como o iniciado a partir de 2011 (Colomer e Rosenberg, 2016).

Estes fatores propiciaram o desenvolvimento e extração de novas fontes energéticas - como o *shale oil* - que até então eram conhecidas, mas não eram utilizadas pois o custo estava acima do preço de venda.

Gráfico 4 – Preço do barril de petróleo em dólares (1968-2017)



Fonte: EIA. Pode ser acessado aqui: <https://www.eia.gov/petroleum/data.php#prices>

O termo volatilidade recebe diferentes definições de diferentes estudiosos em todas as disciplinas. Em relação ao preço do petróleo, a volatilidade é a mudança no valor de uma variável, especialmente preço conforme citado em (Busayo, 2013). Volatilidade é a medida da tendência do preço do petróleo num movimento de subida ou queda acentuada dentro de um período de tempo, tal como um dia, um mês ou um ano (Ogiri, 2013).

Vários fatores foram identificados como desencadeadores da volatilidade do preço do petróleo. Esses fatores vão desde variações na demanda e oferta de petróleo, decisões da OPEP, crises, guerras até a desaceleração econômica.

Segundo Losekann e Almeida (2014) a volatilidade está associada às forças de mercado, num contexto de baixas elasticidades de oferta e demanda. Como os custos mais representativos são fixos, a oferta responde pouco a variações de preço. Pelo lado da demanda, o consumidor não encontra substituto de escala global para gasolina e também responde pouco a variações de preço no curto prazo. Assim, sem a atuação de coordenação para a estabilização, pequenas oscilações de oferta e demanda têm grande impactos nos preços.

Pirog (2004) diz que os fatores que explicam, no longo prazo, o aumento do preço do petróleo podem ser elencados como: (i) queda da base de reservas mundiais; (ii) instabilidade política em países produtores de petróleo; (iii) decisões do sistema de cotas da OPEP; (iv) bem como compra e venda especulativa, o que incentiva os operadores financeiros a ajustarem seus portfólios de investimento para refletir as condições do mercado.

Merino e Ortiz (2005) adotam a abordagem tradicional para avaliar o mercado de petróleo. Eles afirmam que a evolução dos estoques de petróleo devem refletir a interação entre as forças de oferta e demanda o que deve contribuir para explicar as mudanças nos preços do petróleo. Segundo eles, os desenvolvimentos econômicos inesperados podem abalar os mercados de petróleo e aumentar a volatilidade. Embora, a volatilidade nos preços do petróleo na recente história tenha sido causada principalmente por choques de oferta o aumento de preço recente foi causado pelo forte crescimento da demanda mundial (Hamilton, 2009; Cale, 2004).

Devido à complexa interação de efeitos diretos, efeitos indiretos e repercussões induzidas pela volatilidade do preço do petróleo, suas consequências se estendem do nível governamental para as empresas e as famílias. Os agentes econômicos, portanto, adotam uma abordagem integrada de gerenciamento de riscos, visualizando a estabilidade macroeconômica como um bem público. Muitos recursos já existem para mitigar esses choques, incluindo inventários preventivos, *hedging* e contratos de longo prazo.

Desde 2004, tem havido uma crescente financeirização dos preços do petróleo – com o aumento de posições tanto nos mercados organizados – que estruturam operações financeiras padronizadas – quanto nos mercados de derivativos de balcão, – em decorrência da crescente importância dos mercados futuros e de opções na precificação das commodities (UNCTAD, 2011).

Conforme citado no Boletim Anual de Preços da ANP em 2012, o elevado poder de alavancagem dos investidores nos mercados financeiros podem influenciar os preços no curto prazo, o que pode levar, por sua vez, a um aumento da volatilidade do ativo subjacente, o que acaba aumentando as margens de garantia para manutenção de posição, prejudicando aqueles que buscam realizar operações de hedge no mercado, já que eleva o custo para realizar tal

proteção, apesar de os riscos relacionados aumentarem. Desse modo, é necessário notar que os preços do petróleo podem variar significativamente, mesmo sem grandes mudanças nas condições de oferta e demanda da commodity (ANP, 2012).

Outros dois fatores levantados neste documento da ANP que configuram o mercado do petróleo e podem influenciar no aumento da volatilidade são: (i) o aumento da correlação entre o comportamento dos preços das commodities e das moedas na última década, colocando o mercado de commodities como um instrumento de *hedge* contra possíveis desvalorizações da moeda norte-americana; (ii) mudança de comportamento dos preços do petróleo em função da posição no ciclo econômico. Enquanto no passado os preços do petróleo tendiam a se recuperar depois dos preços das ações, no ciclo atual, após 2008, os preços do petróleo se recuperaram antes, o que indica que a financeirização dos preços contribuiu para antecipar as tendências vislumbradas pelo mercado (ANP, 2012).

A volatilidade, portanto, tem efeitos tanto nas decisões relativas à macroeconomia dos países, quanto nas decisões individuais de alocação de capital dos agentes. Isto impacta o setor de óleo e gás convencional de forma relevante, pois o retorno de investimento deste setor costuma ser demorado. Diante deste cenário, os investidores, bancos e agentes tendem a procurar investimentos que deem retorno no curto prazo, que como veremos a seguir é o caso do *shale oil*.

Este cenário de alta volatilidade levou os preços do barril até máximas históricas, favorecendo o surgimento de novas fontes energéticas, dentre eles o *shale oil*. Contudo, esta mesma volatilidade trouxe o preço do barril a valores baixíssimos, colocando o papel da OPEP e a continuidade do *shale oil* em dúvida.

2.2 A revolução do *shale* como fator desestabilizador da oferta mundial de petróleo

A principal característica que diferencia o *shale* é a sua maior elasticidade-preço de oferta no curto prazo. A perfuração de novos poços *shale oil* pode ser iniciada muito rapidamente, dentro de alguns meses ou até mesmo semanas, num cenário em que uma alta nos preços do petróleo torna os investimentos lucrativos ou mais rentáveis.

Esta característica permitiu que os EUA ganhassem poder no mercado em relação à OPEP, conforme descrito por Chandrasekhar (2016). Ele demonstra a redução da importância saudita como *swing producer*, a fim de preservar o *market share* dos produtores de custo mais baixo da OPEP:

“[...] rather than cut production to reverse the price fall, Saudi Arabia argued that the fall was a way in which markets were correcting for excess supply by forcing more expensive sources out of production. If OPEC members and Saudi Arabia in particular were to serve as “swing” producers who adjusted (in this case cut) production in order to stabilize prices, they would be giving up market share in favour of US producers, of high-cost *shale* in particular, in order to restore prices”(Chandrasekhar, 2016).

Isto ocorre, pois ao contrário da produção convencional de petróleo e gás, o *shale* não necessita de um alto investimento inicial e seu período para início da produção é menor. Além disso as barreiras para entrada e saída são menores.

Considerando que os poços de *shale* são caracterizados por altos declínios na produção, as empresas investem em perfuração e produção no momento que os preços do petróleo justificam estes investimentos. Quando os preços são muito baixos, e não justificam a perfuração, a produção é restringida pelo declínio natural das rochas de baixa porosidade, ou seja, a produção cai de forma vertiginosa quando não há investimentos constantes.

Esse processo anuncia uma nova dinâmica no setor de petróleo, na qual a resposta de curto prazo da oferta dos EUA à flutuação de preços é muito mais elástica. A experiência passada mostrou que a variação de preço é, em grande parte, incapaz de afetar a produção convencional de petróleo, dados os longos prazos de investimento e curvas de declínio de produção muito mais estáveis que as do óleo não convencional.

Durante os períodos em que a produção convencional de petróleo superou a demanda, os mercados continuaram com sobre oferta, até que um órgão interveniente como a OPEP entrasse em cena para reduzir as quotas de produção.

Como mencionado, a produção de *shale oil* tem atributos que lhe permitem responder de uma forma mais elástica do que os projetos convencionais, que envolvem anos

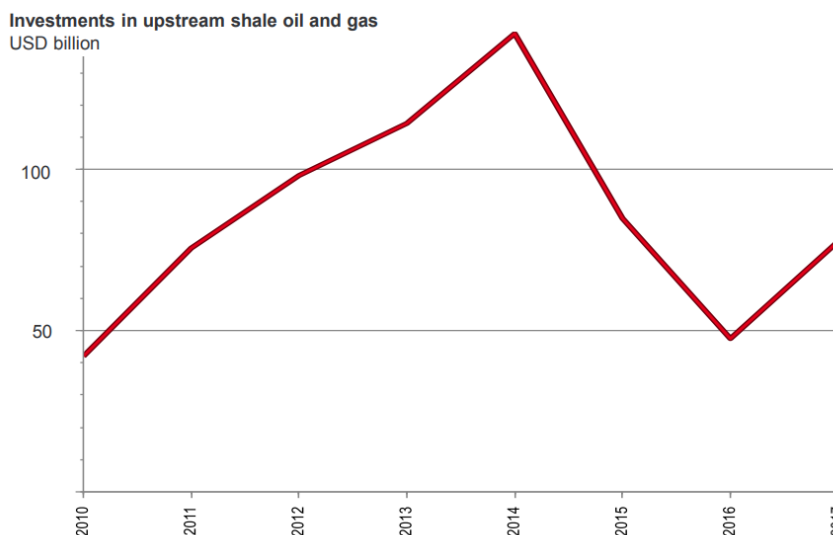
de planejamento e grande investimentos. Uma vez os custos realizados, a produção convencional tende a prosseguir, até porque os custos de parada da produção podem ser altíssimos. Neste tipo de projetos, sejam eles em terra ou no mar, tendem a produzir petróleo por anos ou décadas, independentemente da volatilidade do preço de curto prazo.

Normalmente, os investimentos feitos no *shale* retornam após 1-2 anos enquanto, em comparação com o *offshore* espera-se, em média, dez anos para recuperar completamente os investimentos (Rystad, 2018). Isto demonstra que é necessário pouco tempo para que haja retorno dos investimentos no *shale*.

Devido a estas características, a indústria de *shale* tem a possibilidade de manter algumas sondas de perfuração ociosas para diminuir a produção e contribuir para o ligeiro aumento de preços, quando lhes for conveniente.

Esta sensibilidade aos preços de curto prazo ficaram evidentes na queda de preços observada após 2014, quando os investimentos no *shale* caíram significativamente, conforme gráfico abaixo.

Gráfico 5 – Investimento upstream de *shale oil* e *shale gas* (bilhões de dólares)

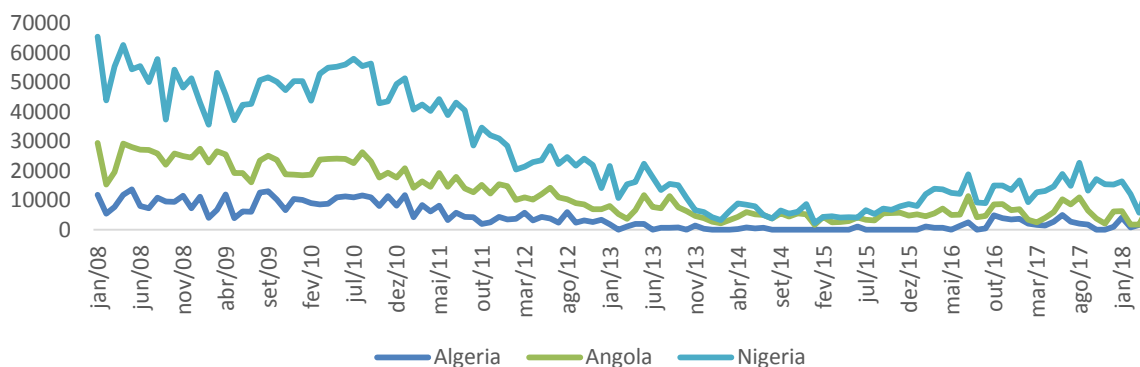


Fonte: Rystad, 2018

Outro fator importante da revolução do *shale*, foi o fato de que os EUA ultrapassaram a Arábia Saudita, tornando-o segundo maior produtor de petróleo do mundo,

somente atrás da Rússia. Até meados da próxima década, a IEA projeta que os Estados Unidos se tornarão o maior produtor mundial de petróleo. Este cenário colaborou para a diminuição da dependência dos EUA em relação ao petróleo de outros países, reduzindo a necessidade de importação.

Gráfico 6 - Importações de petróleo americanas em mbbl (milhares de barris por mês)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EIA (2018)

Tal movimento alterou de sobremaneira as estruturas de consumo e comércio internacional de petróleo, pois o ritmo de crescimento das importações mundiais sofre forte desaceleração (Pinto Jr, 2016).

Assim, parece claro que a revolução do *shale* está remodelando o mercado global de petróleo. Essa transformação pode enfraquecer o domínio da OPEP, resultando numa menor exportação de seus países membros. Os resultados vão muito além do econômico, oferecendo armas estratégicas antes impensáveis. Os Estados Unidos agora têm um colchão de reservas de petróleo, que promovem segurança energética em um momento em que a turbulência política na Venezuela, na Líbia e na Nigéria ameaçam a continuidade do fornecimento destes países.

Estes fatores demonstram que o *shale* emerge como uma fonte de petróleo barata, reduzindo os custos de produção dos EUA e contribuindo para uma menor demanda por importações. Isto coloca em xeque regiões de custo de produção mais elevado, pois o *shale* além de ser relativamente barato, também pode iniciar e parar sua produção rapidamente.

O novo balanço de poder do petróleo é um contraste impressionante com a década de 1970, quando os boicotes de petróleo árabes evidenciaram um poder descomunal em favor da OPEP. Ainda mais recentemente, os EUA ganharam margem de manobra para aplicar sanções a outros produtores - como aconteceu na Rússia e no Irã ou na Venezuela - com muito menos risco de escassez de fornecimento de petróleo para sua economia.

CAPÍTULO III – PAPEL E CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS NORTE-AMERICANAS PRODUTORAS DE *SHALE OIL*

Neste capítulo, iremos analisar algumas empresas que participam das atividades de exploração e produção nas três principais regiões de *shale oil* nos Estados Unidos, isto é, Bakken, Permian e Eagle Ford. As empresas analisadas serão EOG Resources, Devon Energy Corporation e Chesapeake Energy Corporation.

A metodologia para analisar comparativamente as empresas envolve 3 passos: o exame do valor das ações, a lucratividade das empresas e investimentos nos plays de *shale oil*. Para avaliar o valor das ações, comparamos seu desempenho com o valor do preço do barril do petróleo WTI e índices compostos por ações das bolsas nas quais estas empresas atuam. A lucratividade será contabilizada a partir da evolução dos lucros líquidos anuais da empresa. Já os investimentos serão contabilizados a partir do fluxo de caixa disponibilizado pelas empresas, em que é mostrado o montante de capital destinado às atividades de investimentos.

Após esta análise seremos capazes de avaliar todo o estudo realizado nos capítulos anteriores, principalmente no que diz respeito aos impactos da volatilidade do petróleo em relação à atratividade econômica dos investimentos para o desenvolvimento de novos recursos.

3.1 EOG Resources, Inc

A EOG Resources, Inc. é uma das maiores empresas independentes de petróleo e gás natural nos Estados Unidos. Ela possui reservas provadas nos Estados Unidos, Canadá, Trinidad e Tobago, Reino Unido e China. A empresa possui em torno de 2600 pessoas trabalhando para manter suas atividades, tanto nos EUA quanto em outros países.

A EOG Resources, Inc. é listada na New York Stock Exchange (NYSE) e são negociadas sob o símbolo "EOG." As operações da empresa estão focadas nas 95 bacias mais

produtivas dos Estados Unidos, com foco atual na produção de petróleo, principalmente nos plays de *shale oil*.

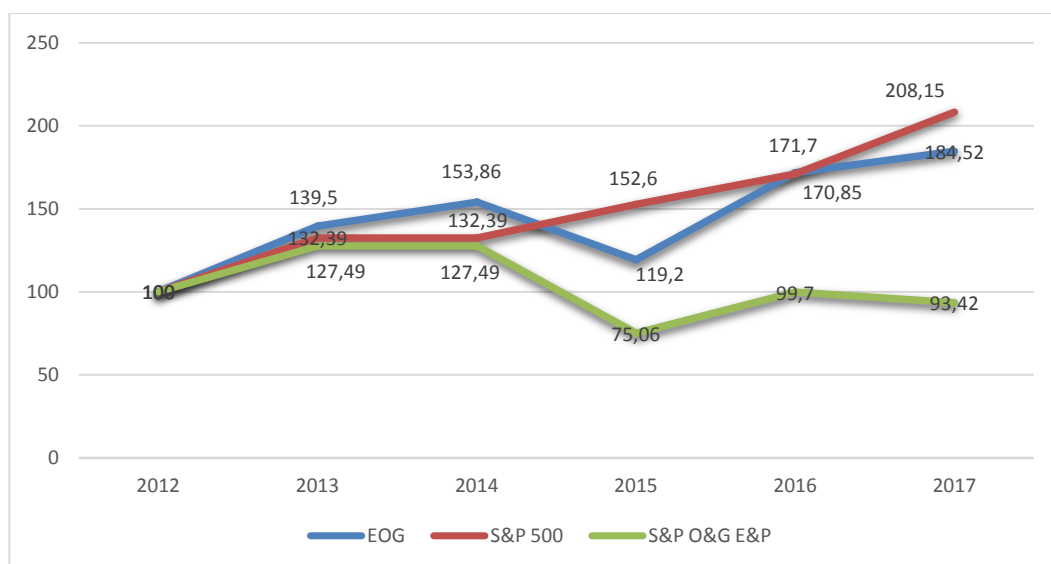
A EOG Resources, Inc. está em operação nos principais plays de *shale* dos Estados Unidos, como Eagle Ford, Permian, Marcellus, dentre outros. No final de 2017 as reservas estimadas da empresa eram 2,5 bilhões de barris de óleo equivalente, dos quais 97% estão localizados nos EUA. Em 2017, no play de Eagle Ford, a EOG completou 217 poços e pretende perfurar 260 poços em 2018. Somente no play de Eagle Ford foram produzidos mais de 420 milhões de barris, desde que a empresa iniciou suas atividades.

Na região de Permian foram completados 172 poços, principalmente na bacia de Delaware Wolfcamp, Second Bone Spring e Leonard. Nestas regiões no ano de 2018 são esperados aproximadamente 230 poços.

3.1.1. Valor das ações

O gráfico 7 mostra o valor das ações ordinárias da EOG Resources, Inc. em comparação com o S&P 500, índice composto por ações cotadas nas bolsas de NYSE e NASDAQ. Percebe-se que a empresa aumentou, constantemente, seu valor de mercado mantendo-se entre as maiores valorizações do mercado de ações americano.

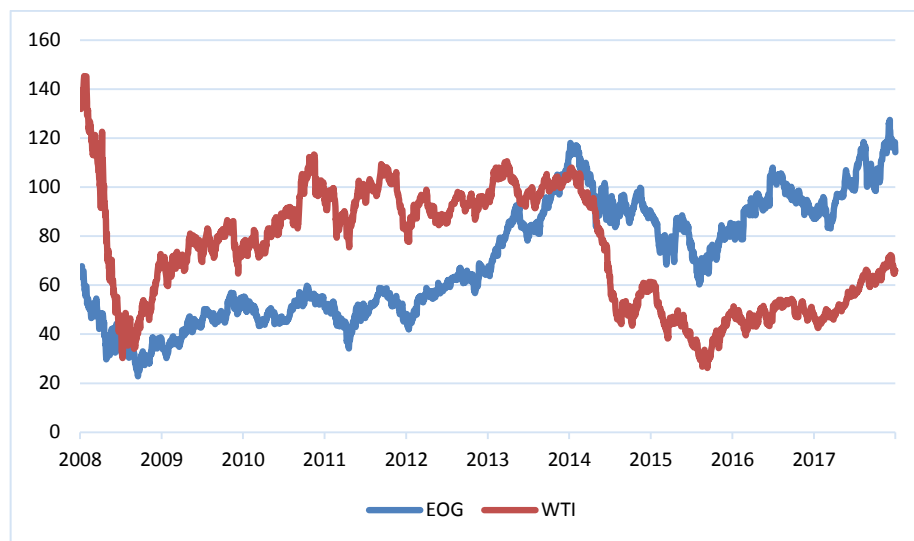
Gráfico 7 – Comparação das ações da EOG e das principais ações dos EUA (base 100)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EOG, 2017

O gráfico 8 mostra o valor das ações ordinárias da EOG Resources, Inc. em comparação com o preço do barril do petróleo (WTI). Desta forma, podemos perceber que apesar de haver uma relação entre o valor da empresa e preço do barril de petróleo, a empresa tem obtido valorizações significativas no mercado de ações.

Gráfico 8 – Comparação das ações da EOG em dólares e do preço nominal do barril de Petróleo (WTI) em dólares

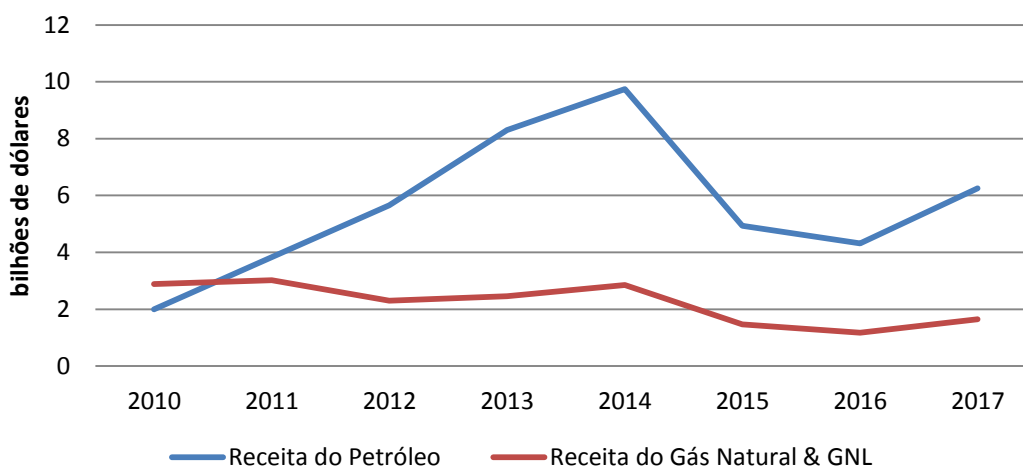


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da NASDAQ & EIA

3.1.2. Lucratividade da Empresa

O gráfico 9 mostra a participação da produção e venda de Gás Natural, Óleo e Gás Natural Liquefeito (GNL) nas receitas da empresa. A curva azul representa as receitas provenientes da produção e venda do petróleo. Já a curva vermelha representa as receitas provenientes da produção e venda de Gás Natural e GNL.

Gráfico 9 – Comparação das fontes de receita da EOG

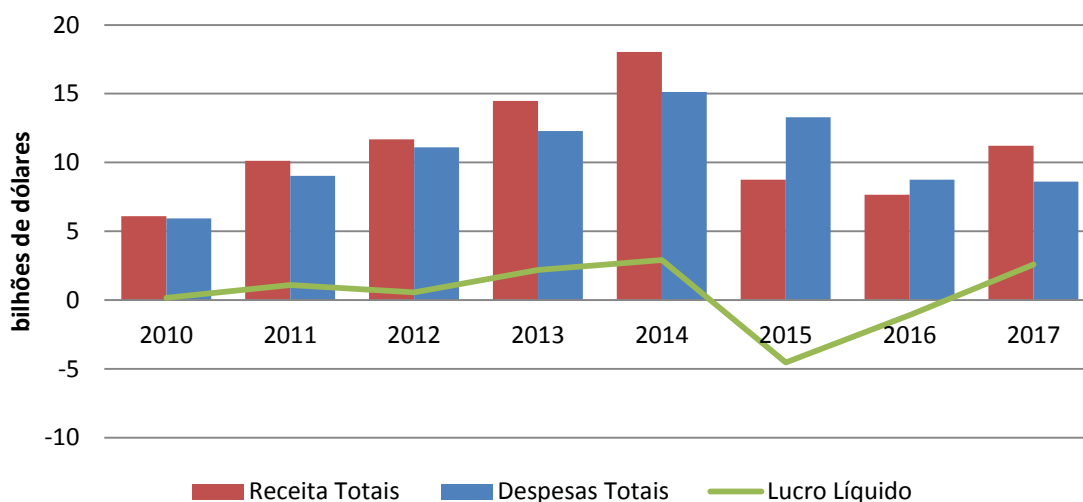


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EOG, 2017

Percebe-se que a o petróleo foi o motor do crescimento da receita da empresa nos últimos anos, contudo, foi também o que levou à queda de receita e lucros, como iremos ver a seguir. Importante ressaltar que esta queda de receita está associada à redução do preço do barril do petróleo.

Após ter visto as participações dos hidrocarbonetos nas receitas geradas pela empresa, iremos observar a evolução dos lucros da EOG Resources, Inc. Vale lembrar que o lucro de uma empresa é dado descontando-se as despesas das receitas. Sendo assim, o gráfico 10 mostra esses três parâmetros, isto é, receitas totais, despesas totais e lucro líquido.

Gráfico 10 – Dados financeiros da EOG



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EOG, 2017

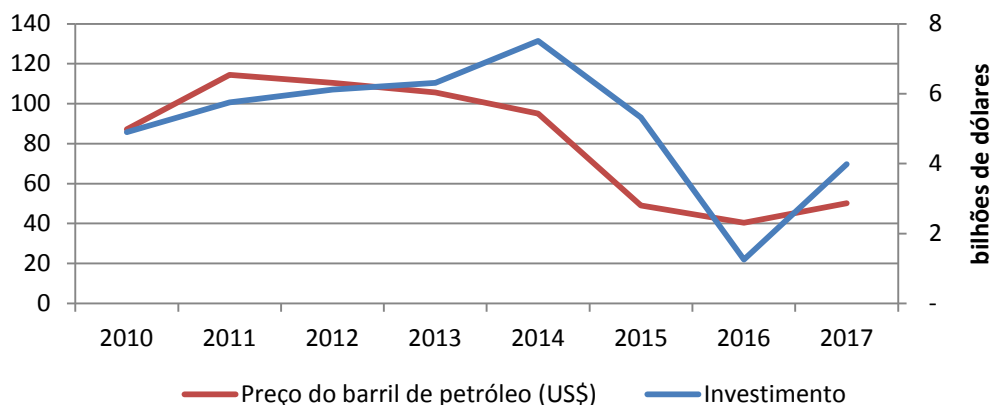
Como podemos constatar, até o ano de 2015, a empresa apresentava um crescimento contínuo nos lucros. Isso se deve aos altos preços do petróleo que incentivaram a busca pelo desenvolvimento de novas reservas. A partir de 2015, houve uma queda brusca da receita, no entanto, as despesas continuaram muito altas, resultando numa queda expressiva dos lucros líquidos. Esta queda está diretamente relacionada à queda do preço do barril de petróleo após 2014. Contudo, a empresa conseguiu obter lucro líquido no ano de 2017 com o aumento do preço do barril e redução no *breakeven* de suas operações.

3.1.3. Investimento da Empresa

O gráfico 11 apresenta a quantia total investida pela empresa. Como forma de comparação, o mesmo gráfico contém o preço do petróleo para este mesmo período. Vale lembrar que, de acordo com o EOG RESOURCES ANNUAL REPORT (2017), os investimentos totais são contabilizados a partir de todos os custos envolvidos com a aquisição de novas propriedades para exploração de petróleo e gás, aquisições de outras propriedades, plantas industriais e equipamentos, aquisições de outras empresas, mudanças no capital de giro associadas às atividades de investimento e, a isso tudo, são descontados os rendimentos da venda de ativos. Isto é, neste caso, não se encontra apenas os investimentos nas atividades relacionadas com o petróleo. No entanto, podemos perceber que, até 2014, os níveis de investimentos foram crescentes, estimulados pelos níveis altos do preço do petróleo. Assim

como, no ano de 2015 ocorreu uma grande queda na quantia destinada as atividades de investimento. Isto ocorreu, pois com o preço do petróleo muito baixo, houve uma redução na aquisição de novas reservas. Em 2017, a EOG Resources, Inc. voltou a adquirir áreas e, desta forma, grandes investimentos foram realizados.

Gráfico 11 – Comparação entre os investimentos da EOG e preço do barril do petróleo



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da EOG, 2017

3.2 Devon Energy Corporation

A Devon Energy foi criada em 1971 como uma empresa independente de energia, focada primordialmente na exploração, desenvolvimento e produção de petróleo, gás natural e GNL. Suas operações estão concentradas em áreas em terra nos EUA e Canadá. No final de 2017, a empresa possuía em torno de 4.900 funcionários.

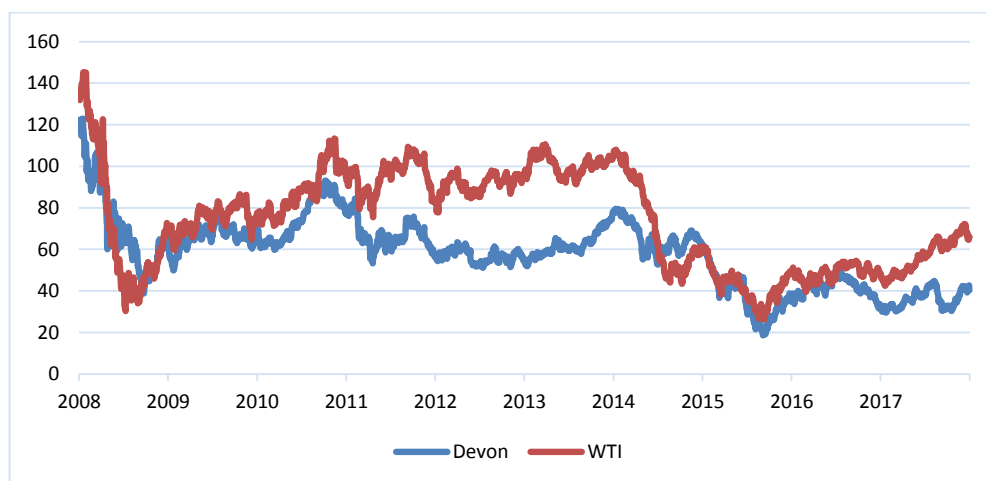
A Devon é listada na New York Stock Exchange (NYSE) e são negociadas sob o símbolo "DVN". As operações da empresa estão focadas na bacia de Delaware, Barnett, Eagle Ford, STACK, Rockies *Oil* and Heavy *Oil*. No final de 2017 a empresa possuía reservas provadas de 2,1 bilhões de barris de petróleo equivalente, 6% a mais do que no ano de 2016.

No final de 2017 a empresa possuía nos EUA e Canadá, 250 poços em produção e 44 poços exploratórios concluídos. Em relação ano de 2016, o poços em produção cresceram 127% e 20% em relação aos poços exploratórios.

3.2.1 Valor das ações

O gráfico 12 mostra o valor das ações ordinárias da Devon Energy em comparação com o preço do barril do petróleo (WTI). Desta forma, podemos perceber que o valor da empresa está diretamente ligado ao preço do barril de petróleo, uma vez que, como foi dito, ela está focada, principalmente no desenvolvimento do *Shale oil*.

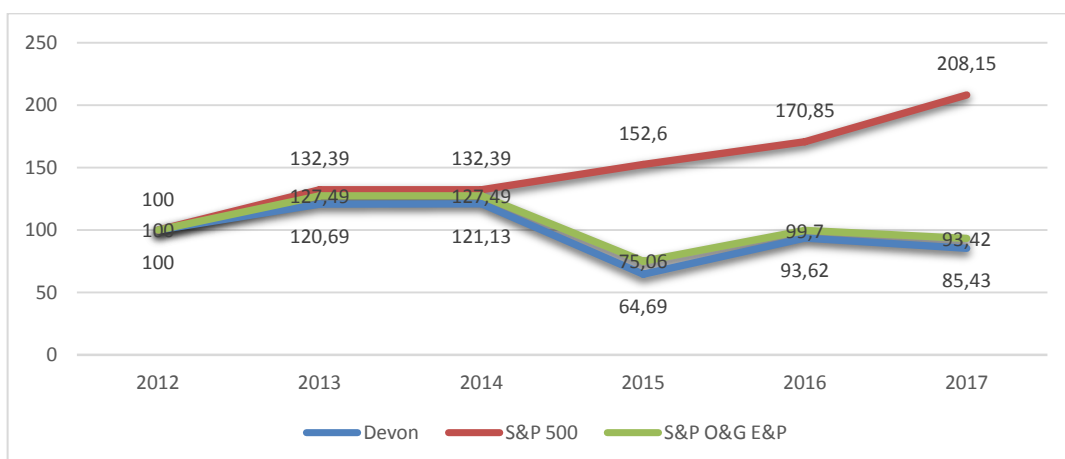
Gráfico 12 – Comparação das ações da Devon em dólares e preço do barril de petróleo WTI em dólares



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da NASDAQ & EIA

O gráfico 13 mostra o valor das ações ordinárias da Devon Energy em comparação com o S&P 500, índice compostos por ações cotadas nas bolsas de NYSE e NASDAQ. Percebe-se que a empresa não acompanhou a valorização do mercado, no entanto, a empresa manteve-se no patamar das empresas semelhantes a ela.

Gráfico 13 - Comparação das ações da Devon e das principais ações dos EUA (base 100)

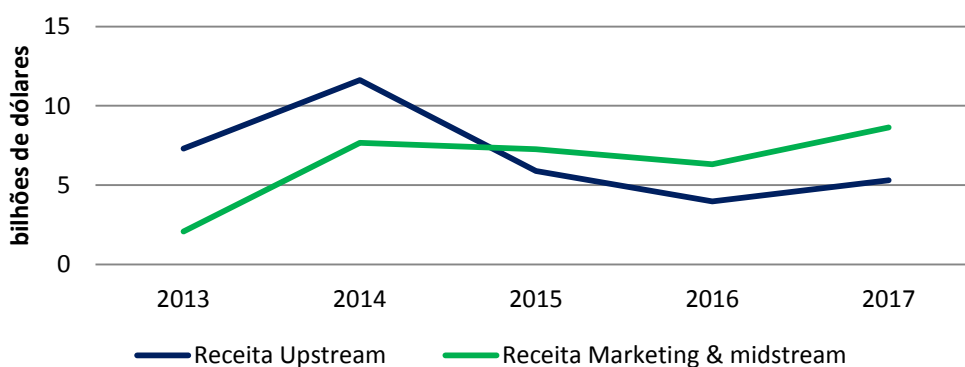


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Devon, 2017

3.2.2 Lucratividade da Empresa

O gráfico 14 mostra a divisão de receitas da empresa. A curva azul representa as receitas provenientes do Upstream. Já a curva verde representa as receitas provenientes de operações de *Marketing e Midstream*.

Gráfico 14 – Comparação das fontes de receita da Devon



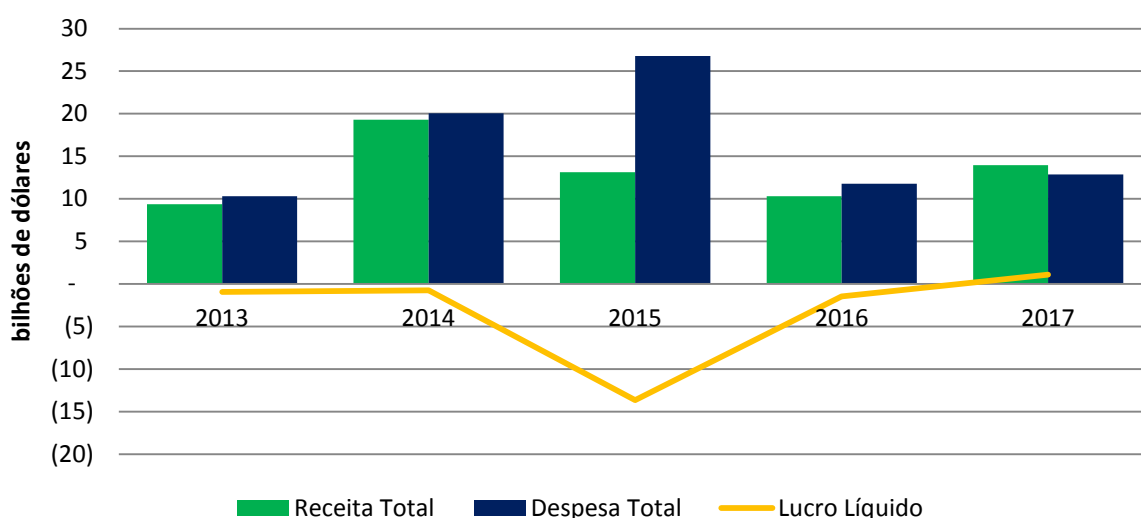
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Devon, 2017

Até 2014 a empresa gerava a maior parte de suas receitas através de suas operações de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo, gás natural e GNL. Após a queda dos

preços do barril após 2014, houve uma queda considerável da receita deste grupo, que voltou a subir no ano de 2016. A receita de marketing e midstream estão relacionadas à sua subsidiária EnLink, que promove o escoamento e venda da produção de gás e petróleo por gasodutos e oleodutos.

Após ter visto as participações da produção de hidrocarbonetos nas receitas geradas pela empresa, iremos observar a evolução dos lucros da Devon Energy. Sendo assim, o gráfico 15 mostra esses três parâmetros, isto é, receitas totais, despesas totais e lucro líquido.

Gráfico 15 – Dados financeiros da Devon



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Devon, 2017

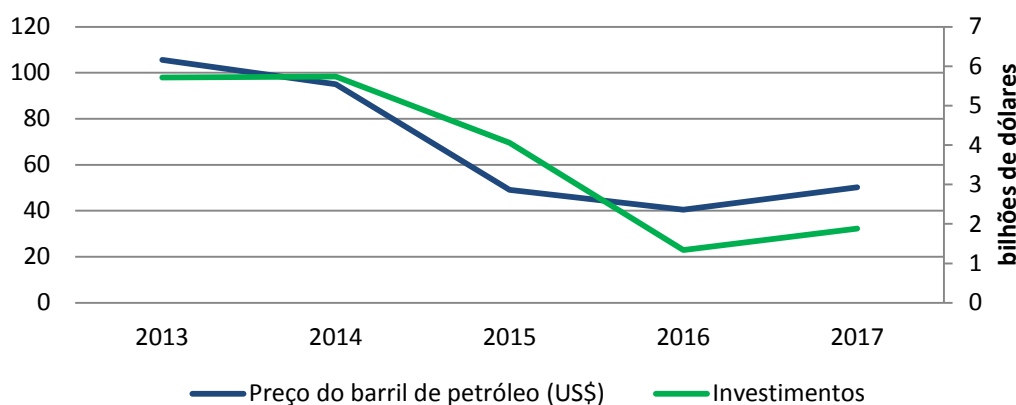
Percebe-se que a Devon Energy não apresentou bons resultados até 2017. No ano de 2015, houve uma queda brusca da receita, no entanto, as despesas cresceram, resultando numa queda ainda maior dos lucros líquidos. Esta queda está diretamente relacionada à queda do preço do barril de petróleo após 2014. Contudo, a empresa conseguiu obter lucro líquido no ano de 2017 com o aumento do preço do barril e desinvestimentos que somaram mais de 400 milhões de dólares neste ano.

3.2.3 Investimento da Empresa

O gráfico 16 apresenta a quantia total investida pela Devon Energy entre 2013 e 2017. Como forma de comparação, o mesmo gráfico contém o preço do petróleo para este mesmo período. Vale lembrar que, de acordo com o *Devon Energy Letter To Shareholders* (2017), os investimentos consistem principalmente em valores relacionados às operações de exploração e desenvolvimento de petróleo e gás. A grande maioria destes dispêndios é para aquisição, perfuração e desenvolvimento de propriedades de petróleo e gás.

Em resposta aos preços mais baixos das commodities, os investimentos totais foram reduzidos em aproximadamente 50% desde 2015. No entanto, podemos perceber que, a partir de 2016, os níveis de investimentos cresceram estimulados pelos níveis altos do preço do petróleo.

Gráfico 16 – Comparação entre os investimentos da Devon (eixo secundário) e preço do barril do petróleo em dólares (eixo primário)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Devon, 2017

3.3 Chesapeake Energy Corporation

A Chesapeake Energy Corporation é uma empresa independente de exploração e produção. A empresa possui um portfólio grande e geograficamente diversificado de ativos com as operações focadas na exploração e desenvolvimento de campos *onshore* de Gás

Natural e de petróleo não convencional em terra nos EUA, incluindo participações em aproximadamente 17.300 poços de petróleo e gás natural. A Chesapeake possui liderança nas regiões de Eagle Ford, no sul do Texas, na Bacia de Anadarko, no noroeste de Oklahoma, e na Bacia do Rio Powder, em Wyoming. As regiões onde a empresa produz *shale* gas são Marcellus *Shale* na Bacia Appalachian norte da Pensilvânia, o Haynesville / Bossier *Shales* no noroeste da Louisiana e no leste do Texas e o *Shale* de Utica em Ohio.

A empresa opera aproximadamente 9.500 dos seus 14.000 poços produtivos nos quais são operadores. Durante 2017, a Chesapeake perfurou ou participou de 401 poços como operadores e participaram de outros 67 poços completados por outras operadoras. Somente em 2017 na região de Eagle Ford a empresa perfurou 180 poços e investiu em exploração e produção mais de 754 milhões de dólares.

No final de 2017 as reservas estimadas da empresa eram 1,9 bilhões de barris de óleo equivalente e sua produção acumulada neste mesmo ano foi de 200 milhões de barris de óleo equivalente. Eles operam aproximadamente 97% de seus volumes de produção diários atuais.

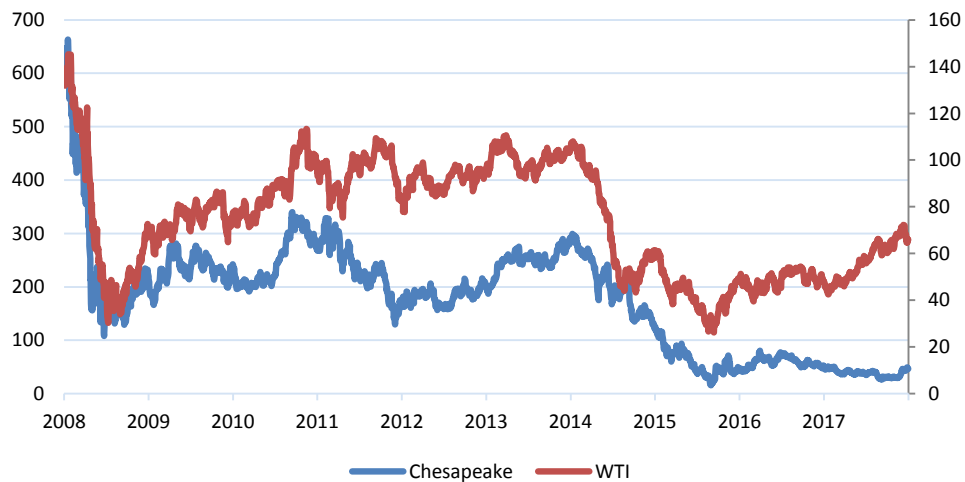
Apesar da grande quantidade de produção e reserva de petróleo a empresa possui uma situação financeira delicada. O nível de dívida da empresa é altíssimo e em 2017 a empresa fechou o ano com uma dívida de 10 bilhões de dólares. No relatório anual deste ano a empresa indicou dificuldades financeiras para arcar com estas dívidas. A empresa indicou que não gera fluxo de caixa livre suficiente para pagar o serviço da dívida, impedindo a aquisição de novas dívidas para investimentos futuros. Esta incapacidade de investir irá, segundo o relatório anual de 2017, impedir a reposição de reservas e manter a produção atual.

3.3.1 Valor das ações

O gráfico 17 mostra o valor das ações ordinárias da Chesapeake Energy em comparação com o preço do barril do petróleo (WTI). Desta forma, podemos perceber que a empresa perdeu grande parte de seu valor após a crise de 2008/2009, no entanto, com a volta dos preços do barril após 2010 ela conseguiu recuperar parte de seu valor. A queda de preço do barril em 2014 levou a uma queda do valor das ações novamente, contudo, a empresa não

conseguiu recuperar seu valor desta vez e atualmente opera perto de valores mínimos históricos.

Gráfico 17 – Comparação das ações da Chesapeake em dólares (eixo primário) e do preço do petróleo (WTI) em dólares (eixo secundário)

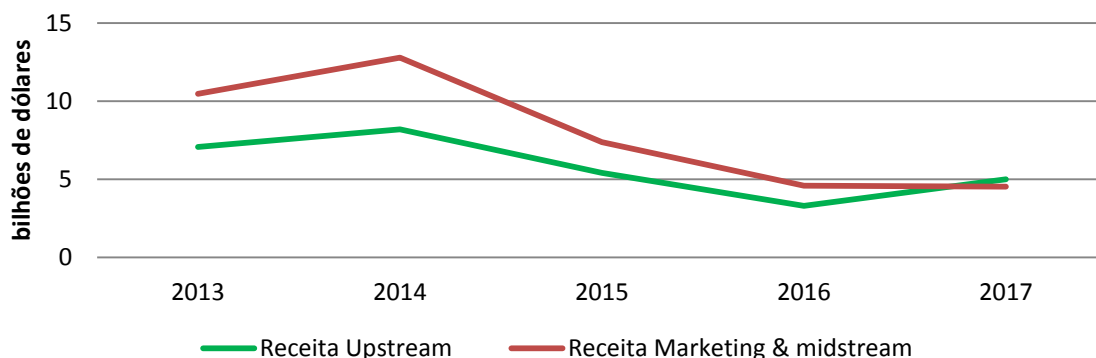


Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Chesapeake & NASDAQ

3.3.2 Lucratividade da Empresa

O gráfico 18 mostra a participação da produção e venda de Gás Natural, Óleo e Gás Natural Liquefeito (GNL) nas receitas da empresa. A curva verde representa as receitas provenientes do Upstream. Já a curva vermelha representa as receitas provenientes de operações de *Marketing* e *Midstream*.

Gráfico 18 – Dados financeiros da Chesapeake



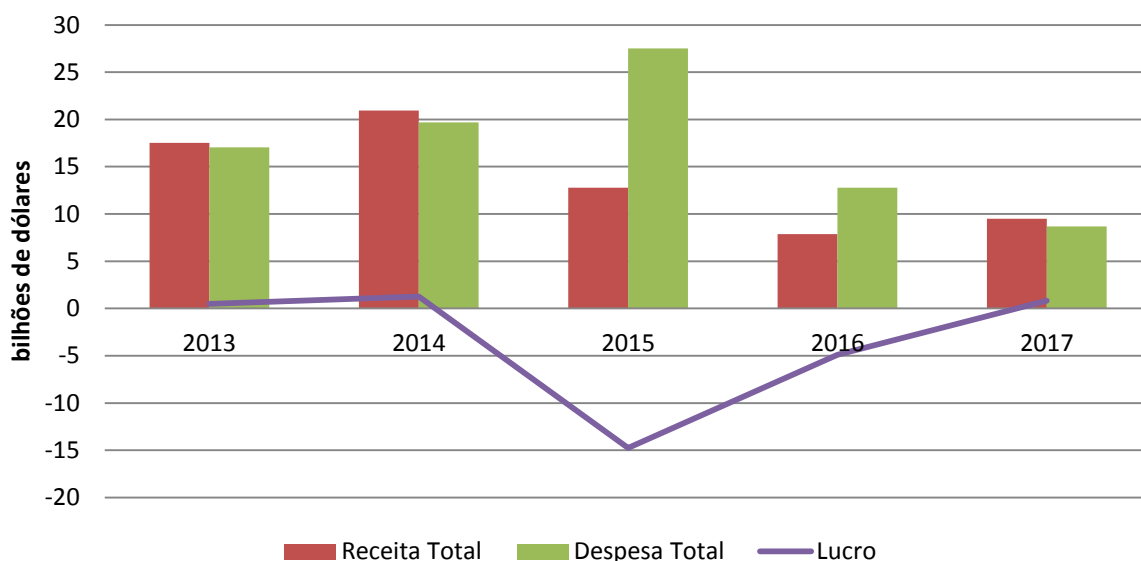
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Chesapeake, 2017

A Chesapeake até 2014 obtinha grande parte de suas receitas das operações de marketing, compressão e transporte de petróleo. Segundo a empresa estas receitas são provenientes de contratos de compra e venda de petróleo de terceiros nos quais eles se responsabilizam pelo transporte. Isto ocorre por diversas razões comerciais, dentre elas para atingir o valor mínimo contratual de transporte em um oleoduto.

A empresa iniciou uma recuperação no mercado Upstream (receita relacionada à exploração e produção de petróleo, gás natural e GNL) obtendo receitas crescentes em 2016 e 2017.

Após ter visto as participações da produção de hidrocarbonetos nas receitas geradas pela empresa, iremos observar a evolução dos lucros da Chesapeake Energy. Sendo assim, o gráfico 19, mostra esses três parâmetros, isto é, receitas totais, despesas totais e lucro líquido.

Gráfico 19 – Comparação das fontes de receita da Chesapeake



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Chesapeake, 2017

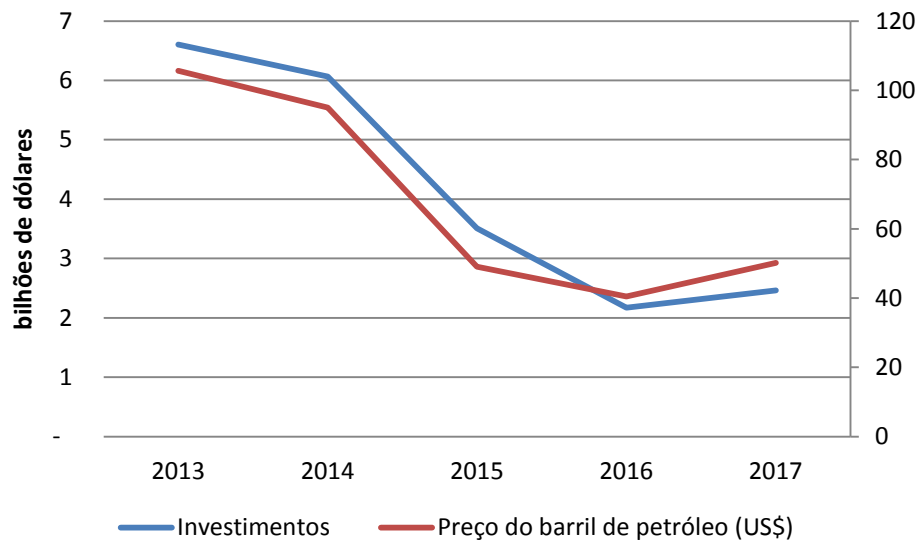
Percebe-se que a Chesapeake Energy apresentava lucros, no entanto, a partir de 2015 há um aumento significativo das despesas e queda nas receitas, resultando em prejuízos. Esta queda está diretamente relacionada à queda do preço do barril de petróleo após 2014. Contudo, a empresa conseguiu obter lucro líquido no ano de 2017 com o aumento do preço do barril, um extenso programa de redução de custos estimado em 518 milhões de dólares, além de desinvestimentos em torno de 1,3 bilhões de dólares.

3.3.3 Investimento da Empresa

O gráfico 20 apresenta a quantia total investida pela Chesapeake Energy entre 2013 e 2017. Como forma de comparação, o mesmo gráfico contém o preço do petróleo para este mesmo período. Vale lembrar que, de acordo com o Chesapeake Energy Annual Report (2017), os investimentos consistem principalmente em valores relacionados às operações de exploração e desenvolvimento de petróleo e gás. A grande maioria destes dispêndios é para aquisição, perfuração e desenvolvimento de propriedades de petróleo e gás.

Em resposta aos preços mais baixos das commodities, os investimentos totais foram reduzidos em aproximadamente 64% se compararmos 2014 e 2016. No entanto, podemos perceber que, a partir de 2016, os níveis de investimentos cresceram estimulados pelos níveis altos do preço do petróleo.

Gráfico 20 – Comparação entre os investimentos da Chesapeake (eixo primário) e preço do barril do petróleo em dólares (eixo secundário)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Chesapeake, 2017

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as consequências da queda do preço do petróleo para o *shale oil* à luz da experiência norte-americana. A hipótese adotada para esta dissertação foi de as empresas americanas produtoras de *shale oil*, ainda que impactadas pela queda do preço do barril no curto prazo, serão capazes de manter a taxa de crescimento da produção do *shale oil*. Para alcançar este objetivo, a metodologia aplicada neste trabalho foi a elaboração de uma análise crítica sobre as características da revolução do *shale* e o cenário das empresas norte-americanas à luz da volatilidade do preço do petróleo internacional.

Para subsidiar a elaboração desta análise, realizou-se um mapeamento das principais variáveis que permitiram os EUA desenvolver o *shale oil* e incorporá-lo ao ser mercado interno. Esse mapeamento se justifica, pois foi necessário levantar as razões do sucesso do caso norte americano para que fosse avaliado se as bases que levaram a este sucesso eram sólidas ou se constituía um caso passageiro da indústria do petróleo. Esse levantamento se deu a partir de um olhar histórico em relação a condicionantes internos como os níveis de conhecimento geológico e domínio tecnológico do país, a estrutura do mercado, a infraestrutura existente e a capacidade das empresas para a realização de investimentos.

A partir da análise dos elementos mencionados, chegamos à conclusão de que os EUA possuem características bastante peculiares que, quando reunidas, propiciaram uma condição única para o desenvolvimento da indústria de *shale oil* no país. A estrutura de mercado interno é madura e há uma imensa infraestrutura de oleodutos já existentes interligando os centros de produção aos mercados de refino. As tecnologias de perfuração e aumento da produção estão evoluindo constantemente, propiciando a redução de custos e o aumento da produtividade. Além disso, há grande suporte do mercado de capitais que propicia a liquidez necessária para as empresas independentes atuarem, mesmo quando estas empresas enfrentam dificuldades financeiras.

As regiões que se destacaram nesta revolução do *shale* são aquelas que possuem as condições geológicas mais favoráveis e contam com grande rede de infraestrutura, aliada a

facilidade em realizar programas exploratórios. A facilidade que a legislação americana promove com as isenções ambientais e o incentivo ao uso da terra com uma série de permissões de exploração, resultam em um cenário propício para pequenas empresas tornarem-se produtoras de petróleo.

Importante ressaltar, no entanto, que apesar destes fatores elencados acima, o sucesso atual americano não significa, necessariamente, que o caminho daqui para frente será traçado sem obstáculos. As empresas produtoras de *shale oil* foram impactadas pela queda do preço do barril e foram obrigadas a reduzir investimentos, realizar desinvestimentos e cortar custos. Da mesma forma, as regiões produtoras já necessitam de investimentos adicionais para incrementar a infraestrutura existente. A alta sensibilidade ao preço do petróleo no curto prazo e a constante necessidade de aportes do mercado financeiro são essenciais para que estas empresas mantenham-se independentes e resistam a uma nova queda de preços, como aquela vivenciada entre 2014 e 2016.

As empresas produtoras de *shale oil* analisadas responderam de forma distinta em relação à queda no preço do barril de petróleo após 2014, contudo, todas obtiveram resultados positivos em 2017. Apesar da queda de 50% em suas receitas, a EOG Resources conseguiu - ao longo de três anos - reduzir em igual montante suas despesas, voltando a obter lucro líquido em 2017. Parte desta recuperação está relacionada ao fato das operações da empresa estarem focadas nas regiões com melhores condições geológicas e também à robustez econômica das suas operações que propiciaram lucros significativos antes da crise de 2014. Já as outras duas empresas analisadas não responderam tão bem a queda dos preços. A Devon Energy já vinha com resultados negativos antes da crise e o impacto no seu resultado devido à queda do preço do barril de petróleo foi expressivo, resultando em grandes desinvestimentos de áreas com grande potencial para a empresa. A Chesapeake Energy também não obtinha bons resultados pré-2014, no entanto, a queda dos preços evidenciou que suas operações estavam alicerçadas em grandes financiamentos que colocaram o cumprimento das obrigações da dívida empresa em risco.

Estas empresas, contudo, realizam esforços no sentido de mitigar impactos inerentes à volatilidade do preço do petróleo, visando a redução de custos e aumento do conhecimento

técnico com a finalidade de compatibilizar crescimento da produção, estabilidade financeira e retorno ao investidor. Atualmente os *breakevens* das regiões com maior produção reduziram-se pela metade, evidenciando que estas ações tiveram efeito e colocam a produção norte-americana entre as mais competitivas do mundo.

A superação de três anos de queda nos preços provou a resiliência do boom do *shale*. As empresas de petróleo e seus financiadores conseguiram resistir às turbulências do mercado - e às manobras do cartel global de petróleo - ao ajustar seus custos e inovar nas técnicas de exploração e extração.

Depois de um doloroso abalo na indústria que incluiu resultados financeiros negativos e queda no investimento, está surgindo uma indústria do *shale* mais estável, ancorada por empresas mais bem financiadas.

Em relação aos impactos que a crescente produção do *shale oil* causa na oferta de petróleo, observa-se que, atualmente, houve uma redução significativa da importação de petróleo dos EUA, maiores consumidores de petróleo do mundo. Este incremento é tão significativo que os Estados Unidos são considerados, por alguns autores, como os novos produtores de *swing*, “desbancando” a OPEP deste papel. Além disso, o *shale* tem grande elasticidade da oferta no curto-prazo, então, uma parcela maior da demanda pode rapidamente ser atendida pela produção de *shale*. Além disso, a sua rápida resposta às variações de preço, conferem a ele uma condição ímpar em relação às outras formas de produção, aumentando o interesse dos investidores que buscam investimentos de curto prazo.

Estas características reforçam a hipótese de que a produção de *shale oil* hoje está numa condição que irá levá-la a ganhar uma maior participação na oferta mundial de petróleo. Isto, aliado ao fato de que a demanda por petróleo mostra uma certa inelasticidade, resulta numa oportunidade extraordinária para esta fonte de petróleo que conta com infraestrutura e mercados maduros, é barata e rápida para produzir, é diversificada, e ainda é subsidiada com políticas governamentais que favorecem seu desenvolvimento.

BIBLIOGRAFIA

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Boletim Anual de preços, 2012,

ALEXANDER, T., BAIHLY, J., BOYER, C., CLARK, B., WATERS, G., JOCHEN, V., LE CALVEZ, J., LEWIS, R., MILLER, C., THAELE, J., AND TOELLE, B., *Shale gas revolution*. Schlumberger *Oil field Review*, 2011.

ALQUIST, R E GERVAIS O., *A Blessing in Disguise: The Implications of High Global Oil Prices for the North American Market*, 2013.

BOYER, C., CLARK, B., JOCHEN, V., AND LEWIS, R. *Shale gas: a global resource*. Schlumberger *Oilfield Review*, 2011

BUSAYO, *Oil price and exchange rate volatility in Nigeria*. Ota: covenant University, 2013.

CALE, M. The price of *oil*. Disponível em <http://www.eia.doe.gov/emeu/ipsr/t24.xls>, http://www.tonto.eia.doe.gov/merquery/mer_data.asp?, 2004

CARR, R., CHAKRAVARTHY, C., AND LARRABEE, J.,. *Revolution or evolution? Oil field Technology*, 2011.

CASTRO, C., *Análise Da Produção Por Fraturamento Hidráulico Em Reservatórios Não Convencionais Do Tipo Tight Gas*, 2016

CHESAPEAKE ENERGY CORPORATION ANNUAL REPORT, 2017, Chesapeake Energy Corporation 2017 Annual Report, 2018

CHESAPEAKE ENERGY CORPORATION ANNUAL REPORT, 2014, Chesapeake Energy Corporation 2014 Annual Report, 2015

COLOMER, Marcelo e ROSENBERG, Beatriz. *A dificuldade da OPEP em controlar preços*. Boletim Infopetro, Rio de Janeiro, 2016.

DEVON ENERGY CORPORATION 2017 ANNUAL REPORT, 2017

EIA, 2011, Review of Emerging Resources: U.S. *Shale* Gas and *Shale oil* Plays. U.S. Energy Information Administration, 2011.

EIA, 2012, Potential of Gas Hydrates is Great, But Practical Development is Far Off. U.S. Energy Information Administration, Today in Energy, Novembro, 2012. Disponível em: < <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=8690> >

EIA, 2013a, Annual Survey of Domestic *Oil* and Gas Reserves., U.S. Energy Information Administration, Form EIA-23, 2011. Retirado de: U.S. Crude *Oil* and Natural Gas Proved Reserves, 2011. U.S. Energy Information Administration, Agosto, 2013.

EIA, 2013b, Technically Recoverable *Shale oil* and *Shale* Gas Resources: An Assessment of 137 Formations in 41 Countries Outside the United States. U.S. Energy Information Administration, Analysis And Projections, Junho, 2013. Disponível em: Acessado em: Dezembro 2013. ENERGY API, 2010, "American Hydraulic Fracturing: Unlocking America's Natural Gas Resources"

EIA, 2018, U.S. Crude *Oil* and Natural Gas Proved Reserves, Year-end, 2016

EOG RESOURCES, INC. ANNUAL REPORT, 2017, EOG Resources 2017 Annual Report – The Proof is the Numbers, 2018

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), 2012. World energy outlook, 2012.

KALETSKY, A. A new ceiling for *oil* prices. Project Syndicate. January 14, 2015.

KEFFERPUTZ, R. *Shale* fever: Replicating the U.S. gas revolution in the EU? Center for European Policy Studies Policy Brief. 2010

LOSEKANN, Luciano e ALMEIDA, Edmar de. A transformação do panorama global do petróleo e do gás e os impactos sobre o Brasil, Boletim Infopetro, 2014

MERINO, A., AND ORTIZ, A.. Explaining the so-called “price premium” in *oil* markets. OPEC Review, 2005, 29, 133–52.

NATIONAL ENERGY BOARD OF CANADA, Canada's *oil* sands opportunities and challenges to 2015, 2006.

OGIRI, I., H., AMADI, S., N., UDDIN, M., M., & DUBON, P. *Oil* price and stock market performance in Nigeria: An empirical analysis. *American Journal of Social and Management Sciences*, 4(1), 20 – 41. <https://www.scihub.org/AJSMS/PDF/2013/1/AJSMS-4-1-20-41.pdf>, 2013.

PINTO JUNIOR, Helder Queiroz et al. *Economia da energia: fundamentos econômicos, evolução histórica e organização industrial*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

PIROG, R. *Natural gas prices and market fundamentals*. CRS Report for Congress Congressional Research service, 2004.

RAE, M., DELLA VIGNA, M., SINGER, B., SYED, W., MURTI, A., AND HACKWORTH, P., *Shale oil: Where did it all go so right?* Goldman Sachs Equity Research. 2012.

RYSTAD, North American *shale* breakeven prices: what to expect from 2017?, 2017.

RYSTAD, *Oil* market update –*shale* versus offshore, 2018.

RYSTAD, U.S. tight *oil* production on growth path as cost falls, 2018.

ROSA, A. J., CARVALHO, R. S., XAVIER, J. A. D. *Engenharia de Reservatórios de Petróleo*. 1ª Edição. Editora: Interciência, Rio de Janeiro, 2006.

SILVA F. S., *Um estudo sobre a evolução do preço de produção do petróleo nas últimas décadas*, 2016.

SHIRLEY, K., *Shale* gas exciting again. *American Association of Petroleum Geologists Explorer*, 2001.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. *Price formation in financialized commodity markets: the role of information*. Geneva, June 2011. 81 p. Disponível em: . Acesso em: 10 fev. 2012. Sigla: UNCTAD.

U.S. Department of Energy (U.S. DOE) DOE's early investment in *shale* gas technology producing results today. 2011. Disponível em: <https://www.energy.gov/fe/articles/does-early-investment-shale-gas-technology-producing-results>