

Gabriela Bristot Boff

**A QUESTÃO ENERGÉTICA EM TEMPO DE CRISE
SISTÊMICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DA REVOLUÇÃO
AMERICANA DE GÁS DE XISTO.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de mestre em Relações Internacionais.

Orientador: Prof. Dr. Helton Ricardo Ouriques.

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Boff, Gabriela Bristot

A Questão Energética em Tempo de Crise Sistêmica
: Um estudo exploratório da revolução americana de
gás de xisto / Gabriela Bristot Boff ; orientador,
Helton Ricardo Ouriques - Florianópolis, SC, 2017.
194 p.

- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em Relações
Internacionais, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Relações Internacionais. 2. gás de xisto. 3.
petróleo. 4. hegemonia americana. 5. crise ecológica.
I. Ouriques, Helton Ricardo. II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação
em Relações Internacionais. III. Título.

Gabriela Bristot Boff

**A QUESTÃO ENERGÉTICA EM TEMPO DE CRISE
SISTÊMICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO DA REVOLUÇÃO
AMERICANA DE GÁS DE XISTO.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais.

Florianópolis, 24 de março de 2017.

Prof.^a, Dr.^a Clarissa Franzoi Dri
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^o, Dr.^o Helton Ricardo Ouriques,
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a, Dr.^a Iara Costa Leite,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^o, Dr.^o Pedro Antonio Vieira,
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^o, Dr.^o Lucas Kerr Oliveira,
Universidade Federal da Integração Latino-Americana

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo aos meus pais, que me ajudaram a viabilizar a mudança de cidade e me incentivaram nessa nova etapa, assim como à minha família que vive em Florianópolis, que me ajudou muito na adaptação, fazendo com que me sentisse em casa desde o início. Em segundo lugar, agradeço ao meu querido orientador, professor Helton, que acreditou e aceitou se aventurar comigo nessa temática tão nova e atual, acompanhando de perto todas as etapas. Também agradeço aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina, que contribuíram com suas ideias e pontos de vista, mas especialmente às amigas Cristiane e Desiree, que me acompanharam não só nos momentos da vida acadêmica, mas também nos de descontração, tão necessários para a saúde mental do pesquisador. Também cabe o agradecimento à colega de ensino fundamental, Nathália, e ao meu primo, Josias, que contribuíram em uma área importante dessa pesquisa, e pela qual nunca morri de amores: a química. Não poderia deixar de agradecer ao amigo Marcio, que sempre esteve presente nos momentos bons e ruins. Finalmente, agradeço à Energy Information Administration (EIA), que respondeu meus e-mails e me ajudou a encontrar dados importantes para pesquisa em meio a sua impressionante base de dados.

A alternativa é continuar a pensar que o Sol gira em torno da Terra e não o contrário: a longo prazo, o obscurantismo ideológico não compensa (ensina Galileu), e a realidade biológica, com suas indicações, já está diante dos olhos de todos.

(TIEZZI, 1984, p.67)

RESUMO

Ao longo da história, os recursos energéticos se mostraram fundamentais para as hegemonias, de maneira que a garantia de abastecimento de hidrocarbonetos é razão de uma série de disputas e foco da política de diferentes Estados. Nesse contexto, é objetivo da presente dissertação entender o esforço americano para a exploração do gás de xisto, considerando que vivemos um momento de crise ecológica agravada pelo aumento das emissões de gases do efeito estufa. Como objetivos específicos da dissertação identificam-se (i) entender o contexto internacional de transição hegemônica e crise sistêmica, com foco na crise ecológica, (ii) analisar e descrever as matrizes energéticas mundial e americana, dando atenção especial ao gás de xisto e ao papel que desempenha nesse contexto, (iii) verificar como as tendências descritas pela perspectiva dos sistemas-mundo sobre o esgotamento físico do sistema capitalista, a crise sistêmica e o fim do ciclo hegemônico americano dialogam com o momento atual e os esforços dos Estados Unidos para a exploração do gás de xisto. Para a realização dessa pesquisa utilizou-se a análise qualitativa e a perspectiva dos sistemas-mundo. Resultado de um esforço de diversificação de fontes energéticas que inicia a partir da ameaça de escassez de petróleo da década de 1970, a revolução americana de gás de xisto transformou o mercado de gás natural, originando previsões para uma futura autossuficiência energética dos Estados Unidos. Ainda, por se tratar de um combustível fóssil de queima mais limpa, o gás de xisto poderia cumprir importante papel na atual transição energética, como um combustível ponte. Tal promessa, todavia, poderia ser frustrada pelos impactos ambientais decorrentes da exploração de gás de xisto, como contaminação de recursos hídricos, terremotos e emissões de gases do efeito estufa. Assim, entende-se que o gás de xisto está longe de ser um combustível ponte.

Palavras-chave: Gás de Xisto. Petróleo. Gás Natural. Carvão. Hegemonia americana. Transição Energética. Crise Ecológica.

ABSTRACT

Throughout history, energy resources have proved to be fundamental to hegemony, so that guaranteeing the supply of hydrocarbons is the reason for a series of disputes and a focus of the policy of different national states. In this context, it is the objective of this dissertation to understand the American effort to exploit shale gas, considering that we are experiencing a moment of ecological crisis aggravated by the increase of emissions of greenhouse gases. The specific objectives of the dissertation are: (i) to understand the international context of hegemonic transition and systemic crisis, focusing on the ecological crisis, (ii) to analyze and describe the world and American energy matrixes, paying special attention to shale gas and (iii) to verify how the trends described by the world-systems perspective on the physical depletion of the capitalist system, the systemic crisis, and the end of the American hegemonic cycle dialogue with the current moment and the efforts of the United States to the exploitation of shale gas. The qualitative analysis and the perspective of the world-systems were used for the accomplishment of this research. As a result of an effort to diversify energy sources beginning with the threat of oil shortages of the 1970s, the American shale gas revolution has transformed the natural gas market, giving rise to predictions for future energy self-sufficiency in the United States. Moreover, because it is a cleaner burning fossil fuel, shale gas could play an important role in the current energy transition, as a bridge fuel. Such a promise, however, could be thwarted by the environmental impacts of shale gas exploitation, such as water pollution, earthquakes, and greenhouse gas emissions. Thus, it is understood that shale gas is far from being a bridge fuel.

Keywords: Shale Gas. Oil. Natural Gas. Coal. American Hegemony. Energy Transition. Ecological Crisis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo completo de produção de um recurso esgotável: O pico de Hubbert.....	61
Figura 2: Perfuração horizontal interceptando fraturas naturais.....	126
Figura 3: Reservas de gás e petróleo de xisto com e sem recursos estimados.....	131
Figura 4: Os campos de exploração de gás e óleo de xisto dos Estados Unidos.....	145
Figura 5: Como a exploração de gás de xisto pode causar contaminação de recursos hídricos;.....	150
Figura 6: Como a exploração de gás de xisto pode ocasionar terremotos.....	155
Figura 7: Comparação das emissões de gases do efeito estufa para diferentes combustíveis.....	160

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Divisão das reservas mundiais de petróleo por região.	45
Gráfico 2: Matriz energética global.....	51
Gráfico 3: Consumo global de energia primária 1965-2015.	52
Gráfico 4: Histórico de preços do petróleo.	65
Gráfico 5: Preço do barril de petróleo cru x Produção global de petróleo.	68
Gráfico 6: Reservas provadas de petróleo.....	69
Gráfico 7: Produção mundial de energia primária.	79
Gráfico 8: Participação (%) dos combustíveis primários na matriz energética mundial.	79
Gráfico 9: Estimativa da população mundial ao longo da história.	114
Gráfico 10: Emissões mundiais, americanas e chinesas de.....	115
Gráfico 11: Evolução da participação dos combustíveis primários na matriz energética americana.....	135
Gráfico 12: Consumo americano de energia por fonte primária.	135
Gráfico 13: Produção, consumo, importações e exportações de gás natural dos Estados Unidos.	136
Gráfico 14: Preço do gás americano na saída do poço.....	141
Gráfico 15: Produção americana de gás natural dry por fonte.	143
Gráfico 16: Consumo de carvão x Emissões de CO ₂ (Estados Unidos).	145
Gráfico 17: Participação das principais bacias na produção americana de gás de xisto.....	145

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: As dez maiores reservas de petróleo, gás e carvão.....	46
Tabela 2: Os dez maiores produtores de petróleo, gás e carvão.....	47
Tabela 3: Os dez maiores consumidores de energia primária.....	52
Tabela 4: Recursos estimados de gás de xisto.....	129
Tabela 5: Combustível x emissão de CO ₂	158

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BP – British Petroleum
CERA – Cambridge Energy Research Associates
COP – Conferência das Partes
CO₂ – Dióxido de carbono
DOE – Departamento de Energia (americano)
EIA – Energy Information Administration
f³ – Pés cúbicos
GNL – Gás Natural Liquefeito
IEA – International Energy Agency
IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
IOCs – International Oil Companies
LSF – *Light sand fracking*
Mtoe – milhões de toneladas equivalentes de petróleo
Nymex – New York Mercantile Exchange
ONU – Organização das Nações Unidas
OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMC – Organização Mundial do Comércio
OPEP – Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PDVSA – Petróleos de Venezuela S.A.
PIB – Produto Interno Bruto
US\$ - Dólares
WTI – West Texas Intermediate

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
1. A ERA DO PETRÓLEO	31
1.1 A ASCENSÃO DO PETRÓLEO NA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL	31
1.2 UM PANORAMA DA PRODUÇÃO E DO CONSUMO	43
1.2.1 Os principais produtores de energia	44
1.2.2 Os principais consumidores de energia	50
1.2.3 Empresas transnacionais e organizações internacionais	55
1.2.4 O ano de 2015 em retrospecto	57
1.3 O PICO DA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO	59
2. ENERGIA, TRANSIÇÃO HEGEMÔNICA E A CRISE DA ERA DO PETRÓLEO	73
2.1 AS TRANSIÇÕES E OS CICLOS ENERGÉTICOS	75
2.2 ENERGIA E TRANSIÇÃO HEGEMÔNICA	83
2.3 A CRISE ECOLÓGICA COMO ELEMENTO DA CRISE SISTÊMICA: A CAMINHO DE SAMARRA	107
3. GÁS DE XISTO: MAIS DO MESMO OU ELEMENTO DE TRANSIÇÃO?	123
3.1 O QUE É XISTO AFINAL?	123
3.2 DESVENDANDO O HYDROFRACKING	125
3.3 O GÁS DE XISTO EM ESCALA GLOBAL	127
3.4 A REVOLUÇÃO AMERICANA DO GÁS DE XISTO	132
3.4.1 A matriz energética americana e a importância do gás natural 132	
3.4.2 O boom do xisto	137
3.5 IMPACTOS AMBIENTAIS	148
3.6 UMA PONTE PARA LUGAR NENHUM?	163
CONCLUSÃO	171
REFERÊNCIAS	177

INTRODUÇÃO

O novo cenário energético, que emerge juntamente com o século XXI, é marcado por transformações que indicam esgotamento do modelo de uso de energia herdado do século passado (FUSER, 2013). Esse esgotamento se dá em duplo sentido: em primeiro lugar, temos a questão do esgotamento físico dos combustíveis fósseis convencionais, verificando-se um possível futuro descompasso entre as necessidades energéticas e a disponibilidade de recursos escassos. Em segundo lugar, coloca-se a questão ambiental, ligada a esse modelo de exploração e consumo de energia proveniente da Era do Petróleo, que não parece sustentável ou compatível com a manutenção de condições ambientais satisfatórias.

Após 21 anos de debate, em 2015, os Estados nacionais se reuniram na 21ª Conferência das Partes (COP)¹ para debaterem sobre a

¹ Na segunda metade do século XX iniciou-se um movimento global no que concerne à questão ambiental (DIAS, 2006). Esse movimento se daria em forma de encontros, conferências, tratados e acordos assinados pelos diferentes Estados. Em 1968 três encontros delinearão uma primeira estratégia de enfrentamento de problemas ambientais: o primeiro, em Roma, reuniu dez países e originou o Clube de Roma; no segundo, organizado pela Assembleia das Nações Unidas, foi decidida a realização da Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972 em Estocolmo, na Suécia; o terceiro encontro, promovido pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, em Paris, lidava com a conservação e o uso racional dos recursos da biosfera, tendo estabelecido as bases para o Programa Homem e a Biosfera (MAB). Durante os anos 1970 a escassez dos recursos naturais se tornaria um dos temas principais de segurança. Como resultado do MAB, foi reconhecida a necessidade do estabelecimento de uma cooperação científica internacional para o desenvolvimento de um plano de utilização racional e conservação dos recursos naturais da biosfera, tendo sido criadas áreas protegidas para a conservação da diversidade biológica. Um relatório do Clube de Roma fez previsões de um desastre a médio prazo, influenciando muitos governos e organizações internacionais ao indicar um caminho para um sistema mundial sustentável. Já a Conferência de Estocolmo, além de ter lançado as oposições Leste-Oeste e Norte-Sul no debate sobre desenvolvimento e a questão ambiental, originou a Declaração sobre o Ambiente Humano. A década de 1980 foi marcada pela criação da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, responsável pelo lançamento do informe “Nosso Futuro Comum”, em 1987, que

realidade das mudanças climáticas², e se comprometeram com metas para viabilizar uma solução para o problema. As soluções para a crise climática envolvem, principalmente, a redução das emissões de gases do efeito estufa³, exigindo mudanças nas matrizes energéticas dos diferentes países que priorizem a participação das energias renováveis⁴ e combustíveis fósseis menos poluentes, como o gás natural.

vincula economia e ecologia, estabelecendo um eixo para discussões sobre desenvolvimento. Em 1988, a Conferência de Toronto foi a primeira a lidar com a questão climática, dando origem ao Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Na década de 1990 o meio ambiente já ocupava um lugar privilegiado na agenda global, se tornando assunto obrigatório dos encontros internacionais. Em 1992 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, onde foram assinados cinco documentos responsáveis por direcionar as discussões sobre o meio ambiente nos anos seguintes. Em 1995 foi realizada a primeira COP, em Berlim, onde foram feitas negociações e definidas metas para a redução dos gases do efeito estufa, lançando as bases para o Protocolo de Kyoto, criado durante a COP 3, no Japão. Nos anos subsequentes, as COPs se tornariam os principais encontros internacionais sobre meio ambiente, com foco na questão das mudanças climáticas.

² Enquanto o conceito de “aquecimento global” se refere ao aumento da temperatura média da Terra no longo prazo, as “mudanças climáticas” se referem a qualquer mudança no clima da Terra no longo prazo, incluindo o aquecimento global, e qualquer outra mudança causada pelo aumento dos níveis de gases do efeito estufa, como alterações nos índices pluviométricos, por exemplo (U.S. NATIONAL..., 2011).

³ A energia solar que chega à Terra é dividida: parte é refletida, voltando ao espaço; outra parte é absorvida pelos oceanos e pela superfície do planeta, possibilitando o aquecimento da Terra (OECD, 2013). Uma última parcela, que seria também refletida de volta para o espaço, é retida dentro da atmosfera pela presença natural de certos gases: vapor d'água (H₂O), dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂), gás metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs). Assim, o efeito estufa pode ser considerado um fenômeno natural, que torna possível a vida na Terra, já que sem esses gases a temperatura do planeta seria muito baixa. Por outro lado, o efeito estufa pode se tornar um problema quando ocorrem mudanças na concentração dos gases estufa, desestabilizando a troca natural de calor e causando o fenômeno conhecido como aquecimento global.

⁴ Para esse estudo consideramos energia renovável aquela que inclui “energia derivada de processos naturais que não envolvam o consumo de recursos exauríveis como combustíveis fósseis e urânio” (BP, 2016). Hidroeletricidade,

Dentro desse contexto, os altos preços do barril de petróleo viabilizaram, durante a primeira década do século XXI, a exploração do gás de xisto, que se trata de um processo mais caro do que aquele de extração do petróleo convencional. Nesse processo, petróleo e gás são extraídos de rochas, que se encontram a no mínimo seis quilômetros de profundidade, por meio de fraturas ocasionadas pela injeção de água, areia e químicos em alta pressão (STEPHENSON, 2015).

No que diz respeito à exploração desse recurso, nenhum outro país se destacou mais do que os Estados Unidos, onde, a partir de 2006, teria começado uma verdadeira revolução ou *boom* do xisto. Segundo maior consumidor de energia primária do mundo (BP, 2016), os Estados Unidos dependem de países muito instáveis politicamente para suprir suas necessidades de energia, de maneira que a possibilidade de explorar o xisto oferece grandes perspectivas para diminuir as incertezas quanto ao futuro abastecimento energético americano. Nesse sentido, diversas agências e centros de pesquisa já desenvolveram estudos e previsões sobre a capacidade das reservas de xisto americanas e uma possível independência energética desse país (U.S. ENERGY..., 2015).

Ainda, ao derrubar os preços domésticos de gás, o aumento da produção contribuiu para diminuir o consumo de carvão: em meio ao *boom* do gás de xisto, ficou mais barato usá-lo como insumo em modernas usinas térmicas, o que gerou uma substituição de antigas termelétricas movidas a carvão, reduzindo seu consumo (KENNEDY, 2015). Consequentemente, foram reduzidas as emissões americanas de dióxido de carbono (CO₂). Desenvolvimentos nesse sentido colocam o gás de xisto como um possível combustível ponte para uma matriz energética mais sustentável. Contudo, como veremos, o gás de xisto está longe de ser uma benção pura.

Considerando a atual perspectiva de declínio do poder americano, a presente pesquisa pretende entender por que os Estados Unidos têm direcionado esforços para a exploração do gás de xisto, inserindo esses esforços no contexto da crise sistêmica atual, em especial da crise

eólica, ondomotriz (ondas), solar, geotérmica, combustíveis renováveis e resíduos renováveis (gás de aterro, incineração de resíduos, biomassa sólida e biocombustíveis líquidos) constituem o que nos referimos como energias renováveis.

ecológica, que torna cada vez mais necessária a diminuição de emissão de gases do efeito estufa.

Para a análise da relevância e justificativa de realização do estudo são considerados os níveis social, acadêmico e pessoal. Socialmente essa pesquisa é bastante relevante, pois a continuidade da sociedade capitalista baseia-se na acumulação incessante de capital e na consequente busca contínua por novos espaços de valorização. Os recursos energéticos são, nesse sentido, críticos para tal continuidade, de maneira que a competição e o conflito em torno do acesso às fontes de recursos energéticos tem acompanhado a trajetória da humanidade e do capitalismo.

A sociedade moderna tem se tornado cada vez mais dependente da energia em quase todas as suas atividades. Trata-se de uma tendência histórica permanente, na medida em que o progresso das condições materiais demanda, em todas as civilizações, uma capacidade crescente de obtenção e utilização eficiente de recursos energéticos (FUSER, 2013, p.6).

Dentro desse contexto, a energia é essencial para atividades do dia-a-dia como a comunicação, ao mesmo tempo em que o conflito por recursos energéticos e as mudanças climáticas causadas pelo uso recorrente de combustíveis fósseis impactam a vida de muitas sociedades. Estudar essas dinâmicas, a partir de um evento recente – a revolução americana do gás de xisto – pode ajudar a entender de que maneira a utilização desse recurso impacta na vida da sociedade americana e global, considerando aspectos como a redução das incertezas quanto ao abastecimento energético americano e o impacto da exploração desse recurso no meio ambiente e, consequentemente, na vida da população.

No que diz respeito ao nível acadêmico, inserida na linha de pesquisa de Economia Política dos Sistemas-Mundo do Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina, a dissertação em questão irá abordar uma temática que possibilita relevante contribuição para o estudo das Relações Internacionais. Isso porque, se tratando de uma fonte energética útil para o desenvolvimento de capacidade militar e econômica, o gás de xisto influencia as relações de poder entre os Estados e suas estratégias geopolíticas, que buscam garantir sua segurança energética em um mundo

onde os recursos são cada vez mais escassos e se começa a tomar consciência das consequências ambientais da Era do Petróleo.

Ainda, deve-se considerar que a problemática energética, atualmente, exige o desenvolvimento sustentável da sociedade, por meio da sua influência no clima e no meio ambiente (VARANDAS *et al.*, 2005). Em função disso, os Governos devem investir cada vez mais em tecnologias energéticas, na procura de alternativas aos combustíveis fósseis e de uma solução global para as questões energética e ambiental.

A partir da década de 1970, os primeiros sinais de escassez de petróleo e, mais tarde, a consciência dos danos ambientais decorrentes do seu consumo deram impulso à busca de novas fontes energéticas: gás natural, usinas atômicas, painéis solares, energia eólica e biocombustíveis (FUSER, 2013, p.4).

Por fim, percebe-se uma lacuna na pesquisa científica sobre gás de xisto na área de Relações Internacionais no Brasil, de maneira que o estudo de seu desenvolvimento nos Estados Unidos poderia contribuir para o crescimento do debate no nosso país. Nesse sentido, o estudo contribui, principalmente, a partir da avaliação dos impactos ambientais que ocorreram em regiões onde esse recurso já está sendo explorado, servindo como importante base de informação para a elaboração de políticas de regulamentação dessa exploração.

Pessoalmente, a autora se identifica com o tema porque o considera extremamente dinâmico e atual. A temática energética, desde o início da graduação, despertou um interesse especial, tanto em função dos impactos na sociedade quanto em se tratando da amplitude do tema, que permite explicar muitos dos acontecimentos históricos e atuais. Assim, estudar as motivações que levam os Estados Unidos a direcionar esforços para a exploração do gás de xisto é um desafio que busca dar prosseguimento aos estudos da autora dentro da área temática da energia.

Dentro do contexto brevemente descrito acima, a pergunta que guiará a presente pesquisa é a seguinte: *Tendo em vista que a questão ecológica é um dos elementos da crise sistêmica, por que os Estados Unidos direcionam esforços para a exploração do gás de xisto?*

O objetivo geral da dissertação será entender o esforço americano para a exploração do gás de xisto, considerando que vivemos um

momento de crise ecológica agravada pelo aumento das emissões de gases do efeito estufa. Como objetivos específicos da dissertação identificam-se (i) entender o contexto internacional de transição hegemônica e crise sistêmica, com foco na crise ecológica, (ii) analisar e descrever as matrizes energéticas mundial e americana, assim como as estratégias de curto e de longo prazo dos Estados Unidos para o setor de energia, dando atenção especial ao gás de xisto e ao papel que desempenha nesse contexto, (iii) verificar como as tendências descritas pela perspectiva dos sistemas-mundo sobre o esgotamento físico do sistema capitalista, a crise sistêmica e o fim do ciclo hegemônico americano dialogam com o momento atual e os esforços dos Estados Unidos para a exploração do gás de xisto.

Como estratégias metodológicas desse estudo exploratório serão utilizadas a pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica será utilizada para contextualização e descrição da crise ecológica e da revolução americana de gás de xisto. Já a pesquisa documental servirá para dar melhor embasamento a partir de dados estatísticos fornecidos pelas diversas agências estatais e internacionais e analisados pela autora.

No que se refere ao material selecionado para a pesquisa, para trabalhar a questão da contextualização da Era do Petróleo foram utilizados materiais de autores que trabalham com história (QUINTAS; QUINTANS, 2011; MARINHO, 1989, ...), assim como autores da área da geopolítica energética (YERGIN, 2014; KLARE, 2001; FUSER, 2013), além de dados da British Petroleum (BP) e da EIA. Já no que diz respeito ao capítulo dois, a explicação sobre os ciclos energéticos e as transições é baseada no modelo de Podobnik (2006), a análise da hegemonia americana é feita a partir da interpretação de Arrighi (2008), e a crise ecológica é abordada enquanto um elemento da crise sistêmica (WALLERSTEIN, 2003), sendo utilizadas interpretações de diferentes autores da perspectiva de sistemas-mundo (KICK; MCKINNEY, 2012; HORNBORG, 2012, ...) e do cientista Enzo Tiezzi, além de dados de diferentes instituições (BP, 2016; UNITED NATIONS, 2016). Finalmente, no que diz respeito à análise da revolução americana do gás de xisto, são utilizados textos de autores como Yergin e Stephenson, dados estatísticos da BP e da EIA, além de artigos científicos relacionados aos impactos ambientais da exploração desse recurso.

Finalmente, a dissertação está dividida em três grandes capítulos. O primeiro versará sobre a Era do Petróleo, base contextual essencial para o restante da pesquisa, que inclui também um mapeamento dos principais

produtores e consumidores de energia, assim como a questão do pico do petróleo. No capítulo dois são analisadas as questões teóricas pertinentes à pesquisa, tais como a relação entre os ciclos energéticos e os ciclos sistêmicos de acumulação, e a crise ecológica enquanto um elemento da crise sistêmica, para qual também serão trabalhados aspectos práticos. Por fim, o terceiro capítulo tem como foco a revolução americana de gás de xisto, incluindo uma análise da matriz energética americana e da importância do gás natural, aspectos técnicos e ambientais da exploração do gás de xisto, e um breve debate sobre o futuro da exploração desse recurso. Ao final, serão desenvolvidas as devidas conclusões.

1. A ERA DO PETRÓLEO

O mundo enfrenta atualmente um dilema energético global. Como é reconhecido amplamente, o petróleo, nossa mais utilizada fonte primária de energia, é esgotável e pode estar acabando. Além disso, as maiores reservas de petróleo estão localizadas em regiões politicamente sensíveis, onde os países ocidentais já não desfrutam de tanta influência. Somado a essa questão geopolítica, há alguns anos o mundo percebe os impactos negativos da Era do Petróleo, aparentes em fenômenos como o aquecimento global⁵ e a poluição do ar. Mesmo assim, consumo e produção de combustíveis fósseis continuam a aumentar, e a humanidade, dada a degradação ambiental cada vez maior, parece estar ficando sem tempo para uma transição energética cada vez mais necessária.

O objetivo desse capítulo é começar a analisar a encruzilhada na qual nos encontramos, a partir de uma revisão bibliográfica histórica sobre a Era do Petróleo, período mais relevante para a pesquisa em questão e que está relacionado à presente crise ecológica. Essa análise passa pela ascensão desse hidrocarboneto na matriz energética mundial, um breve panorama da produção e do consumo globais de energia e, finalmente, um balanço entre as principais previsões do pico da produção de petróleo.

1.1 A ASCENSÃO DO PETRÓLEO NA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

O petróleo foi a fonte de energia mais importante do século XX e, ao que tudo indica, será relevante por grande parte do século XXI. Está presente em nosso cotidiano, em grande parte das mercadorias que consumimos, desde o plástico das embalagens até os adubos e inseticidas que são utilizados na produção do nosso alimento. Assim, exagerar sua importância para a economia mundial é uma tarefa bastante difícil, pois nenhuma outra commodity desempenha papel tão decisivo para a manutenção da estabilidade da economia mundial (FUSER, 2013).

⁵ Elevação da temperatura média da Terra no longo prazo (U.S. NATIONAL..., 2011).

In the twenty-first century, we are so dependent on oil, and oil is so embedded in our daily doings, that we hardly stop to comprehend its pervasive significance. It is oil that makes possible where we live, how we live, how we commute to work, how we travel—even where we conduct our courtships. It is the lifeblood of suburban communities. Oil (and natural gas) are the essential components in the fertilizer on which world agriculture depends; oil makes it possible to transport food to the totally non-self-sufficient megacities of the world. Oil also provides the plastics and chemicals that are the bricks and mortar of contemporary civilization, a civilization that would collapse if the world's oil wells suddenly went dry (YERGIN, 2011, p. XVI).

Dentro desse contexto, o petróleo, conhecido pela humanidade desde a Antiguidade, foi primeiramente utilizado para tapar buracos em embarcações, lubrificar engrenagens, na medicina e como combustível para iluminação (FUSER, 2013).

O principal mercado para o petróleo nos quarenta primeiros anos foi a iluminação, substituindo o óleo de baleia e outros fluidos usados em lâmpadas. O petróleo não tardou a se tornar um negócio global. John D. Rockefeller tornou-se o homem mais rico do mundo não por causa dos transportes, mas devido à iluminação (YERGIN, 2014, p. 697).

Por ser extremamente inflamável, o petróleo era refinado em caldeiras ou alambiques, que deram origem às refinarias atuais (QUINTAS; QUINTANS, 2009). O querosene se tornou o principal produto iluminante, devido a sua eficiência e baixo custo, tendo seu consumo aumentado ano após ano, em função da explosão populacional e das transformações econômicas que se sucederam à Revolução Industrial. Esse movimento de crescimento da demanda do querosene fez com que houvesse uma mudança fundamental na indústria do petróleo: não se tratava mais de encontrar o petróleo, mas sim de produzi-lo na maior quantidade possível.

Inicialmente ignorava-se a existência das enormes jazidas de petróleo, e o recurso era explorado em depósitos superficiais de rápido

esgotamento (FUSER, 2013). Na Rússia, em 1825, já eram produzidas 3500 toneladas de petróleo por ano (KRYLOV *et al. apud* QUINTAS; QUINTANS, 2009), e Baku foi o berço da primeira refinaria russa, inaugurada em 1861, período no qual a cidade produzia 90% do petróleo do mundo e possuía cerca de duzentas refinarias (RIVA, 1993).

Mais descobertas aconteciam no mundo, e em 1858 foi perfurado o primeiro poço de petróleo das Américas, por James Miller Williams, no Canadá. Contudo, o grande marco histórico da civilização moderna foi a perfuração do poço de Drake, na Pensilvânia, onde foi dado início à exploração comercial do petróleo, em 1859 (CARDOSO, 2005; YERGIN, 2014; FUSER, 2013). Dentro desse contexto, começaram a proliferar-se pequenas empresas dedicadas ao transporte, refino e comércio de petróleo. Porém, ao mesmo tempo em que sua expansão descontrolada gerava fortunas instantâneas, essas perdiam-se com facilidade, em consequência de inesperadas oscilações nos preços do petróleo.

Ainda no final do século surgiriam outros centros de produção no mundo todo: no Império Russo, nos arredores de Baku, no mar Cáspio e no Cáucaso, nas Índias Orientais Holandesas e na Galícia, no Império Austro-Húngaro, abastecendo Europa, Ásia e também América do Norte. Entretanto, a indústria petroléira só se consolidaria e adquiriria as características atuais com a ascensão do empresário John D. Rockefeller, criador do maior império econômico da história, a Standard Oil (FUSER, 2013). Ao perceber que a instabilidade nos preços do petróleo era causada pela descentralização da produção, feita por uma grande quantidade de produtores independentes, Rockefeller traçou a estratégia que daria origem ao seu império. Igor Fuser narra a trajetória de sua concepção na seguinte passagem.

Rockefeller comprou a parte de seus sócios na refinaria e começou a juntar dinheiro para especular com as oscilações do mercado. Na primeira chance, aproveitou uma conjuntura de queda nos preços para comprar outras refinarias em dificuldades. O passo seguinte foi fechar um acordo com as companhias ferroviárias, que lhe concederam desconto no custo dos fretes como recompensa pelos volumes mais elevados. Desta forma, Rockefeller conseguia vender o combustível por preços inferiores aos de seus

concorrentes, empurrando-os para fora do mercado. Em 1870, criou a Standard Oil Company, uma sociedade por ações. Sete anos depois, a empresa já controlava 10% de toda a indústria petrolífera dos EUA (FUSER, 2013, p. 32-33).

Surgia, nesse momento, a primeira companhia transnacional não financeira, que deu origem ao modelo de empresa verticalmente integrada. Rockefeller havia conseguido agregar em um único processo econômico os poços de petróleo, as refinarias, os oleodutos e as distribuidoras (FUSER, 2013). O resultado dessa integração vertical foi uma empresa com 100 mil empregados, 20 mil poços de petróleo e 6.500 quilômetros de oleodutos (NDIAYE *apud* FUSER, 2013), pelos quais passava 80% do petróleo produzido nos Estados Unidos em 1890.

Em consequência do enorme poder concentrado nas mãos de Rockefeller, surgiu uma oposição dentro de setores da sociedade americana alarmados com o monopólio da Standard Oil (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Criado em 1890 nos Estados Unidos, o *Sherman Act* ficou conhecido como a primeira lei antitruste do gênero do planeta, e já em 1892 o Estado de Ohio entrava na Justiça para forçar a dissolução da Standard Oil. Todavia, Rockefeller encontrou um meio de manter seu monopólio, transferindo a sua torre de comando para Nova Jersey, considerando as diferentes legislações dos Estados americanos.

Buscando tornar efetivas as determinações da lei antitruste, o Governo Federal americano acionou o Judiciário e, finalmente, em maio de 1911, a Suprema Corte dos Estados Unidos decretou a dissolução do monopólio da Standard Oil, eliminando o controle da empresa sobre um ramo estratégico para a economia do país, e obrigando-a a se dividir em 34 companhias independentes. Entre as consequências de seu desmantelamento destaca-se a difusão de seu conhecimento e tecnologia nos Estados Unidos e na Europa, por meio das novas companhias originadas. Ainda, entre as novas empresas, que surgiram após o império da Standard Oil, destacam-se as “Sete Irmãs” – Shell, BP Amoco, Esso, Socony, Texaco, Socal e Gulf Oil – que dominariam o mercado do petróleo até 1960, dividindo-o em regiões, controlando preços e 98% das jazidas mundiais, incluindo as do Oriente Médio (QUINTAS; QUINTANS, 2009).

Embora a ascensão e o desmantelamento da Standard Oil representem um marco para a indústria mundial do petróleo, voltamos ao

ponto fundamental destacado anteriormente em uma passagem do livro de Yergin: Rockefeller não enriqueceu em função dos transportes, mas da iluminação. Assim, apesar da explosão da indústria petrolífera americana, comandada por Rockefeller, ter conferido certo protagonismo ao petróleo no cenário energético – tendo produção, refino e distribuição de petróleo se desenvolvido em ritmo acelerado – o século XIX foi o século do carvão (HEINBERG, 2005). Até o fim do século XIX, a maquinaria moderna, segundo Hobsbawm (1998), era predominantemente movida a vapor e feita de ferro e aço. O carvão era a fonte de energia industrial mais importante, correspondendo a 95% de toda a energia utilizada na Europa (fora a Rússia). Durante o século XIX a indústria petrolífera surgiu, se desenvolveu, e logo tornou-se global, mas somente com a chegada do século XX o mundo assistiria ao despertar da Era do Petróleo.

Na virada do século XIX para o XX, ocorreria uma verdadeira revolução na indústria da energia. O uso do petróleo para a iluminação estava em declínio, provocado pela invenção da lâmpada elétrica por Thomas Edison, em 1899 (FUSER, 2013). O que tornou possível a sobrevivência da indústria do petróleo foi outra invenção, também de dimensões revolucionárias: o motor a explosão ou combustão interna. A partir de então, o petróleo se tornaria a principal fonte energética do mundo atual, e uma das principais razões dos grandes conflitos que se sucederam (QUINTAS; QUINTANS, 2009).

O motor a combustão não era uma ideia nova, já tendo estado nos planos de Leonardo da Vinci, em 1509, e Christiaan Huygens, em 1673 (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Mas foi a invenção do motor Otto, durante a segunda fase da Revolução Industrial, em 1866, que revolucionou a indústria dos transportes. A partir dela, frações do processo de refino de petróleo, antes rejeitadas – como a gasolina – passaram a ter uma nova aplicação, se tornando importantes elementos do mercado do petróleo. Na sequência, em 1870, Siegfried Marcus criou o primeiro protótipo de veículo a gasolina, ao anexar um motor de combustão interna, alimentado por gasolina, a um carro de mão. Contudo, a utilização desse tipo de automóvel em maior escala só aconteceria a partir do seu desenvolvimento por grandes nomes da indústria automobilística mundial, como Karl Benz (1885), Peugeot (1891) e Renault (1899).

Os carros a gasolina fizeram grande sucesso na França, se tornando o sonho de consumo nessa sociedade no início do século XX, e movendo todo o mercado europeu. No ano de 1903 a França era responsável pela

produção de trinta mil carros/ano, cerca de 49% dos carros produzidos no mundo. No mesmo ano, nos Estados Unidos, surgia a Ford Motor Company. Entre seus sócios estavam Horace e John Dodge, que criariam a empresa Dodge anos mais tarde. Fatos como esses demonstram a alta lucratividade da indústria, que fazia com que empresas surgissem e se ramificassem em outras, levando grandes investimentos para o setor.

Ainda, a transição que possibilitou a produção dos veículos a gasolina em massa, passa por um marco histórico que transformou a produção de veículos (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Quando Henry Ford percebeu que o fato de os operários se envolverem na produção de cada veículo, separadamente, gerava um “ir e vir desnecessário” – além do tempo perdido aguardando que um veículo ficasse pronto para se montar o seguinte – ele promoveu uma mudança fundamental no paradigma produtivo. A verticalização da cadeia produtiva da indústria automobilística, introduzida por Ford, por meio da linha de montagem industrial, levou o trabalho aos operários, fazendo com que cada um desempenhasse apenas uma função, exigindo maior especialização dos trabalhadores. Ainda, Ford adquiriu matérias-primas e fábricas responsáveis pela produção de itens presentes em seus automóveis, dando origem ao termo “cadeia Ford”. Todas essas inovações introduzidas por ele tornaram o processo produtivo mais rápido e padronizado, o que aumentou ainda mais a demanda por petróleo, já que os veículos que consumiam gasolina passaram a ser produzidos em quantidades cada vez maiores.

As inovações do final do século XIX e início do século XX aumentaram a relevância do petróleo, e conseqüentemente a competição entre as potências pelo acesso a esses recursos. Ao mesmo tempo, as Revoluções Industriais promoveram uma mudança nas disputas internacionais. Antes lentos e baseados na conquista de território, os conflitos eram disputados por combatentes em trincheiras, e as máquinas de guerra eram movidas por tração animal ou humana. As máquinas de guerra produzidas pela Revolução Industrial, como aviões e tanques, mudavam essa dinâmica, e faziam com que o rumo de uma batalha pudesse mudar a qualquer momento. A lenta conquista territorial daria lugar a máquinas capazes de mudar de vez as proporções de um conflito.

Nesse cenário, as potências europeias disputavam, desde o início do século XX, posições no Oriente Médio, em meio a decadência do Império Otomano (FUSER, 2013).

Com exceção dos Estados Unidos – maior consumidor mundial de petróleo e, ao mesmo tempo, maior produtor –, os demais países industrializados precisavam recorrer a fornecedores situados no exterior para atender às suas necessidades de energia. O carvão se mantinha, de longe, como o principal recurso energético, mas o consumo de petróleo crescia em ritmo estonteante com a rápida expansão da indústria automobilística, da aviação, da navegação marítima a óleo diesel, do aquecimento doméstico e, a partir da década de 1920, da indústria petroquímica (FUSER, 2013, p. 35).

O período subsequente é marcado pelas duas primeiras guerras mundiais, durante as quais o petróleo ganharia renovada relevância. Um pouco antes do início da Primeira Guerra, Winston Churchill já defendia que os navios de guerra da marinha britânica, movidos a carvão, tinham que ser substituídos por navios movidos a óleo (OLIVEIRA, 2007). Essa decisão garantiria economia de trabalhadores e espaço dentro dos navios, mais velocidade, eficiência, autonomia e menos barulho. Ainda, para garantir o fornecimento do óleo utilizado nos navios, Churchill teve de convencer o Parlamento Britânico da necessidade do controle acionário da Anglo-Persian Oil Co, atualmente a BP (MARINHO, 1989). Menos de duas semanas depois de ter sido aprovada a medida proposta por Churchill, o arquiduque da Áustria era assassinado e a Primeira Guerra Mundial se iniciava. A Inglaterra contava com grande vantagem: a exclusividade do controle da exploração de petróleo na Pérsia, assegurando, dessa maneira, o abastecimento de sua marinha durante e após a guerra.

Enquanto os homens iam a guerra, suas mulheres eram responsáveis por manter a indústria funcionando, ou seja, produzir mais armas (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Surgia uma das maiores indústrias de todos os tempos, a bélica. A partir daí, ficou cada vez mais claro que a Indústria do Petróleo não estava relacionada apenas a interesses econômicos. A conquista e a manutenção de territórios exigiam, além de recursos humanos, recursos tecnológicos. Tecnologia pressupunha combustíveis provenientes do petróleo. Finalmente, para se ter petróleo necessitava-se de reservas desse hidrocarboneto, o que fazia dele meio e fim das guerras. Guerreava-se para obter petróleo para se

poder guerrear. Não ter petróleo representava desigualdade na competição com outros países. Privados da vantagem inglesa, os alemães foram deixados fora de combate, assinalando o importante vínculo entre petróleo e eficiência militar (FUSER, 2013).

No mundo pós-Revolução Industrial, identificar e conquistar reservas de petróleo era indispensável, de maneira que o Oriente Médio havia ganhado destaque já no início do século XX. A assinatura do Tratado de Versalhes, que ocorreu em 1919 e marcou o fim da Primeira Guerra, dividiu os direitos de colonização do Oriente Médio: a Inglaterra ficou responsável por administrar a Mesopotâmia, a Palestina e a Península Arábica, enquanto a França ficou encarregada da Síria e do Líbano (SALINAS, 2010). Ainda, no pós-guerra, surgiam poderosos concorrentes na disputa pelas reservas de petróleo do Oriente Médio: as empresas transnacionais americanas pretendiam se expandir rumo aos antigos domínios otomanos visando ampliar sua participação no mercado internacional de combustíveis e economizar as reservas americanas de petróleo.

Ao mesmo tempo em que surgia essa nova competição, após a década de 1920, novas descobertas de reservas de petróleo (QUINTAS; QUINTANS, 2009) e o aumento da produção em países como a Venezuela e o México (FUSER, 2013) causaram aumento de oferta no mercado mundial. Em consequência, os preços da commodity baixaram, a concorrência entre as transnacionais aumentou e seus lucros foram afetados.

Para limitar a competição e impedir maiores prejuízos, as principais empresas de petróleo da época decidiram formar um cartel que fosse capaz de garantir o controle sobre a produção do Oriente Médio. Reuniram-se secretamente, em 1928, firmando o acordo *As-is* que, além de restringir a exploração e produção no Oriente Médio, onde os custos eram baixos, privilegiava a exploração em áreas de maior custo, gerando, dessa forma, um petróleo mais caro (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Tal acordo, ao interromper parte da produção do Oriente Médio, teve como consequências o retardo do desenvolvimento da região e a afloração de sentimentos antiocidentais em países como Irã e Iraque. A resposta dos países produtores veio no aumento da cobrança de *royalties*, como ocorreu no Irã em 1933, e na estatização de reservas, que foi o caso México em 1938.

No que se refere à Segunda Guerra Mundial, Quintas e Quintans (2009) acreditam que essa representou uma reviravolta no “jogo do

petróleo”. Tendo como objetivo o domínio de territórios, pressupõe-se que o interesse pelas reservas de petróleo estava envolvido no conflito territorial. A Inglaterra, por exemplo, assumiu o controle militar no Irã, impedindo que fosse fornecido petróleo à União Soviética. Como visto anteriormente, a Inglaterra controlava o petróleo do Irã por meio da Anglo-Iranian Oil Company, constituída em 1909, e que seria nacionalizada após a Segunda Guerra.

O fim do período de guerras coincide com a consolidação do petróleo enquanto combustível principal da matriz energética mundial, tendo sua demanda aumentado assustadoramente. Os Estados Unidos, que emergiam como grande potência mundial, já importavam mais do que exportavam petróleo (YERGIN, 2014), e os países europeus tinham quase metade de sua demanda pelo hidrocarboneto suprida pelo Oriente Médio, o que provocou um deslocamento do centro de gravidade da indústria do petróleo para essa região.

Nos últimos sessenta anos o progresso do mundo capitalista esteve vinculado aos recursos petrolíferos e, após a Segunda Guerra, as reservas de petróleo do Oriente Médio foram decisivas para a reconstrução da Europa Ocidental e do Japão (FUSER, 2013). Nesse sentido, os lucros gerados pelo petróleo ficavam até então, em sua maioria, nas mãos das Sete Irmãs que, como visto anteriormente, controlavam o mercado petrolífero mundial. Foi nesse contexto que cresceu a insatisfação dos países produtores. Na América Latina, a Venezuela já havia feito revisões nos contratos de concessão em 1943, e em 1948, passou a estabelecer uma nova forma de contrato, o *fifty-fifty*, no qual a empresa que explorasse, obtendo êxito, ficaria com 50% do petróleo, os outros 50% ficariam com o Estado (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Os países do Oriente Médio seguiram o exemplo venezuelano.

Foi no Irã, terceiro maior produtor de petróleo no final da Segunda Guerra, que ocorreu o único caso de uma negativa por parte de uma potência imperialista, quando o Reino Unido, fragilizado em razão dos custos da guerra, recusou a fórmula 50%-50% (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Em consequência da disputa diplomática que se seguiu, no ano de 1951, o Irã criou a Lei de Nacionalização, transformando a Anglo-Iranian, empresa até então sob o controle estatal britânico, em uma estatal iraniana. Em resposta, a Inglaterra apelou a um boicote internacional ao petróleo iraniano, que contou com a adesão americana, privando o Irã de sua principal fonte de receitas (FUSER, 2013). O Irã conseguiria resistir por dois anos, até 1953, quando um golpe militar, organizado pelos

serviços secretos da Inglaterra e dos Estados Unidos, tirou do poder Mossadegh e instalou uma ditadura favorável aos interesses desses países. Essa ação conjunta mostrou-se desastrosa, visto que o nacionalismo iraniano – que sofreu perseguição pelo novo regime pró-ocidente – encontrou refúgio nas mesquitas. O resultado foi a Revolução Xiita de 1979 que, como veremos na sequência, provou ser uma ameaça muito maior que Mossadegh à exploração de petróleo na região.

A reação nacionalista dos países produtores em busca de autonomia sobre a produção de petróleo seria reforçada a partir da criação da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) em 1960, constituindo essa, até então, a mais bem organizada iniciativa de aumento do controle sobre as reservas (SARKIS, 2006). O objetivo principal dessa organização – inicialmente formada por Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait e Venezuela – era impedir a baixa dos preços do petróleo promovida pelo cartel das Sete Irmãs. Em 1961, os membros da OPEP se encontraram em Caracas e adotaram uma carta com três objetivos: aumentar a renda dos países membros, promovendo desenvolvimento; diminuir o crescente nível de controle das empresas multinacionais sobre as reservas; unificar políticas de produção.

Países da África somaram-se aos membros da OPEP nos anos seguintes, promovendo níveis de organização e articulação cada vez maiores, tornando-os capazes de determinar os preços a serem praticados, dentro de um tipo de cartel aberto (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Os países membros lograram, também, aumentar as margens de arrecadação, indo além do *fifty-fifty*. O que piorou ainda mais a situação das empresas e dos países consumidores foi o fato de o consumo de petróleo ter mais do que quadruplicado durante as décadas de 1950 e 1960.

O apoio americano a Israel na Guerra de Yom Kipur, em 1973, é relatado por Fuser (2013) como um pretexto para a cartada final na ofensiva da OPEP. Com o objetivo de redefinir o patamar de preços do petróleo, os países-membros optaram pelo embargo do fornecimento de petróleo aos Estados Unidos e países europeus que haviam apoiado abertamente Israel. Embora tenha durado poucos dias, o embargo foi responsável por quadruplicar o preço do barril de petróleo, realizando uma verdadeira redistribuição de renda em favor dos países produtores de petróleo e impactando de maneira devastadora as economias desenvolvidas.

No longo prazo, o sistema-mundo capitalista foi capaz de mitigar os efeitos negativos do choque, principalmente a partir da reciclagem dos

petrodólares em aplicações financeiras nos Estados Unidos, Inglaterra e Japão, e importações dos países da OPEP de armas e mercadorias de luxo (FUSER, 2013). O efeito mais duradouro do primeiro choque seria a constatação da vulnerabilidade dos países ocidentais frente aos países produtores de petróleo, principalmente os membros da OPEP.

A resposta dos países ocidentais se concretizou na criação da Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês), durante a Conferência de Energia de Washington, em 1974. Essa agência tinha como objetivo a construção de um novo sistema de segurança energética, preparado para enfrentar futuras crises e competições na aliança entre os países ocidentais, por meio da promoção e coordenação de políticas energéticas entre os países industrializados em casos de interrupção do fluxo de recursos (YERGIN, 2014).

Buscando manter o fornecimento de energia para seus membros e o funcionamento da economia global, impedindo recessões, a IEA se tornou o principal mecanismo de balanceamento das relações energéticas frente à OPEP. Além da criação da IEA, outra alternativa desenvolvida pelos países importadores, buscando minimizar a sua vulnerabilidade, foi a procura por novos depósitos de petróleo em locais alternativos, mais passíveis do controle ocidental. Esses locais não se tratavam de terras, mas do mar, que era uma fonte promissora, mas que envolvia altos custos de exploração em função da limitação tecnológica da época (QUINTAS; QUINTANS, 2009). Era uma aventura justificável, contudo, e com o tempo várias descobertas foram realizadas. Apesar do alto custo, não existiam as taxas impostas pela OPEP, tendo o barril um custo final semelhante em ambos os casos, além de o risco ser menor. O jogo começava a virar novamente, e o faz constantemente nessa indústria.

Uma última medida adotada para o controle da vulnerabilidade foi a de estocar petróleo em reservatórios especiais (KLARE, 2001). Os Estados Unidos, por exemplo, estocaram centenas de milhões de barris de petróleo. Além disso, pela primeira vez começou-se a falar do uso da força para proteção dos recursos naturais, visando garantir a estabilidade econômica. Uma intervenção americana no Oriente Médio passou a ser considerada, de forma a impedir qualquer interrupção no fluxo de petróleo do Golfo Pérsico.

Contudo, essas medidas não foram capazes de impedir o segundo choque do petróleo, em 1979. Em consequência da Revolução Iraniana, houve uma paralisação da produção de petróleo no Irã, que fez com que seu preço atingisse os 80,00 dólares (US\$), ou o dobro do valor pós-

primeiro choque (YERGIN, 2014). Como já mencionado, havia se instalado no país uma ditadura pró-ocidente em 1953, que foi então deposta, em 1979, por um movimento de cunho moralista e religioso liderado pelo aiatolá Khomeini. A duração dos efeitos do segundo choque foi mais duradoura do que a do primeiro, pois o novo governo do Irã passaria a controlar os preços do petróleo. Ainda, teria lugar o dramático episódio conhecido como “a crise dos reféns” da embaixada norte-americana, que permaneceram 444 dias sob vigilância armada. Assim, somente em 1986 os preços do petróleo retornariam a um padrão considerado normal, porém diferente daquele anterior ao primeiro choque.

Mais tarde no século XX, em meados dos anos 80, seriam abertas operações de mercado futuro e derivativos do petróleo na bolsa de Nova York. Tinha início o que Yergin (2014) chama de “financeirização do petróleo”. Antes da década 1970 não existia um mercado internacional de petróleo para a comercialização de barris, o comércio acontecia dentro das empresas integradas de petróleo e os preços do petróleo oscilavam conforme o dólar, ou seja, quando o preço do dólar caía o do petróleo subia.

A partir da onda de nacionalização da década de 1970, as empresas não mais tinham posse sobre o petróleo que saía dos poços, tendo sido rompidos os elos de sua integração. O petróleo passava a ser vendido por meio de contratos de longo prazo, uma commodity negociada e vendida em um mercado mundial diversificado e em expansão. As transações agora eram realizadas por novos grupos independentes de *traders* ou áreas de *trading*, recém estabelecidas dentro das companhias de petróleo. O mercado global era agora um novo concorrente para a OPEP, em sua tentativa de controlar os preços do petróleo.

Ainda, o petróleo foi incorporado às negociações no New York Mercantile Exchange (Nymex). O Nymex não era novo, havia sido criado em 1872 para a negociação de outras commodities, porém, a partir de 1983, começou a negociar contratos futuros de petróleo bruto leve e doce, vinculado à corrente West Texas Intermediate (WTI). “Foi o começo do “barril de papel”. Ao longo dos anos, à medida que a tecnologia avançava, o preço seria definido não apenas por dia e por hora, mas também segundo a segundo” (YERGIN, 2014). O Nymex funcionaria, a partir de então, como uma ferramenta de gestão de risco para os produtores de petróleo e para consumidores, mas também como fonte de lucro para especuladores que não tinham interesse na commodity física.

O período mais recente, que compreende o final do século XX e o início do século XXI será analisado com mais profundidade no restante da pesquisa. Por ora, podemos dizer que o período que se estendeu de 1986 a 2001 foi um período de estabilidade da produção e mercado de petróleo, apesar de alguns conflitos e guerra localizados no Oriente Médio e anúncios de novas descobertas de reservas. Nesse contexto, a crise das economias asiáticas de 1997 contribuiu para baixar o preço do barril, em meio a uma superprodução da OPEP, levando empresas a se fundirem para diluir o risco da oscilação nos preços, originando aquilo que Yergin (2014) chama de *Super Majors*⁶.

A partir de 2001 inicia-se um período de escalada e alta volatilidade nos preços do petróleo, em razão de vários eventos específicos, como os ataques terroristas de 11 de setembro e a entrada da China na Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001, a greve geral na Venezuela e a bolha das “.com” em 2002, a invasão do Iraque pelos Estados Unidos a partir de 2003, os furacões Rita e Katrina em 2005, a crise econômico-financeira de 2008, e a Primavera Árabe a partir de 2010. Nesse cenário, os preços internacionais chegaram a um pico histórico de US\$ 140,00 em 2008, para então despencarem com a crise financeira. A partir de 2009 os preços voltaram a subir e só iriam cair bruscamente na virada de 2014 para 2015, como veremos mais tarde.

A seguir, dando continuidade à descrição da Era do Petróleo, é apresentado um breve panorama da produção e do consumo globais de energia.

1.2 UM PANORAMA DA PRODUÇÃO E DO CONSUMO

Existem muitos atores envolvidos nas atividades de produção e consumo de energia. Nesse sentido, o Estado é um dos principais, participando tanto da produção quanto do consumo de energia, sendo sua responsabilidade garantir o abastecimento de energia e administrar os recursos energéticos existentes em seu território. No cenário da produção, ao lado dos Estados, as empresas transnacionais exercem importante papel. Finalmente, cabe destacar as organizações internacionais que influenciam tanto na produção e no consumo.

⁶ Para saber mais sobre esse processo de fusões sugere-se a leitura do capítulo quatro do livro A Busca (YERGIN, 2014).

Nessa seção faremos um breve panorama da produção e do consumo globais de energia, com foco nos hidrocarbonetos – recursos em predomínio na matriz energética global. Para tanto, analisaremos os principais atores do setor energético global: produtores e consumidores, empresas transnacionais de energia e organizações internacionais. A seção inclui, ainda, um breve retrospecto com as principais tendências do cenário de produção e consumo do ano de 2015.

1.2.1 Os principais produtores de energia

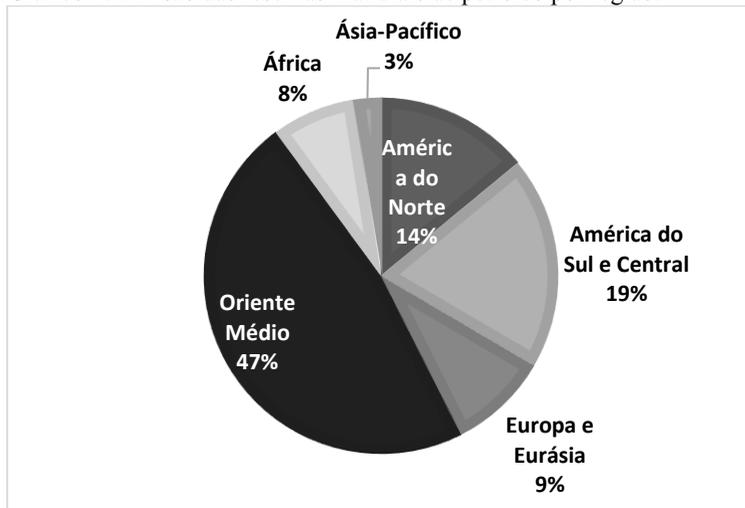
Diferentes países se destacam na produção de energia, dependendo dos recursos energéticos disponíveis em seus territórios. Dentro desse contexto, o carvão é o recurso que está melhor distribuído no mundo. Em contraste com o carvão, gás e petróleo estão mais mal distribuídos pelo planeta (FUSER, 2013).

Seguindo essa linha, na produção de petróleo destaca-se a região do Oriente Médio, onde se localizam 47% das reservas mundiais provadas⁷ de petróleo (Gráfico 1). Ainda, na lista dos dez países com maiores reservas de petróleo (Tabela 1), metade estão situados no Oriente Médio. Segundo Fuser (2013), dois fatores implicam na importância do petróleo do Oriente Médio. Em primeiro lugar, destaca-se a posição única da região no mercado internacional, em função de sua margem de manobra que permite ampliar significativamente a produção em um breve espaço de tempo. Quem se sobressai, nesse contexto, é a Arábia Saudita, que ocupa o segundo lugar nas listas de maiores reservas e produção, o que permite ao país exercer a função de *swing producer*, sendo capaz de alterar sozinha as condições de oferta de petróleo. Em segundo lugar, os países dessa região têm a capacidade de aumentar a produção de maneira

⁷ Dentre as várias maneiras de classificar as reservas de hidrocarbonetos, é possível classificá-las de acordo com o grau de certeza de sua existência. As reservas provadas dizem respeito àquelas reservas das quais podem ser extraídos petróleo, gás ou carvão em condições economicamente viáveis com grau de certeza estimado em 90% ou mais, comprovadas por meio da exploração efetiva das reservas. As prováveis possuem uma possibilidade de extração economicamente viável entre 50% e 90%. Finalmente, as possíveis são as que podem existir em campos ainda em prospecção, ainda não explorados, com nível de certeza bem pequeno (FUSER, 2013).

sustentável pelos próximos vinte ou trinta anos, já que consomem pouco do que produzem.

Gráfico 1: Divisão das reservas mundiais de petróleo por região.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2016).

Fora do Oriente Médio, podemos destacar, primeiramente, os Estados Unidos, que apesar de ocuparem a nona posição na lista de reservas de petróleo, são atualmente os maiores produtores desse hidrocarboneto (Tabela 2). Como veremos mais adiante, essa estatística contraria as teorias que afirmavam que a produção americana de petróleo teria atingido seu pico por volta de 1970 (HUBERT, 1969). Além disso, o país teve grande destaque na produção mundial de gás em 2015, sendo responsável por 22% do total nesse ano. Como veremos no capítulo final desse trabalho, que lida especialmente com a matriz energética dos Estados Unidos, grande parte da produção americana de petróleo e gás tem vindo de reservas de xisto. Essa constatação também se aplica para o Canadá, que tem subido no ranking de produção desses dois hidrocarbonetos nos últimos anos.

Tabela 1: As dez maiores reservas de petróleo, gás e carvão.

Petróleo		Gás		Carvão	
País	Reserva	País	Reserva	País	Reserva
Venezuela	300,9	Irã	1201,4	Estados Unidos	237295
Arábia Saudita	266,6	Rússia	1139,6	Rússia	157010
Canadá	172,2	Catar	866,2	China	114500
Irã	157,8	Turcomenistão	617,3	Austrália	76400
Iraque	143,1	Estados Unidos	368,7	Índia	60600
Rússia	102,4	Arábia Saudita	294,0	Alemanha	40548
Kuwait	101,5	Em. Ár. Unidos	215,1	Ucrânia	33873
Em. Ár. Unidos	97,8	Venezuela	198,4	Cazaquistão	33600
Estados Unidos	55,0	Nigéria	180,5	África do Sul	30156
Libia	48,4	Argélia	159,1	Indonésia	28017

Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2010).

Os volumes das reservas estão expressos nas seguintes unidades: Petróleo – bilhões de barris; Gás – trilhões de metros cúbicos; Carvão – milhões de toneladas.

Tabela 2: Os dez maiores produtores de petróleo, gás e carvão.

Petróleo			Gás			Carvão		
País	Produção	País	Produção	País	Produção			
Estados Unidos	12703,6	Estados Unidos	767,3	China	3747,0			
Arábia Saudita	12013,9	Rússia	573,3	Estados Unidos	812,8			
Rússia	10980,1	Irã	192,5	Índia	677,5			
Canadá	4385,1	Catar	181,4	Austrália	484,5			
China	4308,8	Canadá	163,5	Indonésia	392,0			
Iraque	4030,7	China	138,0	Rússia	373,3			
Irã	3920,0	Noruega	117,2	África do Sul	252,1			
Em. Ár. Unidos	3901,8	Arábia Saudita	106,4	Alemanha	184,3			
Kuwait	3095,9	Argélia	83,0	Polónia	135,5			
Venezuela	2626,4	Indonésia	75,0	Cazaquistão	106,5			

Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2016).

Os volumes de produção estão expressos nas seguintes unidades: Petróleo – milhares de barris por dia; Gás – bilhões de metros cúbicos por ano; Carvão – milhões de toneladas por ano.

A Rússia, país com posição privilegiada no cenário energético (FUSER, 2013), aparece em terceiro lugar no ranking de produção de petróleo, e destaca-se também na produção de gás natural, ocupando o segundo lugar no ranking de reservas (17,3% do total das reservas mundiais provadas) e sendo uma fornecedora chave desse hidrocarboneto para a Europa (BP, 2016). Em 2015 produziu cerca de 16% de todo o gás e 12,4% de todo petróleo consumidos no mundo.

Em conjunto com a Rússia, podemos ressaltar a importância das ex-repúblicas soviéticas, localizadas na Ásia Central. Sua importância não se dá, contudo, em função do tamanho de suas reservas, mas da corrida que aconteceu entre as empresas transnacionais rumo a essa região a partir da década de 1990. Pouco exploradas durante o período de dominação soviética, as reservas de gás e petróleo dessa região se concentram no Azerbaijão, Cazaquistão, Uzbequistão e Turcomenistão. Somadas, as reservas de petróleo são de cerca de 38 bilhões de barris e as de gás 21 trilhões de metros cúbicos (BP, 2016).

Na produção de petróleo destaca-se o Cazaquistão, que abriga o 6º maior campo *on shore*⁸ do mundo. O campo, que leva o nome de Tengiz, é explorado, desde 1993, por um consórcio entre a Chevron (50%), a Shell (25%), a estatal cazaque KazMunaiGaz (20%) e a russa Rosneft (5%) (FUSER, 2013). Outra descoberta recente, em 2000, aumentou a importância desse país na produção de petróleo: o campo *off shore*⁹ de Kashagan, no Mar Cáspio, que possui reservas estimadas entre 7 e 9 bilhões de barris de petróleo recuperáveis (YERGIN, 2014). Devido às difíceis condições climáticas – que incluem grandes oscilações na temperatura nas diferentes estações – o início das operações, que vinha sendo adiado desde 2005, finalmente aconteceu na segunda metade de 2013.

Ainda no que diz respeito à produção de petróleo na Ásia Central, apesar de já ter sido um dos líderes no ramo, o Azerbaijão encontra-se hoje com seus campos petrolíferos *on shore* em declínio. Descobertas recentes de petróleo *off shore* podem, contudo, mudar esse cenário e tornar o país, novamente, um dos maiores produtores (FUSER, 2013). No que diz respeito ao gás, Turcomenistão e Uzbequistão possuem riquíssimas reservas desse hidrocarboneto, sendo que, em 2011, foi

⁸ Campo de exploração de hidrocarbonetos localizado à beira-mar ou em área litorânea.

⁹ Campo de exploração de hidrocarbonetos localizados no mar ou oceano.

descoberto no Turcomenistão o segundo maior campo de gás natural do mundo, que recebeu o nome de Yolatan Sul.

Um último ponto importante sobre a região diz respeito à questão estratégica. Apesar da riqueza em recursos, a Ásia Central sofre com uma grande dificuldade: o transporte até os mercados consumidores (YERGIN, 2014). Isso ocorre porque, em primeiro lugar, o Mar Cáspio é cercado de terra e, em segundo lugar, os países citados não possuem acesso direto às águas marítimas. Isso implica na elaboração de inúmeros acordos complexos para garantir a passagem de seus recursos pelos diferentes territórios, por meio de oleodutos e gasodutos, gerando um conflito que ficou conhecido como O Novo Grande Jogo. Não se tratando de um conflito armado, o que está em disputa são as zonas de influência por onde passarão essa infraestrutura de transporte, sendo os principais jogadores os Estados Unidos, a Rússia e as empresas transnacionais.

Em terceiro lugar, vale destacar a Venezuela, que até poucos anos atrás era o maior produtor de petróleo das Américas e até hoje possui as maiores reservas do mundo desse hidrocarboneto (Tabela 1). Tendo chegado à segunda posição no ranking de produção mundial de petróleo no final da década de 1920, atrás apenas dos Estados Unidos, foi um dos países percussores na luta contra a exploração dos países produtores de petróleo pelas multinacionais. No antigo modelo de exploração de petróleo, as regras desiguais da partilha dos lucros determinavam que 85% da receita petrolífera cabia aos investidores externos e somente 15% ao Estado (FUSER, 2013). Nesse cenário, a partir de 1948, a Venezuela liderou um movimento dos países produtores para o estabelecimento de uma partilha de base 50%-50%. Após o sucesso da mobilização, foi um dos membros fundadores da OPEP, incorporando-se à onda de nacionalização do petróleo, quando da criação da Petróleos de Venezuela S.A. (PdVSA).

Por fim, destaca-se na história mais recente de produção de energia o continente africano, que cresce em importância geopolítica (FUSER, 2013). Em 2015, a África produziu cerca de 9% de todo o petróleo e 6% de todo o gás consumidos no mundo (BP, 2016). Ainda, o continente abriga cerca de 14 trilhões de metros cúbicos em reservas de gás e cerca de 129 bilhões de barris de petróleo, dos quais cerca de 110 bilhões estão concentrados em apenas quatro países: Angola, Argélia, Líbia e Nigéria.

Muito embora esse estoque não se compare ao do Golfo Pérsico, Fuser (2013) ressalta que a África apresenta particularidades que a fazem sobressaltar perante os olhos dos investidores estrangeiros.

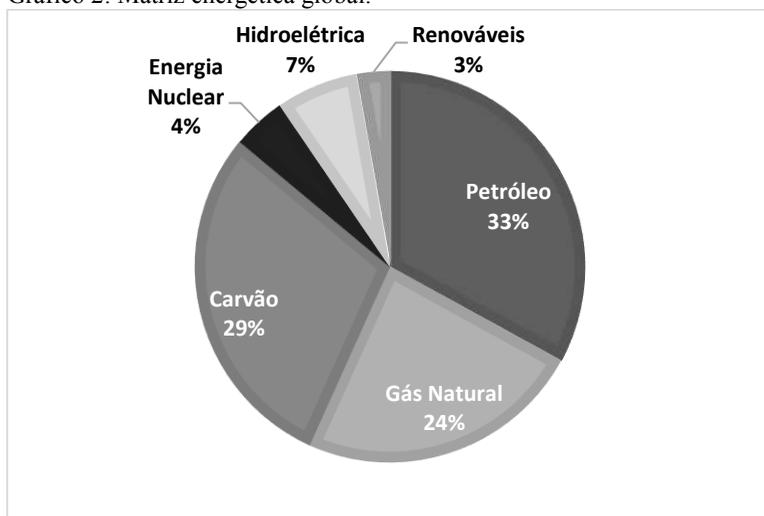
Primeiramente, a exploração de suas reservas começou nas duas últimas décadas, de maneira que não deva ter alcançado seu auge quando muitos campos petrolíferos de outras regiões entrarem em declínio. Em segundo lugar, em razão da exploração ainda estar em fase inicial, faltando pesquisa em parte do continente, existe uma grande chance de que as reservas sejam ainda maiores e que novas reservas ainda sejam descobertas. Finalmente, as condições de pobreza no continente, e o conseqüente ínfimo consumo interno, fazem com que quase a totalidade da produção seja liberada para a exportação.

Apesar da produção de energia não fóssil não se comparar em grandeza com a produção de combustíveis fósseis, é importante destacar os países que se sobressaem nesse setor. Na produção de energia nuclear os Estados Unidos encontram-se em primeiro lugar (32,6% do total produzido), seguidos pela França, a China e a Coreia do Sul. A China é o maior produtor de energia hidroelétrica, seguida por Canadá e Brasil (BP, 2016). Na produção de energia solar China, Estados Unidos e Alemanha são responsáveis por cerca de 15% da produção global cada um, seguidos pelo Japão (12,2%). No que se refere à energia eólica, os maiores produtores são Estados Unidos (22,9%), China (22%) e Alemanha (10,5%). No setor de biocombustíveis, os Estados Unidos é de longe o maior produtor (41,4% da produção global).

1.2.2 Os principais consumidores de energia

A atual configuração da matriz energética global reflete o que vimos ao longo da primeira seção desse capítulo: os combustíveis fósseis, em especial o petróleo, se tornaram, ao longo da história, essenciais para diversas atividades, que vão desde o abastecimento de um carro ao abastecimento de aviões, navios e tanques de guerra. Dada sua importância nos mais diferentes setores, hoje os hidrocarbonetos são responsáveis por suprir 86% do consumo energético global (Gráfico 2).

Gráfico 2: Matriz energética global.

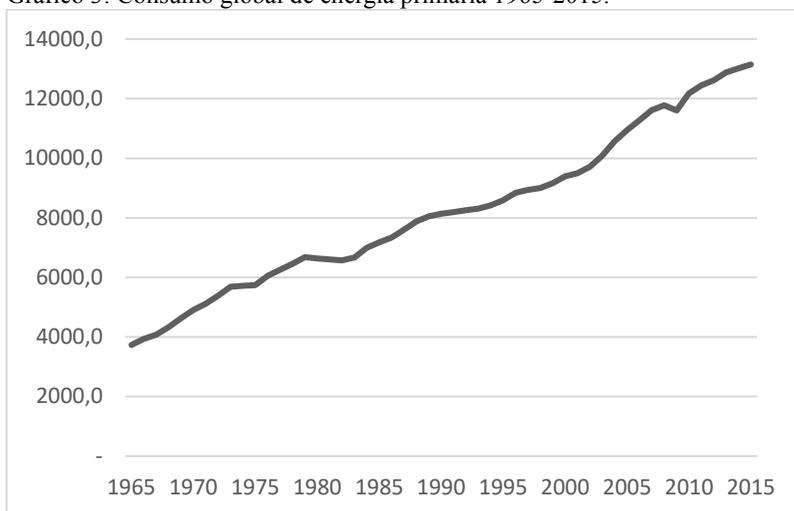


Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2016).

No geral, o crescimento do consumo se manteve relativamente constante nos últimos anos (Gráfico 3) – com exceção do período marcado pela crise de 2008 – sendo impulsionado recentemente pelas economias emergentes, em especial a China, que viu seu consumo de energia crescer rapidamente a partir do seu ingresso na OMC, em 2001. Esse ingresso “acompanha o ritmo vertiginoso de seu crescimento econômico” (FUSER, 2013, p. 56). Responsável por 8% do consumo global de energia em 1990, atualmente essa parcela subiu para quase 23%, fazendo do país o maior consumidor de energia primária (BP, 2016).

Durante a maior parte da Guerra Fria a China foi capaz de suprir suas necessidades energéticas, sendo a autossuficiência energética uma prioridade para Beijing (KLARE, 2004). O país produzia, ainda, petróleo e carvão, visando exportar para os países vizinhos, criando dessa forma laços diplomáticos. Contudo, a autossuficiência energética chinesa em petróleo acabou em 1993, fazendo com que o consumo de carvão e a dependência para com recursos energéticos estrangeiros aumentassem consideravelmente ao longo dos anos.

Gráfico 3: Consumo global de energia primária 1965-2015.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2016).

O volume de consumo está expresso em milhões de toneladas equivalente de petróleo (Mtoe).

Tabela 3: Os dez maiores consumidores de energia primária.

País	Consumo de energia primária
China	3014,0
Estados Unidos	2280,6
Índia	700,5
Rússia	666,8
Japão	448,5
Canadá	329,9
Alemanha	320,6
Brasil	292,8
Coreia do Sul	276,9
Irã	267,2

Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2016).

O volume de consumo está expresso em Mtoe.

Apesar dos esforços chineses para desenvolver fontes domésticas de energia, sendo o país que mais investiu em energias renováveis nos últimos anos¹⁰, acredita-se que a dependência para com os recursos energéticos estrangeiros siga aumentando (FUSER, 2013). Além disso, a despeito do crescente consumo de gás natural e petróleo, o carvão ainda é o principal combustível da matriz energética chinesa, sendo a China o maior produtor e o maior consumidor do mesmo. Em 2015, o país consumiu 50% de todo o carvão produzido no mundo, tendo a produção doméstica chinesa mais do que dobrado na primeira década do século XXI (BP, 2016).

Segundo colocado na lista dos dez maiores consumidores de energia primária (Tabela 3), os Estados Unidos são o maior consumidor de petróleo. Com cerca de 4% da população mundial (UNITED NATIONS, 2016), o país consumiu, em 2015, quase 20% de todo o petróleo produzido no planeta (BP, 2016). O fato de atualmente ser capaz de produzir cerca de 60% de todo o petróleo que consome é motivo de comemoração do governo de Barack Obama, invertendo a tendência de aumento do percentual de importação. O caso dos Estados Unidos será melhor comentado no terceiro capítulo do trabalho.

Juntamente com a China, dentro do âmbito dos BRIC, destacam-se os outros mercados até então conhecidos como emergentes: Brasil, Rússia e Índia. A Índia é o país que melhor segue a trajetória chinesa: terceiro colocado tanto em consumo de energia primária quanto em consumo de petróleo, o país ainda é muito dependente do carvão, tendo se tornado, em 2015, o segundo maior consumidor global desse (BP, 2016). Por outro lado, o país também investe pesadamente em energias renováveis, de maneira que a segunda fonte principal de energia primária da matriz energética indiana é a biomassa (IEA, 2015). Já Brasil e Rússia passam por situações doméstica difíceis. O primeiro se vê em meio a uma recessão econômica e a uma crise política, que significam desaceleração do crescimento econômico e consumo de energia. A Rússia, sendo uma economia altamente dependente da produção de petróleo, não está em uma situação muito melhor. A desaceleração do consumo global de energia e a queda dos preços de petróleo impactam seu orçamento doméstico, promovendo uma série de cortes em gastos do governo e abandono de programas sociais (BOWLER, 2015).

¹⁰ A China foi responsável por 36% do total de investimentos mundiais em energias renováveis em 2015 (FRANKFURT..., 2016).

Ocupando o quinto lugar no ranking de maiores consumidores de energia primária (Tabela 3), o Japão é pobre em recursos energéticos. Desde 2012, quando ocorreu o acidente na planta nuclear de Fukushima e a subsequente redução da produção de energia nuclear no país, os recursos domésticos não conseguem suprir nem 10% de sua demanda energética primária (U.S. ENERGY..., 2015b). Consequentemente, o Japão é altamente dependente das importações, que correspondem a cerca de 90% de seu consumo energético. Nesse cenário, o país é o maior importador de gás natural liquefeito (GNL), segundo maior importador de carvão e o terceiro maior importador líquido de petróleo cru.

A União Europeia, enquanto região, também é um dos grandes consumidores de energia, sendo o consumo impulsionado, principalmente, pela Alemanha (Tabela 3). Uma característica importante do consumo de energia desse bloco é a dependência para com os recursos energéticos de fornecedores externos ao acordo, tais como a Rússia, o Oriente Médio e a África, explicada por Fuser (2013) na seguinte passagem.

Isso ocorre devido à inexistência de rios caudalosos, capazes de gerar hidroeletricidade em escala significativa, e de jazidas expressivas de petróleo e gás, com exceção das reservas petrolíferas do Mar do Norte, exploradas pelo Reino Unido e pela Noruega. Mesmo essas já atingiram seu pico de produção, apresentando um rendimento menor a cada ano (FUSER, 2013, p. 58).

Ainda, o bloco enfrenta dificuldade por não haver um consenso quanto aos meios para obtenção de recursos energéticos (FUSER, 2013). A falta de consenso se justifica pela diversidade de condições entre os países-membros do bloco, que impede que esses coordenem estratégias na área da energia. Nesse cenário, a Alemanha importa cerca de 60% de toda a energia que consome (WORLD BANK, 2014). O país depende, sobretudo, da Rússia, de onde vem 35% das suas importações de petróleo e 39% de gás (AMELANG, 2016). Essa situação tende a piorar conforme os reatores atômicos alemães esgotam seu prazo de funcionamento e não podem ser substituídos, devido à decisão adotada em consequência de pressões do movimento antinuclear.

A França, por outro lado, tem investido em energia nuclear, que hoje é responsável por um terço de seu consumo energético (FUSER, 2013). O gás natural, proveniente sobretudo da Argélia, é responsável por suprir outro terço, e o restante é suprido pelo petróleo vindo da África e do Oriente Médio. Por fim, o Reino Unido, que estava em situação confortável até 2004, retomou seu programa nuclear a partir do declínio das reservas petrolíferas do Mar do Norte.

Uma alternativa para promover a redução da dependência da União Europeia para com a Rússia surgiu a partir do desenvolvimento da tecnologia do GNL, que já é utilizada em larga escala pelo Japão. O gás em estado líquido torna-se uma commodity, agora com o transporte facilitado, assim como o petróleo. Esse desenvolvimento torna possível a compra desse de diferentes produtores, e seu transporte poderia ser realizado via infraestrutura subutilizada de GNL do oeste Europeu, ou via novos terminais e gasodutos para distribuí-lo para o centro e leste europeu, se necessário (BORDOFF, 2015).

1.2.3 Empresas transnacionais e organizações internacionais

Existem outros dois atores que se destacam no cenário da produção e do consumo globais: as empresas transnacionais de energia e as organizações internacionais. Sendo o petróleo o recurso predominante na matriz energética mundial, as empresas do ramo de energia que mais se destacam são aquelas conhecidas como *International Oil Companies*¹¹ (IOCs). No que diz respeito às organizações internacionais, destacam-se a OPEP e a IEA.

No ranking *Global 500* da Fortune (2015), que lista as quinhentas maiores empresas do mundo por faturamento, entre as dez primeiras empresas a metade tem alguma relação com a indústria do petróleo: Sinopec, Royal Dutch Shell, China National Petroleum, Exxon Mobil e BP (2º ao 6º lugar, respectivamente). Quase todas as IOCs estão organizadas verticalmente¹² e já se encontram no mercado, mesmo que

¹¹ Companhias internacionais de petróleo, tradução livre.

¹² A organização vertical é uma característica da indústria do petróleo, e acontece quando a empresa detém controle de toda a cadeia produtiva, no caso do petróleo “do poço ao posto” (FUSER, 2013).

sob outros nomes, há mais de um século, sendo muitas delas provenientes do desmantelamento da Standard Oil (FUSER, 2013).

Ao mesmo tempo que competem por mercados, avanços tecnológicos e fontes de recursos energéticos, formam alianças para negociar com os governos na busca de regras mais vantajosas para o negócio petrolífero em geral, e para as grandes corporações do setor, em especial. Embora privadas, as IOCs, também conhecidas coletivamente como *Big Oil*, ou “as principais”, desenvolveram estreitos laços com seus respectivos governos nacionais, especialmente com o dos Estados Unidos, onde se situa a maioria delas (FUSER, 2013, p. 60).

Ainda, possuem grande influência em assuntos de política interna e externa, principalmente nos Estados Unidos, onde as IOCs são grandes fontes de financiamento para as campanhas eleitorais americanas, o que lhes fornece uma capacidade especial de influenciar políticas públicas que favoreçam seus próprios interesses, defendidos pelos famosos lobistas (FUSER, 2013). Internamente, o lobby das IOCs nesse país se direciona para o bloqueio de iniciativas que promovam a adoção de normas mais rígidas para a eficiência energética dos veículos e proteção ambiental, e externamente se concretiza em apoio às intervenções militares em países do Oriente Médio que abriguem reservas de petróleo consideráveis. Finalmente, em âmbito global, as IOCs tentam um lobby em conjunto para impedir que os Estados adotem medidas expressivas para o combate ao aquecimento global.

As maiores IOCs da atualidade resultaram de fusões recentes, entre empresas que já eram enormes individualmente, um processo que se seguiu à crise asiática de 1997, quando a demanda por petróleo caiu gerando um enorme excedente que impactou negativamente nos preços. Acreditando que o aumento da escala das operações ajudaria a diluir o risco de impacto de novas crises sobre a indústria do petróleo, as grandes empresas decidiram se fundir, gerando o que Yergin (2014) chama de *Super Majors*.

Sobre os dois organismos internacionais mais relevantes para o campo da energia, podemos dizer que OPEP e IEA expressam a articulação de interesses dos dois polos em que se dividem os Estados no

que concerne à questão energética: produtores e consumidores. Como já vimos, a OPEP foi criada em 1960 por alguns dos principais países produtores de petróleo, para servir como um instrumento de contraposição ao oligopólio das Sete Irmãs, em uma estratégia conjunta para desfrutar de maior autonomia sobre a produção de seus recursos.

Com sede em Viena, a OPEP realiza duas conferências anuais e uma grande quantidade de encontros periódicos, nos quais cada país costuma ser representado por seu ministro da Energia ou do Petróleo, encontros esses que são decisivos para a definição das cotações do produto no mercado global (FUSER, 2013, p. 66).

Em suas reuniões os membros buscam criar um mercado estável por meio da definição de patamares de preços aceitáveis para produtores e consumidores. Nesse sentido, o mais importante mecanismo utilizado para o controle dos preços é o estabelecimento de cotas de produção para os países-membros, proporcionais às suas capacidades de produção e às reservas recuperáveis.

Como visto na primeira seção desse trabalho, a IEA foi fundada em 1974, constituindo uma reação dos países desenvolvidos ao primeiro choque do petróleo arquitetado pela OPEP. Essa organização também possui vínculos com a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e tem como objetivo o compartilhamento de informações e a coordenação de políticas voltadas à segurança energética de seus países-membros (FUSER, 2013). Desde de 2005, a IEA recomenda a redução do consumo de petróleo frente a uma possível futura situação de escassez.

1.2.4 O ano de 2015 em retrospecto

Um fator chave que marca o cenário atual de produção e consumo globais é a desaceleração da demanda global por energia. Essa desaceleração, entre outros fatores, é resultado da mudança estrutural da economia chinesa (LUUKKANEN *et al.*, 2014) – distanciando-se do setor industrial – o que provocou a menor taxa de crescimento da demanda por energia chinesa desde o final da década de 1990 (BP, 2016).

No lado da demanda, a mudança estrutural da economia chinesa provocou uma redução, a maior já registrada, no consumo de carvão (-1,8%), pelo segundo ano consecutivo (BP, 2016). Seguindo essa linha, a desaceleração chinesa contribuiu para que a demanda global por energia crescesse apenas 1% em 2015, muito abaixo da média dos últimos dez anos, de 1,9%. Com exceção da crise de 2009, esse seria o menor crescimento desde 1998, sendo que 97% desse crescimento veio das economias emergentes.

Nesse cenário, cresceram a demanda por gás, petróleo e renováveis. Embora as energias renováveis tenham uma participação de apenas 3% na matriz energética global, são a fonte de energia que mais cresceu de 2014 para 2015, tendo seu consumo global aumentado cerca de 15% (BP, 2016). A Ásia e a Europa lideram o consumo de energias renováveis, sendo responsáveis por cerca de 40% e 30% do consumo total. Dentro desse contexto, um dos mais importantes desdobramentos da coincidência entre desaceleração da demanda global por energia e mudança na matriz energética, que passa pela diminuição da participação do carvão e aumento da participação de energias mais limpas (gás e renováveis), é a desaceleração do crescimento das emissões de CO₂ (BP, 2016). Desconsiderando a crise financeira, pode-se dizer que as emissões permaneceram estáveis em 2015, havendo o menor crescimento em 25 anos. Ainda, o ano de 2015 foi importante nesse sentido, considerando a ocorrência da COP 21, onde os países buscaram assinar medidas para conter as mudanças climáticas. Contudo, esse avanço na redução das emissões de CO₂ ainda é pequeno, e o desafio segue substancial, o que exigirá ainda mais mudanças, tanto em termos de eficiência energética, quanto em termos de matriz energética.

No que diz respeito ao aumento da demanda por gás e petróleo, essa esteve relacionada, sobretudo, ao aumento da oferta. Como veremos no capítulo três, os avanços tecnológicos dos últimos anos permitiram aumentar a disponibilidade de diferentes combustíveis. A revolução americana do xisto adicionou enormes áreas ricas em gás e petróleo. Dentro desse contexto, a OPEP viu seu *market share* ameaçado e optou por manter o nível de produção frente à desaceleração da demanda global por energia. O resultado foi uma queda nos preços do petróleo, que ocasionou um importante crescimento em sua demanda, acima da média dos últimos dez anos (BP, 2016).

Ainda no que diz respeito à oferta, ganhos rápidos de tecnologia também impulsionam o crescimento das energias renováveis, lideradas

pela energia solar e eólica. O crescimento do petróleo, gás natural e energias renováveis, em um momento de desaceleração da demanda, acontece às custas do carvão, combustível que experimentou a maior queda já registrada em termos de energia primária.

Em suma, podemos dizer que o ano de 2015 foi de abundância, marcado pela diminuição no ritmo de crescimento do consumo global de energia. Nesse contexto, a desaceleração do consumo e as novas tecnologias contribuíram para a queda dos preços de gás e petróleo, favorecendo seu consumo. Ao mesmo tempo, o aumento da participação de fontes de energia mais limpas, às custas da redução do consumo de carvão, ajudou a desacelerar o crescimento de emissões de CO₂. Nesse sentido, mudanças profundas estão acontecendo no mercado global de energia, decorrentes de transições na demanda e novas tecnologias que deram acesso a novas fontes abundantes de energia.

No que diz respeito ao futuro, o *BP Energy Outlook 2016 edition* (BP, 2016b) aponta que a demanda energética global continuará a crescer, acompanhando a expansão econômica, mas será contida por ganhos de eficiência energética. Em segundo lugar, ao mesmo tempo em que ocorrem importantes mudanças na matriz energética global, os combustíveis fósseis devem continuar sendo os principais recursos energéticos. Ainda, as energias renováveis continuarão crescendo rapidamente, à medida que seus custos seguem caindo e as promessas feitas em Paris incentivam sua adoção em larga escala. Essas previsões, contudo, dependem de uma outra estimativa: quando a produção de petróleo irá atingir seu ponto máximo e começar a decrescer? Esse é o foco da próxima seção.

1.3 O PICO DA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO

O pico da produção do petróleo é uma das questões mais debatidas e controversas, e tem gerado incertezas e questionamentos há muitas décadas no mercado energético mundial. Diz respeito ao ponto de produção máxima de petróleo, a partir do qual sua produção entraria em declínio. As incertezas sobre quando o mundo atingirá esse ponto específico ameaçam a estabilidade global, pois muitos acreditam que esse momento se seguirá de uma crise sem precedentes, marcada por caos nas economias nacionais.

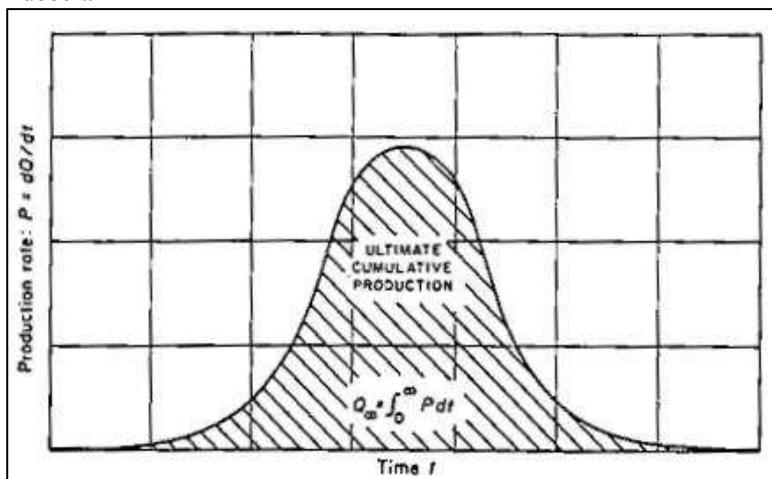
Nesse sentido, de acordo com Oliveira (2012) existem três abordagens principais nesse debate, que “apresentam grandes implicações teóricas para a geologia, mas ainda, mais para o planejamento de uma estratégia energética de longo prazo ou para a política internacional” (OLIVEIRA, 2012, p. 132). A primeira, ao considerar o petróleo enquanto um recurso fóssil e finito, em vias de esgotamento, tende a seguir a teoria do “pico petrolífero mundial” e é considerada a mais pessimista. A segunda posição também considera o petróleo como um recurso fóssil e finito, mas aposta nas novas tecnologias para a exploração de petróleo, que colocariam o auge de sua produção em um ponto mais distante no horizonte. Finalmente, a terceira e mais otimista de todas as abordagens considera que o petróleo seja um recurso de formação mineral, não fóssil, o que implicaria em uma alteração significativa dos cálculos de volume total do recurso no mundo. “Neste modelo, a formação de reservas seria constante, embora isso provavelmente ocorra a uma taxa relativamente lenta” (OLIVEIRA, 2012, p. 131-132).

Entre os pessimistas, situados no âmbito da tese do “pico petrolífero”, destacam-se Campbell e Laherrère (1998), que haviam previsto que a produção mundial de petróleo atingiria seu pico antes de 2010, o que não se concretizou. Nesse sentido, pode-se dizer que a abordagem trabalha com quantidade de reservas de petróleo bem limitadas, de maneira que logo o crescimento do consumo terminaria em um esgotamento das reservas disponíveis e em uma consequente crise sem precedentes. No pior cenário, essa crise corresponderia a uma incapacidade de o mundo encontrar alternativas energéticas, o que culminaria no fim da Era Industrial (CAMPBELL *apud* OLIVEIRA, 2012). Ainda dentro dessa abordagem, outras previsões apontavam que o mundo chegaria ao pico em 2005, depois 2007 e 2011 (YERGIN, 2014). Agora as previsões que seguem essa linha pessimista são menos precisas, indicando que o pico deva acontecer antes de 2020. De qualquer maneira, ao longo dos anos, as datas são sempre movidas para frente.

Muitas dessas previsões incorporam a ideia de que as inovações tecnológicas no setor do petróleo encontrarão um ponto final, impossibilitando a continuidade de sua exploração ou o acesso às reservas de extração mais difícil (YERGIN, 2014). Além disso, a maioria se baseia na teoria do pico de Hubbert, que leva o nome de seu criador. (HUBBERT, 1969). Esse modelo se orienta pelo cálculo do volume de reservas de petróleo e o ritmo de extração das mesmas, de maneira que,

em posse dos dados completos das reservas globais, seria possível prever a curva da produção global. Hubbert acredita que a curva da produção das reservas de petróleo, em geral, seguiria o formato de um sino, sendo o declínio da produção uma imagem espelhada de sua ascensão, ambos bem acentuados (Figura 1).

Figura 1: Ciclo completo de produção de um recurso esgotável: O pico de Hubbert.



Fonte: Hubbert (1969).

Foi partindo desse modelo de projeção da produção que Hubbert previu, em 1949, que os Estados Unidos atingiriam o pico de sua produção por volta dos anos 1970. Muitos seguidores dessa teoria tentaram aplicá-la para prever quando a produção mundial encontraria seu pico, e de fato alguns campos de petróleo apresentaram declínios simétricos como o indicado por Hubbert (YERGIN, 2014). Contudo, a maioria não segue essa tendência, mas atinge um platô – um momento de estabilização – e em seguida entra em um declínio gradual, não drástico.

De acordo com Oliveira (2012), um aspecto central que nos ajuda a entender porque é tão difícil acertar essas previsões seria a relação entre o volume das reservas, a produção e o consumo, o que se justifica por causa do impacto que essa relação tem sobre os preços do petróleo e suas consequências. Consideremos, por exemplo, que o petróleo custando acima de US\$ 40,00 o barril viabilize a produção de petróleo não

convencional ou em novas zonas de difícil acesso. Isso implicaria em uma revisão do tamanho das reservas petrolíferas, com a inclusão de novos recursos como o petróleo ultra pesado ou o petróleo de xisto. Por outro lado, na falta de uma margem de segurança produtiva, ou seja, uma capacidade de produção extra, os preços são pressionados continuamente para cima, até que a demanda seja contida e o preço encontre seu novo equilíbrio.

O equilíbrio normalmente é obtido com um custo bastante elevado, novamente através de um processo recessivo e/ou inflacionário como o que foi visto nos anos 1970-1980, ou como na crise econômica de 2007. A outra forma de equilibrar este mercado continua sendo com o aumento da oferta, que apresenta limitações, já que o investimento na expansão da capacidade extrativa, em alguns casos, leva vários anos para resultar em um aumento real da produção. Em alguns casos leva-se mais de uma década entre o início da produção e o pico da extração petrolífera de um novo poço. Outro problema real é que aumentar a produção um dia será geologicamente impossível, provavelmente após o início definitivo do declínio da capacidade de extração petrolífera em escala global. (OLIVEIRA, 2012, p. 136).

Nesse sentido, as constantes falhas nas previsões do modelo do “pico petrolífero” são atribuídas às questões como o excessivo determinismo geológico, cálculo pessimista de reservas (OLIVEIRA, 2012) e às deficiências nas abordagens de questões como progresso tecnológico e preço (OLIVEIRA, 2012; YERGIN, 2014). Apesar de Hubbert ter alegado pressupor a inovação, o impacto da mudança tecnológica não estava presente nas projeções (YERGIN, 2014). Quanto ao preço, Hubbert alegou que esse não seria importante, considerando a economia irrelevante perante as reservas físicas finitas de petróleo. Yergin resume a importância dessas duas variáveis na seguinte passagem.

A atividade aumenta quando os preços sobem; a atividade diminui quando os preços caem. Preços mais altos estimulam a inovação e encorajam as pessoas a encontrarem formas novas e criativas de

aumentar a oferta. As “reservas provadas” de que tanto se fala não são apenas um conceito físico que dá conta de um volume fixo armazenado. São também um conceito econômico — quanto pode ser recuperado pelos preços predominantes — e são contabilizadas apenas quando se fazem investimentos. E trata-se de um conceito tecnológico, pois os avanços na tecnologia farão com que recursos que não eram fisicamente acessíveis ou economicamente viáveis tornem-se reservas recuperáveis (YERGIN, 2014, p. 249).

Os otimistas, ou os que defendem que o pico do petróleo está longe de acontecer, acreditam que a inovação tecnológica ainda vai permitir a exploração de petróleo por um tempo, possibilitando o acesso a novas fontes (YERGIN, 2014). Essas tecnologias desenvolvidas para identificar novas fontes de petróleo e gás natural permitem também a produção de mais combustível por meio dos campos de exploração já existentes. Essas novas descobertas, por sua vez, acontecem em ciclos de expansão produtiva, desencadeados pela escassez de petróleo e a consequente elevação do seu preço, que então viabilizaria um novo ciclo.

Já os geólogos que acreditam na origem mineral do petróleo discordam de otimistas e pessimistas, podendo ser considerados “super otimistas”, apostando que a produção de petróleo proveniente de camadas geológicas mais profundas não teria fim em uma escala humana de tempo, mas em uma escala geológica, o que poderia levar milhões de anos (OLIVEIRA, 2012). Assim, consideram mais fácil que o petróleo deixe de ser usado como combustível em consequência de seu custo crescente, do que em razão de seu esgotamento. Contudo, essa tese do petróleo enquanto um recurso de origem mineral é uma minoria dentro da área da Geologia, sendo de difícil aceitação no meio científico, consideradas as diversas evidências da origem fóssil do petróleo. Além disso, até mesmo os geólogos dessa vertente acreditam que a velocidade de consumo do petróleo possa ser superior àquela com a qual é produzido.

Nesse sentido, a posição intermediária otimista, que acredita que o petróleo seja esgotável e de origem fóssil, parece estar mais próxima da realidade. Embora o objetivo desse trabalho não seja solucionar a questão que diz respeito a quando o mundo atingirá o seu pico de produção de petróleo, recentemente, os preços elevados do petróleo parecem ter forçado uma substituição desse por outros recursos energéticos, o que

poderia adiar o esgotamento. Entre os que acreditam que o pico de produção do petróleo ainda está distante no horizonte, podemos citar Igor Fuser e Daniel Yergin.

Fuser (2013, p. 71) destaca que “no ritmo atual de consumo, de 87 milhões de barris diários, ou 32 bilhões anuais, a humanidade levaria, caso novas descobertas não ampliem as reservas, 45 anos até consumir a última gota de petróleo”. Contudo, o otimismo deve ser moderado, considerando que parte das reservas originais de petróleo estão depositadas no fundo da terra nas mais variáveis condições, nem todas de fácil acesso ou economicamente viáveis, de maneira que sua exploração vai depender de pré-requisitos técnicos e econômicos.

Já Yergin (2014) ressalta que, de todo petróleo possível de ser produzido em um campo apenas de 35 a 40% é produzido por meio de métodos tradicionais, sendo então as novas tecnologias fundamentais para exploração completa. As novas tecnologias também mostram que poços já descobertos podem ser muito maiores do que se pensava. Nesse sentido, o autor aponta que as correções nas capacidades das reservas já descobertas acrescentam mais petróleo do que as novas descobertas de reservas. Assim, mesmo que a taxa de descoberta de novas reservas esteja em declínio, adições às capacidades das reservas já descobertas são recorrentes conforme os campos são desenvolvidos.

A diferença no equilíbrio entre as descobertas, as revisões e as adições é imensa. Segundo um estudo realizado pelo USGS, 86% das reservas de petróleo dos Estados Unidos são resultado não das estimativas da época da descoberta, mas sim de revisões e adições realizadas ao longo do seu desenvolvimento. A diferença foi resumida por Mark Moody-Stuart, ex-presidente do conselho da Royal Dutch Shell, recordando sua época como geólogo da área de exploração em campo: “Costumávamos brincar o tempo todo dizendo que os engenheiros de petróleo, que desenvolviam e expandiam os campos, descobriam muito mais petróleo do que nós, exploradores, que fomos responsáveis por encontrar os campos” (YERGIN, 2014, p. 251).

De acordo com a revisão histórica de Yergin (2014), somando todas as vezes em que o mundo acreditou estar chegando ao pico da produção de petróleo, o momento atual seria a quinta vez. A moderna indústria do petróleo teria tido origem em 1859 na Pensilvânia, e já em 1885 acreditava-se que o mundo ficaria sem petróleo em breve. Contudo, é recorrente, ao longo da história, que se façam novas descobertas de reservas de petróleo cada vez que esse temor se coloca. Na época da primeira crise, foram descobertas novas fontes de petróleo nos Estados Unidos, essenciais para suprir a nova fonte de demanda daquela época: o automóvel.

Gráfico 4: Histórico de preços do petróleo.



Fonte: Elaborado pela autora com os dados da BP (2016).

O preço está expresso em US\$ 2015.

Após a Primeira Guerra Mundial, o mundo viveu novamente o temor do fim do petróleo, já que o motor a combustão interna causou importante incremento na demanda do recurso. Assegurar o acesso ao suprimento de petróleo se tornava, pela primeira vez, um objetivo estratégico para muitos Estados (YERGIN, 2014). A escassez durou pouco, novas áreas se tornaram acessíveis e novas tecnologias contribuíram para aumentar a oferta de petróleo no mercado internacional, ocasionando um choque de oferta por volta de 1931, durante o qual o petróleo chegou a ser vendido a US\$ 00,10 o barril (Gráfico 4).

Durante a Segunda Guerra Mundial o petróleo se tornou ainda mais importante, sendo que pouco depois da guerra acabava a autossuficiência americana em petróleo, e pela terceira vez o medo de que ele fosse acabar ganhou a cena (YERGIN, 2014). O fantasma da escassez recuaria com as novas descobertas no Oriente Médio e novas tecnologias, que levaram a um novo excesso de oferta, que manteve os preços baixos e estáveis até a década de 1970 (Gráfico 4).

A quarta vez em que o mundo acreditou estar ficando sem petróleo aconteceu durante a década de 1970, em razão da Guerra de Yom Kippur, que ocasionou o primeiro choque do petróleo. Mais tarde na mesma década, a Revolução Iraniana originou o segundo choque do petróleo (YERGIN, 2014). Mais uma vez, o medo levou à busca frenética por novas fontes de petróleo e massivas descobertas: Em 1986 aconteceria um novo choque da oferta, e os preços chegariam a US\$10,00 (Gráfico 4).

No início do século XXI o mundo estaria ficando sem petróleo pela quinta vez, o que levou seu preço a atingir recordes históricos (Gráfico 4). O acelerado crescimento da China, somado ao que Yergin (2014) chamou de ruptura agregada – interrupções nas produções venezuelana, nigeriana e americana de petróleo – trouxeram incertezas sobre a suficiência dos recursos mundiais. Ainda, a questão ambiental reforçou a necessidade de afastamento do petróleo enquanto recurso energético.

Na atualidade, contudo, o temor quanto à escassez do petróleo é uma questão mais simples do que existirem ou não as tecnologias necessárias para sua exploração: o petróleo estaria simplesmente acabando, e já teríamos consumido mais da metade das reservas existentes (YERGIN, 2014). Seguindo essa linha, o modelo de “pico petrolífero” apresentado pela Cambridge Energy Research Associates (CERA *apud* OLIVEIRA, 2012) não tem o formato de um pico, mas de um platô, formado por oscilações que demonstram a instabilidade vinculada à dependência de descoberta de novas reservas de petróleo não convencional.

O modelo da CERA parece estar próximo da atual realidade. Como é possível perceber no Gráfico 4, o aumento dos preços ocasionado pelos choques da década de 1970 impulsionou um ciclo de expansão produtiva durante a década de 1980. Nesse período, a Arábia Saudita optou por ampliar a oferta de petróleo e recuperar o *market share* que havia perdido para outros fornecedores e recursos alternativos, evento que ficou conhecido como “contrachoque do petróleo” (OLIVEIRA, 2012). Isso,

somado aos esforços de diversos países para aumentar a sua produção nacional de petróleo e a ampliação da infraestrutura de extração petrolífera em países exportadores, fizeram com que a oferta de petróleo se tornasse relativamente abundante nesse período.

Nota-se claramente que o primeiro ciclo de aumento dos preços do petróleo (1973-1978) viabilizou os investimentos que tornaram a exploração de grandes poços de petróleo offshore uma realidade no Mar do Norte, enquanto muitos dos investimentos na ampliação da prospecção dos anos 1970 e 1980 resultaram em aumento da extração petrolífera, apoiada em poços menores, nos anos 1990. O mesmo pode ser considerado válido para inúmeras regiões do mundo, que aumentaram a extração de petróleo nos anos 1990, com base nos investimentos em prospecção dos anos 1980 (OLIVEIRA, 2012, p. 143).

Esse ciclo teria perdido força com a chegada da década de 1990, quando determinadas condições acabaram criando um cenário de oferta excedente de petróleo. A demanda foi reduzida por questões como as recessões econômicas dos anos 1980 e o período de baixo crescimento econômico, o colapso da URSS e a crise asiática de 1997. Esse excedente de petróleo se traduziu em cerca de quinze anos de preços de petróleo reduzidos (Gráfico 4).

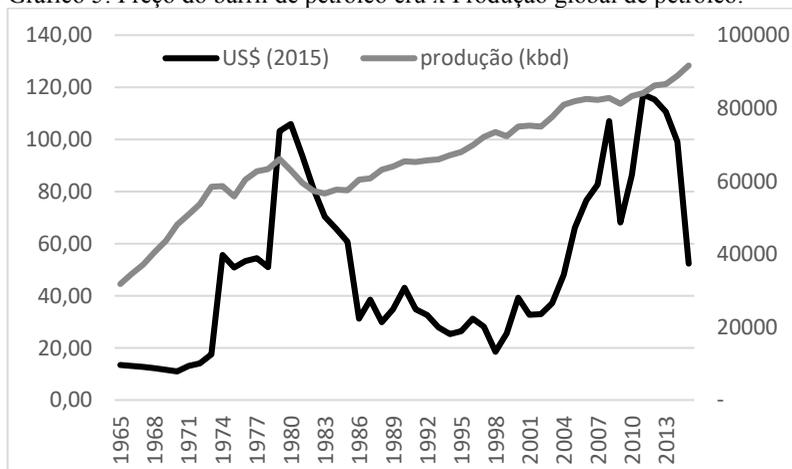
Na virada do milênio, a queda de investimentos no setor – que havia se tornado menos atrativo durante os anos 1990 – e a consequente desaceleração da produção iriam coincidir com um crescimento da demanda, principalmente nos países emergentes e a partir da entrada da China na OMC em 2001, naquilo que Yergin (2014) chamou de “choque da demanda”. Novamente os preços subiram, chegando a um pico de US\$ 145,00 em 2008, e promoveram novos investimentos na indústria petrolífera. Esses novos investimentos, por sua vez, tornaram viáveis novas zonas de exploração de recursos alternativos, como foi o caso da exploração do xisto ao longo dos últimos anos.

Percebe-se, dessa maneira, que a produção de petróleo segue ciclos de expansão. Embora a produção de petróleo tenha estado perto de encontrar um platô no meio da década de 2000, a alta do preço do petróleo favoreceu um novo ciclo de expansão, o que se enquadraria dentro das

oscilações previstas pela CERA no âmbito da produção de petróleo não convencional. Também pode-se perceber que, a cada novo ciclo, os preços do petróleo tendem a aumentar de patamar (Gráfico 4), de maneira que a previsão é que o novo preço de equilíbrio deve ficar entre US\$ 40,00 e US\$ 60,00 (KEMP, 2015; U.S. ENERGY..., 2016). Isso pode caracterizar-se como um encarecimento progressivo do petróleo (OLIVEIRA, 2012), que no longo prazo poderia inviabilizá-lo enquanto combustível, argumento que é reforçado, ainda, pelos altos custos ambientais que a exploração do petróleo não convencional tem apresentado até agora, que dificultam a expansão de sua exploração em larga escala. Nesse sentido, o uso do petróleo poderia ficar restrito aos fins para os quais não tem um substituto facilmente disponível no mercado.

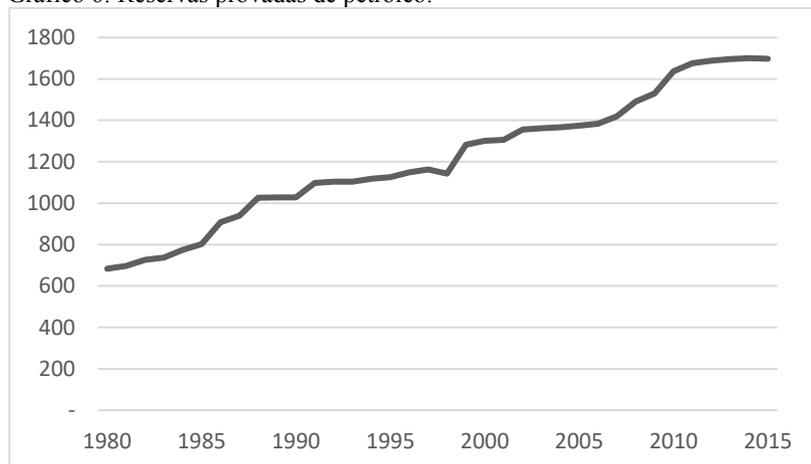
Nesse cenário, os dados mostram que a produção mundial de petróleo ainda não atingiu um platô (Gráfico 5), mas as reservas de petróleo parecem ter chegado a um limite, tendo decrescido 0,1% em 2015 (Gráfico 6). Desde o início da indústria do petróleo, no século XIX, o mundo produziu cerca de um trilhão de barris, e acredita-se que ainda existam mais cinco trilhões deles, dos quais 1,4 trilhão é considerado acessível (YERGIN, 2014). Ainda, é importante destacar a capacidade produtiva, que cresceu de dez milhões de barris/dia em 1946 para 97 milhões em 2015 (IEA, 2016).

Gráfico 5: Preço do barril de petróleo cru x Produção global de petróleo.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2016).

Gráfico 6: Reservas provadas de petróleo.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da BP (2016).

O volume das reservas está expresso em bilhões de barris.

No que diz respeito ao futuro, segundo a última previsão da IHS CERA (JACKSON, 2010), a produção mundial de petróleo deve crescer até 2030, sem sinais de pico. Nesse cenário, espera-se que a capacidade produtiva salte dos atuais 97 milhões de barris/dia para 115 milhões de barris/dia em 2030, um aumento de 18%. Seguindo essas previsões e levando em conta os setenta mil campos de petróleo e os 4,7 milhões de poços, combinados com a produção atual e 350 novos projetos (YERGIN, 2014), os mais otimistas acreditam que o mundo está longe de ficar sem petróleo (FUSER, 2013; OLIVEIRA, 2013; YERGIN, 2014).

Com certeza as estatísticas nos permitem certo otimismo com relação ao ponto em que a produção mundial de petróleo atingirá seu limite e entrará em declínio. Contudo, é importante ressaltar que não existem respostas definitivas, pois estamos lidando com um sistema complexo. Ainda, devemos considerar alguns desafios. O novo cenário de produção de petróleo certamente exigirá projetos maiores e mais complexos, considerando os desafios geológicos a serem enfrentados, que certamente implicarão em maiores custos e investimentos. O derretimento das calotas polares no Ártico, por exemplo, foi responsável por criar rotas para o tráfico de navios na região, facilitando o acesso a novas reservas

de petróleo antes inacessível. De qualquer maneira, explorar petróleo nessa região é um grande desafio e ainda não se dispõe das tecnologias necessárias para evitar grandes catástrofes em condições adversas como as encontradas no Ártico.

Yergin (2014), aponta ainda os riscos que ocorrerão “na superfície”, de ordem política, econômica e militar relacionados, na maioria das vezes, ao acesso. O acesso aos recursos petrolíferos é fundamental nessa indústria e muitas vezes problemático, nem sempre pode ser contornado pela tecnologia. Os riscos envolvem as políticas que os governos criarão e que afetarão a exploração de petróleo em seus territórios, a estabilidade dos países onde se encontram as maiores reservas, em termos de corrupção, ameaça de guerra civil e criminalidade, a ameaça do terrorismo. Ainda, a incerteza quanto a “data de validade” das reservas pode promover iniciativas perigosas em países que dependem do petróleo para a geração de seus orçamentos, como as recentes experiências de enriquecimento de urânio no Irã.

Por fim, sem dúvida a história da produção mundial de energia, em especial de petróleo, é também uma história de avanços tecnológicos. Como veremos no capítulo três, no século XXI, a ameaça da escassez e o consequente aumento do preço do petróleo promoveram a expansão da produção, a partir de inovações tecnológicas. Essa expansão rumou em direção ao desenvolvimento de recursos mais desafiadores, que ficaram conhecidos como não convencionais, ou não tradicionais. Nesse contexto, o petróleo não convencional torna-se um dos pilares para o futuro do suprimento global, afastando ainda mais o platô da produção no horizonte.

Isso é uma realidade especialmente nos Estados Unidos, maior produtor global de petróleo do ano de 2015 (BP, 2016), onde as novas tecnologias permitiram explorar em grande quantidade o petróleo e o gás de xisto. Nesse sentido, a projeção do pico petrolífero de Hubbert para os Estados Unidos, que havia se tornado paradigmática ao ter acertado, com décadas de antecedência, que o país chegaria ao seu ponto máximo de produção por volta de 1970, provou-se equivocada.

Como podemos perceber, prever quando o petróleo atingirá seu pico de produção é uma tarefa difícil. As novas tecnologias têm tornado viável a exploração em locais antes impensáveis, de maneira que se pode dizer que o mais provável é que o pico tenha mais um formato de platô do que de um cume propriamente dito. Os erros nas previsões são recorrentes porque é difícil mensurar corretamente a quantidade de

petróleo que ainda será viável explorar. Contudo, à medida que o platô da produção de petróleo se distancia no horizonte, a questão ambiental se torna cada vez mais urgente: a matriz energética global deve, em breve, sofrer uma transição importante rumo às energias renováveis, ou a vida na terra corre sério risco de encontrar sua extinção.

No capítulo seguinte será trabalhado, de maneira mais profunda, o contexto sistêmico de longo prazo, a partir de questões como energia, transição hegemônica e crise sistêmica. Primeiramente, será abordada a questão das transições energéticas, seção que servirá de base para a seguinte, que lida com energia e a transição hegemônica. Finalmente, é abordada a atual crise sistêmica, com ênfase na temática ecológica.

2. ENERGIA, TRANSIÇÃO HEGEMÔNICA E A CRISE DA ERA DO PETRÓLEO

A perspectiva dos sistemas-mundo apresenta diferentes modelos (entre seus teóricos) sobre o desenvolvimento do sistema-mundo desde sua emergência por volta de quinhentos anos atrás. Immanuel Wallerstein aborda o surgimento da economia-mundo capitalista a partir da crise do feudalismo europeu, durante o longo século XVI. De acordo com o autor, à medida em que foi se expandindo, o sistema não mudou sua estrutura básica, marcada por tendências de longo-prazo para o custo do trabalho, matérias-primas e impostos, que agora chegam a níveis pouco suportáveis pelo sistema capitalista.

A civilização capitalista foi aprimorada no interior de contradições. Isso não é inusual; todos os sistemas históricos têm contradições. No caso do capitalismo histórico, há três contradições principais [...]. Ao longo da história, cada contradição foi contida por mecanismo de ajuste, mas eles se esgarçaram. A acumulação dessas fragmentações significa que o sistema-mundo moderno está se aproximando de uma crise sistêmica. Provavelmente, já está nela (WALLERSTEIN, 1990, p. 135).

Giovanni Arrighi (1994) tem um modelo que começa de maneira semelhante, mas com diferenças relevantes. O foco de Arrighi está na relação entre as lógicas de acumulação incessante de capital e de poder estatal. Esse autor formulou a ideia de que a economia-mundo capitalista evolui em ciclos sistêmicos de acumulação, cada qual centrado em um poder hegemônico que incorpora mais e mais funções sistêmicas a cada novo ciclo. Assim, o autor percebe que existem diferenças entre os ciclos e tenta demonstrar as implicações dessas diferenças, de maneira que, para Arrighi, o sistema muda durante sua evolução.

As diferenças metodológicas entre os dois autores influenciam em suas análises sobre a conjuntura atual. Arrighi acredita que a ascensão chinesa esteja anunciando a chegada de um novo ciclo sistêmico de acumulação, caracterizado como “sociedade de mercado”. Já Wallerstein adota a via da crise sistêmica, apontando que o sistema-mundo capitalista

estaria próximo de uma transição para um novo sistema ainda desconhecido.

Essas diferenças podem ser entendidas em termos de duração temporal, sendo importantes para a análise dessa dissertação duas concepções de tempo analisadas pela perspectiva dos sistemas-mundo: a longa duração – que abrange o período entre 1450 e a atualidade – e a curta duração – que compreende especificamente o ciclo hegemônico americano, de 1945 ao momento atual.

O período que vai desde 1945 até a atualidade é o espaço de tempo típico de um ciclo de Kondratieff (WALLERSTEIN, 2003). Sua fase A, ou de expansão produtiva, ficou conhecida como *les trente glorieuses*¹³, coincidindo com o período no qual os Estados Unidos teriam atingido o ápice de sua hegemonia, dentro da ordem estabelecida pelo país a partir de 1945, e com a consolidação do petróleo enquanto principal recurso da matriz energética global (PODOBNIK, 2006). A fase B teria início durante os anos 1970, com a tríplice crise da hegemonia americana, militar, financeira e ideológica, quando o fracasso militar na guerra do Vietnã soma-se à queda do regime de Bretton Woods, em 1971, e o fim da legitimidade da cruzada anticomunista. O período também coincide com a ameaça de escassez de petróleo, traduzida nos choques do petróleo da década de 1970.

Já o período mais longo, de 1450 até o presente, diz respeito ao surgimento, desenvolvimento e uma possível atual crise terminal (WALLERSTEIN, 2003). Como veremos mais adiante, essa crise é baseada em três pilares que tem dificultado a acumulação de capital: (1) o crescimento do nível de salário real enquanto parte dos custos de produção; (2) o aumento do custo dos insumos materiais – o qual será trabalhado mais profundamente na terceira seção desse capítulo, pois tem maior importância para a presente pesquisa; (3) o crescimento dos impostos.

Transição hegemônica ou crise sistêmica? Qual dessas caracteriza o momento atual do sistema-mundo capitalista? São perguntas difíceis de responder, e não é objetivo desse trabalho respondê-las de maneira precisa e definitiva. A perspectiva dos sistemas-mundo apresenta análise nos dois sentidos, de maneira que tentaremos expor esse debate. Para tanto, no presente capítulo apresentaremos essas duas vias incorporando as temáticas energética e ecológica, que convém ao objeto

¹³ Do francês “os trinta gloriosos”.

de estudo. Assim, o capítulo está dividido em três seções. As duas primeiras trabalham sob uma perspectiva de curta duração, sendo que o foco da primeira são as transições energéticas, e a segunda lida com a hegemonia americana e a energia. A terceira seção abordará, em uma perspectiva de longa duração, a crise ecológica enquanto um elemento da crise sistêmica.

2.1 AS TRANSIÇÕES E OS CICLOS ENERGÉTICOS

Nessa seção serão analisados os principais ciclos e transições energéticas da energia moderna¹⁴, a partir de uma revisão histórica. Esse processo será fundamental para a construção dessa dissertação e o desenvolvimento de perspectivas para o longo prazo. Para a melhor compreensão das transições energéticas em questão, iremos adotar a perspectiva dos sistemas-mundo, que aponta o surgimento do sistema mundo capitalista, na Europa, no século XVI (WALLERSTEIN, 2000). Esse sistema teria se expandido para incorporar cada vez mais áreas geográficas, a partir da intensificação de redes de interação política, econômica, social e cultural, de maneira que uma vez incorporada no sistema, uma nação não poderia mais ser tratada de forma independente. Inicialmente, contudo, com o propósito de perceber a diferença da abordagem dos sistemas-mundo sobre as transições energéticas, cabe resumir outras abordagens sobre o tema.

De acordo com Bruce Podobnik (2006, p. 3), um sistema energético pode ser definido como aquilo que “se origina de um recurso primário, de fonte natural, que é aproveitado para uso humano”, uma rede interconectada de produção, transporte, e consumo que entrega dado recurso às pessoas para uso diário. Petróleo, carvão, gás, madeira, água e sol são exemplos de recursos naturais. Por sua vez, o sistema global de energia se constitui a partir da complexa totalidade de sistemas energéticos individuais que se influem mutuamente. Em sua definição de sistema energético, Vaclav também destaca o uso antropogênico da energia, de maneira que os diferentes sistemas energéticos teriam exercido uma função de melhorar a qualidade da vida humana.

¹⁴ Carvão, petróleo, gás e hidrelétrica.

Any anthropogenic energy system—that is any arrangement whereby the humans use the Earth’s resources to improve their chances of survival and to enhance their quality of life (and, less admirably, also to increase their individual and collective power and to dominate, and to kill, others)— has three fundamental components: natural energy sources, their conversions, and a variety of specific uses of the available energy flows (SMIL, 2010, p. 1).

Ao longo da história, o sistema energético global passou por transformações profundas, marcadas pela ascensão de um novo combustível e sua subsequente predominância na matriz energética mundial. Essas transformações são conhecidas como transições energéticas, e podem ser definidas da seguinte maneira.

[...] an energy shift is defined as the process whereby a new primary energy resource is harnessed for large-scale human consumption. This incorporation may occur through the creation of new technologies, or through the resource being fed into preexisting systems. But whatever the intermediate process might be, the underlying material fact is that a new source of energy is being captured for use (PODOBNIK, 2006, p. 4).

Existem diversas explicações para a ocorrência de transições energéticas de longo prazo, sendo utilizados diferentes fatores para justificar por que elas ocorrem. A maioria, todavia, utiliza a tecnologia como fator chave das transições energéticas. Já o sociólogo Podobnik (2006) nos oferece uma abordagem sócio histórica, dentro da perspectiva dos sistemas-mundo, para a compreensão das transições energéticas. O autor percebe as transições como uma variável dependente, resultado da ação combinada de diferentes dinâmicas de competição: (1) eventos mundiais, como as transições energéticas globais, são influenciados, em parte, pela dinâmica da rivalidade geopolítica, alternando-se entre períodos de conflito intenso e moderado; (2) existe um processo de competição corporativa que também se alterna entre fases de inovação industrial radical e fases de crescimento mais previsível; (3) as dinâmicas

do conflito social seguem a mesma lógica, alternando fases de intensidade moderada e radical; (4) essas dinâmicas sistêmicas interagem em um processo de sequência hegemônica, marcado por períodos de ordem, em que uma hegemonia é capaz de manter o sistema estável, e períodos de caos. A alternância entre esses períodos influencia o sistema energético global, sendo que é nos períodos de caos que ocorrem as principais transições energéticas. O autor aplica essa abordagem para dois casos históricos chave.

Since the onset of the industrial revolution the world has in fact witnessed the full consolidation of two distinct energy regimes. The first, based upon coal, grew to maturity in the nineteenth century and then entered into relative stagnation in the twentieth century. The second, based upon petroleum, underwent global diffusion during the twentieth century but may be reaching maturity (PODOBNIK, 1999, p. 155).

A rivalidade geopolítica diz respeito aos “esforços dos impérios e nações para estimular a produção doméstica de energia e ganhar acesso aos recursos energéticos estrangeiros” (PODOBNIK, 2006, p. 9). Existem exemplos que datam o século X A.C., quando a cidade de Atenas usou a força para obrigar o *hinterland* a fornecer madeira para produção de energia. Também haveriam ocorrências de intervenção no circuito de produção de madeira na China, na Índia, na Europa Ocidental e no Norte da África durante o período medieval, assim como intervenções na produção de carvão na França e na Inglaterra durante as Guerras Napoleônicas. Na história mais recente, as dinâmicas de intervenção estatal na produção de energia seriam intensificadas durante as duas guerras mundiais.

Dentro desse contexto, na segunda metade do século XIX, o futuro energético da Grã-Bretanha parecia incerto. Assumia-se que o carvão poderia acabar em uma geração e não haveria uma alternativa viável (PODOBNIK, 2006). Duas sugestões foram oferecidas: expedições militares para garantir acesso às novas reservas de carvão no exterior, e as companhias energéticas foram aconselhadas a explorar mais seus trabalhadores para aumentar a produção doméstica.

Na época, contudo, a potência hegemônica do sistema-mundo sofreu a resistência de outras potências coloniais no exterior e os sindicatos em casa, além dos problemas ambientais que estavam se originando da queima de carvão: a hegemonia britânica poderia estar com os dias contados (PODOBNIK, 2006), e o mesmo combustível que tinha contribuído para sua ascensão estaria contribuindo para o enfraquecimento do império britânico.

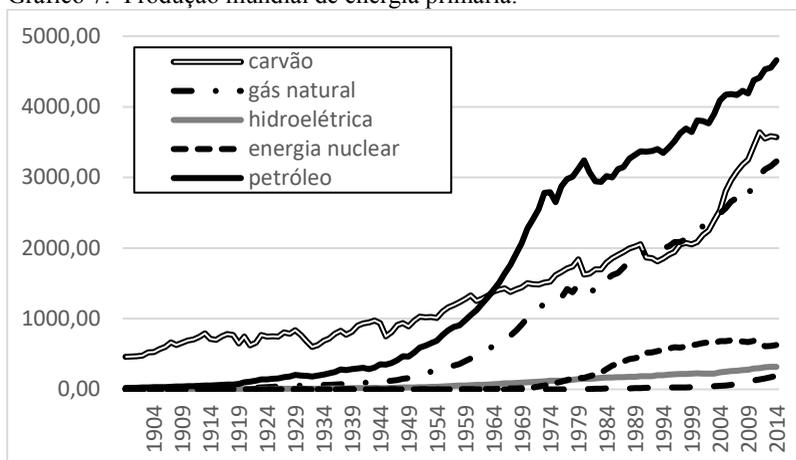
No início do século XX, o petróleo surgiu como alternativa ao carvão, sendo hoje o principal combustível da matriz energética global (Gráfico 1). Além disso, e ao contrário do que se pensava, o carvão não se esgotou e a produção do mesmo continua crescendo até os dias de hoje (Gráfico 7), muito embora sua participação na matriz energética global venha se reduzindo desde a virada do século XX (Gráfico 8).

Na transição do carvão para o petróleo (Gráfico 7), entre outros fatores, pesou a questão estratégica da guerra: Churchill sugeriu que a troca do combustível que movia a marinha britânica, assim como a garantia do suprimento de petróleo a partir do controle acionário sobre a *Anglo-Persian Oil Co*, seriam essenciais para a vitória no conflito seguinte, que acabou se tornando a Primeira Guerra Mundial. Essa situação demonstra a importância da dinâmica de rivalidade geopolítica apontada pela perspectiva dos sistemas-mundo.

One of the most enduring features of the modern world-system has been that of geopolitical rivalry among nation states for military and economic primacy. Since long-term military strength is intimately tied to the economic health of a given state, political leaders have often intervened in commercial matters, especially in sectors that are judged to be of strategic significance. This state intervention has been particularly common in the case of energy industries (PODOBNIK, 2006, p. 9).

Nesse contexto, o petróleo emergiria da primeira grande guerra como o combustível em mais rápida ascensão na Grã-Bretanha, transição que se propagou para o resto da economia-mundo capitalista, começando pelos Estados Unidos e atingindo países como a França, Austrália, Rússia e Japão (PODOBNIK, 2006).

Gráfico 7: Produção mundial de energia primária.

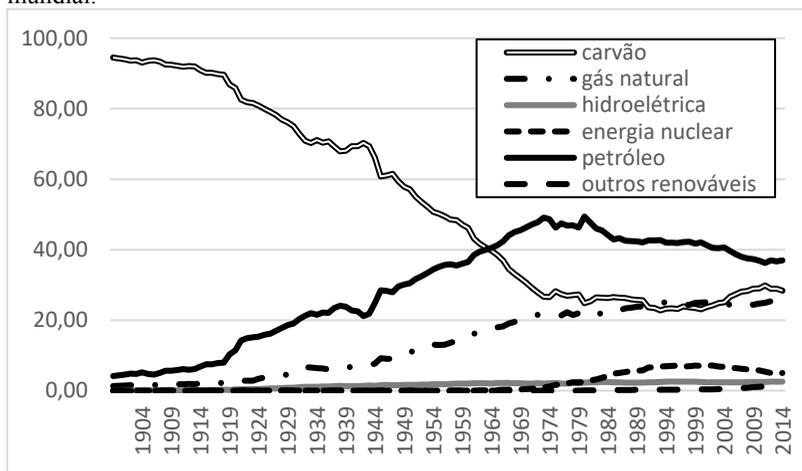


Fonte: Elaborado pela autora com dados de Etemad e Luciani (1991) e EIA (U.S. ENERGY..., 2015c).

Etemad e Luciani para 1900-1980 e EIA para 1981-2014.

O volume da produção está expresso em Mtoe.

Gráfico 8: Participação (%) dos combustíveis primários na matriz energética mundial.



Fonte: Elaborado pela autora com dados de Etemad e Luciani (1991) e EIA (U.S. ENERGY..., 2015c).

Etemad e Luciani para 1900-1980 e EIA para 1981-2014.

And even as the world rocked by the First World War, the Great Depression, and the Second World War, investments in oil-based technologies and infrastructures continued doggedly ahead. Massive new fleets of ships, trucks, cars, and airplanes were built, and entire regions of the world were incorporated into a new energy system based on oil. The speed and magnitude of this shift, carried out during very turbulent decades, was quite breathtaking (PODOBNIK, 2006, p. 2).

Embora seja de grande importância, o papel do Estado, no âmbito das rivalidades geopolíticas, não explica sozinho as transições e a maturação das tecnologias energéticas que as tornam possíveis. As inovações, na economia-mundo, também acontecem no ambiente competitivo empresarial. Por se tratar de um setor bastante lucrativo, o setor energético atrai a atenção de muitos empresários e investidores, propiciando uma competição fundamental para as transições energéticas globais, alternada em fases de competição corporativa intensa e fases de competição oligopolista controlada (PODOBNIK, 2006).

Nesse sentido, a produção de carvão teria começado em meio à competição intensa entre pequenas empresas mineradoras que, após um processo de consolidação industrial, teriam se transformado em um pequeno grupo de empresas dominantes nas diferentes regiões produtoras. O mesmo aconteceu de forma mais intensa na indústria do petróleo, de maneira que um seleto grupo de empresas petrolíferas conseguiu expandir suas operações em escala mundial, limitando a competição. Todavia, existem períodos de colapso dessa estabilidade competitiva, quando a concorrência volta a se intensificar, ajudando a definir o cenário para mudanças no sistema energético global (PODOBNIK, 2006).

The rise of the multinational oil corporation stands as a remarkable case of entrepreneurial growth and innovation in the face of significant market challenges [...] oil prices were higher than coal prices in most markets when oil firms began their

rapid expansion. And as oil companies began penetrating into established markets, coal companies tried to mobilize public opinion and government influence against oil. The oil companies that succeeded in winning markets away from coal clearly did so in extremely competitive environments (PODOBNIK, 2006, p. 11-12).

Esse caso relatado por Podobnik nos mostra a importância do papel das empresas no desenvolvimento de inovações que possam promover mudanças no sistema energético global. Essas inovações podem ocorrer em condições desfavoráveis, naquilo que muitos assumem ser uma indústria energética estática, demonstrando que as empresas conseguem superar obstáculos colocados pelos preços e encontrar novas oportunidades de expansão e lucratividade. Outro exemplo dessa dinâmica é o momento atual, no qual os baixos preços do petróleo, que tornam esse um recurso energético mais atrativo, não impediram, contudo, que as energias renováveis, mais caras, fossem a fonte energética de maior crescimento no ano de 2015, como veremos mais adiante. O mesmo se aplica à exploração americana do xisto, que foi possibilitada por um período de alta do preço do petróleo, e com as inovações que surgiram durante esse período consegue se manter apesar de agora os preços do petróleo estarem mais baixos.

Com um papel um pouco marginalizado nas discussões sobre a evolução da economia-mundo capitalista e suas indústrias energéticas, o conflito social é considerado central na análise de Podobnik, e na perspectiva dos sistemas-mundo em geral.

Dynamics of social conflict have had far-reaching impact on the historical evolution of large-scale energy industries. Struggles carried out by coal miners to protect their livelihoods and communities, for instance, changed work procedures, wage rates, and safety regulations in coal sectors throughout the world. Oil industries, for their part, have been transformed by labor and nationalist struggles with deep roots in civil society. Campaigns undertaken by environmental and indigenous rights movements have constrained

the expansion of hydroelectric and nuclear projects (PODOBNIK, 2006, p. 12).

Dentro desse contexto, além da questão estratégica da guerra e da competição corporativa, na transição do carvão para o petróleo a emergência de tensões sociais e ambientais em torno da indústria do carvão na Grã-Bretanha também foi fundamental. No final do século XIX e após o final da Segunda Guerra Mundial, a indústria do carvão passou por ondas de militância laboral que seriam fundamentais para a primeira transição energética global. As reivindicações dos trabalhadores focavam o alto grau de perigo do trabalho no interior das minas, e as campanhas, por sua persistência e alto número de pessoas envolvidas, conseguiram, no médio prazo, melhorias nas condições de trabalho, assim como impulsionaram a transição para o petróleo (PODOBNIK, 2006).

Apesar de ter conseguido manter certa tranquilidade social, a indústria do petróleo também teve sua onda de conflito social, que chegaria durante a segunda metade do século XX, quando os principais países exportadores passariam por conflitos internos onde trabalhadores e cidadãos questionaram as grandes empresas de petróleo e os regimes favoráveis ao ocidente, culminando na nacionalização das indústrias de petróleo, e os subsequentes choques do petróleo, que por sua vez fizeram com que muitos países se voltassem para a diversificação e a eficiência energéticas. Esses movimentos internos também ajudaram na consolidação, tanto da influência dos sindicatos sobre regiões produtoras de carvão, quanto do controle de movimentos nacionalista sobre as indústrias de petróleo.

Tendo iniciado seu ciclo quase que ao mesmo tempo que o petróleo, o gás natural tem crescido em importância, aumentando consideravelmente sua participação na matriz energética global nos últimos anos. Nesse contexto, inovações na área de siderurgia, herança dos avanços tecnológicos da Segunda Guerra Mundial que possibilitaram a canalização do gás por longas distâncias (QUINTAS; QUINTANS, 2009), foram de extrema importância para que o gás natural, em conjunto com as energias hidroelétrica e nuclear, incrementasse sua participação na matriz energética global frente ao carvão. Nesse cenário, o ciclo da energia nuclear talvez seja o mais curto de todos, e muito disso se deve ao conflito social: desde o surgimento da energia nuclear ocorreram protestos populares, que mobilizaram um grande número de pessoas (PODOBNIK, 2006), como aqueles que se seguiram aos acidentes

nucleares de Chernobyl e Fukushima. Nesse cenário, crescentes movimentos em defesa do meio ambiente, em especial antinucleares, foram responsáveis por atrasos regulatórios, revisões e mudanças constantes, impedindo o crescimento dessa fonte energética (YERGIN, 2014), que em poucos anos atingiu seu platô (Gráfico 7 e 8).

Como veremos ao longo dessa pesquisa, atualmente, o mundo passa por um novo período no qual confluem a intensificação das dinâmicas de rivalidade geopolítica, corporativa e social, resultado das previsões sobre o pico da produção do petróleo, mas também de uma questão que tem ganhado muita relevância nos últimos anos: o aquecimento global. Os desafios impostos pelo aquecimento global promoveram recente crescimento nas fontes de energia renováveis, sendo as que mais crescem em capacidade nos últimos anos (BP, 2016). Esses fatores somados, seguindo a lógica de Podobnik, podem indicar que uma nova transição energética está em curso. Contudo, diversas variáveis influem sobre a possível transição energética atual, como, por exemplo, o preço do petróleo, que pode contribuir para que as energias renováveis se tornem atrativas ou não. Por sua vez, outras tantas variáveis influenciam o preço do petróleo, de maneira que as previsões sobre o futuro se tornam uma tarefa cada vez mais complexa.

Para começar a entender melhor essa atual transição, no restante do capítulo, nos debruçaremos sobre duas questões que consideramos fundamentais. Primeiramente, a relação entre hegemonia e energia, com foco na presente crise da hegemonia americana. Em segundo lugar, analisaremos a crise ecológica enquanto elemento da crise sistêmica, esboçando algumas alternativas, em termos de matriz energética.

2.2 ENERGIA E TRANSIÇÃO HEGEMÔNICA

Nessa seção será analisado em maior profundidade o ciclo sistêmico de acumulação norte-americano, buscando compreender a relação entre energia e hegemonia, e o papel dessa relação na atual fase de transição hegemônica e energética. Para isso, utilizaremos a perspectiva dos sistemas-mundo. Partindo do estudo dos padrões históricos de desenvolvimento social no longo prazo, a perspectiva dos sistemas-mundo pretende entender a formação e evolução do modo capitalista de produção enquanto um sistema de relações econômico-sociais, políticas e culturais, que nasce no fim da Idade Média Europeia e

se expande até atingir o mundo inteiro (WALLERSTEIN, 2000). Nessa perspectiva o mundo se divide em centro, periferia e semiperiferia, destacando-se a existência de economias centrais e hegemônicas.

Dentro desse contexto, Arrighi (1994) entende a evolução do sistema de maneira cíclica, por meio de ciclos sistêmicos de acumulação, terminologia utilizada pelo autor. O ciclo sistêmico de acumulação é definido pelo autor como unidade fundamental dos processos de escala global de acumulação de capital. Cada ciclo tem duas fases que tomam como base a fórmula geral do capital de Marx (MCM'). Na primeira fase, a de expansão material, há predomínio da produção. A transição para a segunda fase, de expansão financeira, começa com uma crise sinalizadora. O final do ciclo acontece com a crise terminal.

Esses ciclos, ao longo da história, foram centrados em um Estado central hegemônico (Holanda, Inglaterra, Estados Unidos) e se sobrepõem, com alternância das fases de expansão comercial e financeira. Seguindo essa linha, Arrighi entende que a característica hegemônica está relacionada ao poder de um Estado para exercer funções de liderança e governança em um sistema de Estados soberanos.

Pode-se dizer que a noção de hegemonia de Gramsci consiste na 'inflação de poder', que decorre da capacidade dos grupos dominantes de apresentar seu domínio como se servisse não só aos seus interesses, como também aos dos grupos subordinados. Quando essa credibilidade falta ou mingua, a hegemonia se esvazia na pura dominação, ou seja, no que Rajanit Guha chamou de 'domínio sem hegemonia' (ARRIGHI, 2008, p. 160).

Nesse sentido, Arrighi propõe que teriam acontecido quatro ciclos de acumulação – o genovês, do século XV até o início do XVII, o holandês, do final do século XVI até o final do século XVIII, o britânico, do final do século XVIII até o início do XX, e o americano, do final do século XIX até a atualidade – mas apenas três de hegemonia – holandês, inglês e americano. O principal fator diferenciador de cada ciclo é a internalização de um novo tipo de custo, o de proteção no holandês, o de produção no britânico e o de transação no americano.

A partir de uma leitura mais ampla, para além de Arrighi, pode-se perceber que a energia se constituiu, ao longo do tempo, em um fator

de grande importância para as hegemonias do sistema-mundo capitalista. Arrighi, no entanto, não aborda esse fator de maneira relevante em sua obra, razão pela qual recorreremos a diferentes autores.

Durante o século XVI inicia-se um novo período na história da humanidade: a difusão do comércio começa a converter a produção de mercadorias em uma atividade regular (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Essa produção, todavia, se encontrará dispersa, pouco organizada e dependente das habilidades de produtores individuais até meados do século XVIII, durante os ciclos de acumulação genovês e holandês. A partir do momento em que esses produtores são reunidos dentro das fábricas e organizados sob a divisão do trabalho a produção de mercadorias se dará de acordo com novos parâmetros, consolidados na Inglaterra durante o século XVIII.

Nesse sentido, entendemos que foram esses novos parâmetros que levaram à busca por um padrão energético mais eficiente e estável. O aumento da produção manufatureira gera lucros mais expressivos, que são reinvestidos na produção gerando novos meios de produção. É assim que durante a Revolução Industrial ocorre a invenção da máquina a vapor, que utiliza carvão e é móvel, permitindo o deslocamento da produção do interior da Inglaterra para regiões mais urbanizadas e proporcionando mais regularidade e eficiência na produção de energia, quando comparada com a energia humana, animal ou hidráulica.

Dessa forma, no ciclo sistêmico de acumulação britânico, as mudanças nos parâmetros produtivos e o domínio das fontes energéticas e das tecnologias para explorá-las e utilizá-las se revelaram fundamentais para a fase de expansão material, tornando possível a internalização, além dos custos de comercialização e proteção, dos custos de produção pela Inglaterra e ratificando gradativamente a supremacia inglesa frente aos holandeses. Assim como o carvão foi fundamental para a hegemonia britânica no século XIX, o petróleo tem sido fundamental para a hegemonia americana. Dentro desse contexto, a dependência da economia-mundo capitalista para com a energia tem crescido ao longo do desenvolvimento do sistema, em uma tendência histórica estrutural, considerando que o progresso das condições materiais demanda crescentes quantidade de recursos energéticos (FUSER, 2013). Os hidrocarbonetos têm se mostrado de imensa importância nesse cenário, sendo os principais recursos da matriz energética mundial atualmente, de maneira que a história da exploração dos hidrocarbonetos acompanha a

história do imperialismo e do desenvolvimento do capitalismo em diferentes níveis nos Estados.

Nesse contexto, o papel dos ciclos energéticos longos, sua influência na economia e na política, especialmente no acúmulo de riqueza e poder, assim como sua relação com os ciclos hegemônicos, parecem ser essenciais para a compreensão de processos estruturais de longo prazo fundamentais. As fontes de energia, para o capitalismo atual, não são importantes apenas na fase de produção de mercadorias, mas também no seu transporte ao redor do globo; além do mais, constituem importante fonte de poder para os Estados que os controlam, como pode ser observado pelo caráter estratégico das reservas de petróleo nas duas grandes guerras mundiais. Sendo assim, é possível afirmar, de maneira geral, que os paradigmas energéticos surgem durante a fase de expansão financeira do ciclo sistêmico que está em decadência, e afirmam-se na fase de expansão material, quando se espraiam para o resto do sistema. Isso porque o domínio da fonte energética principal de cada ciclo aumenta a capacidade de liderar a acumulação de riqueza e tecnologia, permitindo o desenvolvimento de capacidades militares e produtivas.

Como vimos no capítulo anterior, a indústria petrolífera moderna possui suas raízes no modelo de empresa verticalmente integrada, criada por Rockefeller na segunda metade do século XIX, ou no período de expansão financeira da hegemonia britânica, quando começaram a se formar os agentes e estruturas que dariam início ao ciclo de acumulação norte-americano. Seguindo essa linha, a consolidação do ciclo energético se dará na fase de expansão material do ciclo sistêmico de acumulação norte-americano (OLIVEIRA *et al.*, 2016), impulsionada pela grande relevância que esse recurso terá nas guerras mundiais e, mais tarde, na indústria do automóvel, como veremos a seguir.

Às vésperas da Primeira Guerra Mundial, Winston Churchill toma uma decisão que entraria para a história: a marinha britânica deveria trocar o combustível de carvão para petróleo, o que a tornaria mais rápida do que a marinha alemã e garantiria a economia de trabalhadores, eficiência, autonomia e menos barulho (YERGIN, 2006). Isso, no entanto, significaria que a Inglaterra não mais dependeria do carvão produzido em Wales, mas de fontes inseguras da Pérsia, tornando a segurança energética uma questão nacional estratégica. Como forma de garantir o fornecimento do óleo utilizado nos navios, Churchill teve de convencer o Parlamento Britânico da necessidade de controle acionário da *Anglo-Persian Oil Co.*, atualmente a BP (MARINHO, 1989). Menos de duas semanas depois de

ter sido aprovada a medida proposta por Churchill, o arquiduque da Áustria era assassinado e a Primeira Guerra Mundial se iniciava. A Inglaterra contava com grande vantagem: a exclusividade do controle da exploração de petróleo na Pérsia, assegurando, dessa maneira, o abastecimento de sua marinha durante e após a guerra.

A Primeira Guerra foi fundamental para inclusão da temática energética nas discussões da agenda de segurança nacional de diversos Estados (OLIVEIRA, 2007). A relação entre petróleo e poder militar se tornou ainda mais substancial nesse período, quando os veículos de combate, de reconhecimento e de logística – máquinas de guerra movidas a petróleo – foram introduzidos durante o conflito (KLARE, 2001). Ao final da guerra não eram só os navios que podiam utilizar petróleo para se movimentarem, mas também os submarinos, aviões e tanques, que utilizavam o motor de combustão interna e eram invenções do período, se mostrando decisivas em muitas batalhas (OLIVEIRA, 2007). Essa dinâmica continuou a influenciar as estratégias dos Estados depois da Primeira Guerra Mundial. Acreditando que o próximo grande conflito utilizaria ainda mais armas movidas a petróleo, muitos governos seguiram o exemplo britânico, criando empresas estatais e procurando obter controle sobre reservas estrangeiras de petróleo (KLARE, 2001). Nesse sentido, a atual potência hegemônica do sistema-mundo capitalista, os Estados Unidos, adquiriu esse status após a Segunda Guerra, em uma ascensão que passou por disputa com a Alemanha envolvendo recursos energéticos.

Quando do início da Segunda Guerra já estava claro o valor estratégico do petróleo, assim como de outros recursos energéticos, sendo esse motivo de algumas grandes batalhas (KLARE, 2001). Humilhados no Tratado de Versalhes, os alemães perderam, entre tantos territórios e cidades, o território de Sarre – cedido à França por quinze anos – rico em carvão, matéria-prima da indústria alemã. Dessa forma, a expansão germânica durante a Segunda Guerra Mundial, movida pelo nazismo, visava o carvão e o ferro da Sibéria, o petróleo da Romênia e do Cáucaso, o trigo da Ucrânia, assim como uma nova divisão do mundo colonial que incluísse a Alemanha. Em 1941 os alemães avançaram para o norte do continente Africano, e invadiram também a União Soviética, buscando atingir as reservas de petróleo do Oriente Médio, Cáucaso e Mar Cáspio. Além de Moscou e Leningrado, um dos alvos da invasão do território soviético pelos alemães era o centro petrolífero de Baku (atualmente Azerbaijão).

Ao longo da guerra, os combustíveis derivados do petróleo se mostraram cada vez mais importantes para a logística dos confrontos, o que os tornou essenciais no planejamento das operações, tendo o petróleo sido determinante na derrota alemã em Stalingrado. À medida que os alemães tentavam chegar até Baku, se viram privados de combustível, o que fez com que tentassem produzir óleo por meio da liquefação de carvão. Essa tentativa, contudo, foi frustrada por bombardeios dos aliados (1944-45), paralisando de vez a máquina de guerra alemã. Nesse cenário, o ponto de virada da Guerra aconteceu em 1943, quando a Alemanha foi derrotada em duas batalhas por controle de regiões petrolíferas, no norte da África, em El Alamein, e na Ásia Central, no Oriente Médio e Stalingrado (MARQUES; SALVADOR, 2005).

Na Segunda Guerra, a disponibilidade de recursos energéticos foi um dos determinantes do sucesso de Estados Unidos e União Soviética. Os Estados Unidos, por exemplo, foram capazes de extrair petróleo suficiente de suas reservas domésticas para abastecer suas próprias forças e de seus principais aliados (KLARE, 2004), sendo responsáveis por fornecer seis de cada sete barris de petróleo que esses consumiram no período. Com o fim da Guerra, os rendimentos do petróleo americano trouxeram ao país grande prosperidade, além de terem possibilitado a rápida recuperação econômica à Europa e ao Japão, culminando em uma nova expansão do comércio e da produção mundiais, a fase inicial do ciclo sistêmico de acumulação centrado nos Estados Unidos, o que ficaria conhecido como Era Dourada do Capitalismo das décadas de 1950 e 1960.

Seguindo essa linha, o período de prosperidade inicial não teria sido possível não fosse o funcionamento em conjunto do keynesianismo militar e social em escala mundial (ARRIGHI, 2008). O keynesianismo social, que teve patrocínio dos Estados Unidos, era baseado no pleno emprego, no elevado consumo de massa no Norte ocidental, e no “desenvolvimento” do Sul global. Já o keynesianismo militar pode ser descrito pelos grandes gastos para o rearmamento dos Estados Unidos e aliados e o estabelecimento de uma extensa rede de bases militares permanentes. Tais gastos teriam sido legitimados, principalmente, pela ameaça comunista.

Dentro desse contexto, o período conhecido como Guerra Fria pode ser caracterizado pelo duopólio de poder, ou o “equilíbrio do terror”, marcado pela corrida armamentista. Nesse sentido, os armamentos nucleares elevaram os conflitos a um novo nível, e a instalação de mísseis

de longo alcance, tanto pelos Estados Unidos como pela URSS, superou ainda mais as expectativas de poder de destruição, colocando de lado a antiga tendência europeia de reprodução de um equilíbrio de poder entre pluralidade de estruturas militares autônomas e mais ou menos iguais. A nova tendência era a de concentração e centralização das capacidades militares globais, partindo da elevação dos custos e da destrutividade dos armamentos utilizados na luta pelo poder.

Ainda, Arrighi e Silver (2001) destacam o papel da extensa rede de bases ultramarinas, quase permanentes mantida pelos Estados Unidos na era da Guerra Fria, como parte de um regime político-militar mundialmente abrangente, centrado nos Estados Unidos, e complementado pelo sistema monetário mundial instituído em Bretton Woods, que também tinha como centro os Estados Unidos.

Essas duas redes interligadas de poder, uma militar e uma financeira, permitiram que os Estados Unidos, no auge de sua hegemonia, governasse o sistema globalizado de Estados soberanos em uma medida que ultrapassava por completo não apenas os horizontes dos holandeses do século XVII, mas também os da Grã-Bretanha imperial do século XIX (ARRIGHI; SILVER, 2001, p.103).

No entanto, para Arrighi e Silver (2001), a dominação militar e financeira estadunidense não era suficiente para a nova hegemonia mundial, e não seria “capaz de pôr fim ao caos sistêmico que prevalecia e de restabelecer condições favoráveis à reprodução ampliada do capital em escala mundial” (ARRIGHI; SILVER, 2001, p. 211). Os Estados Unidos ainda teriam que lidar com a escalada da insatisfação social. Nesse sentido, os autores destacam o papel da Organização das Nações Unidas (ONU) como “uma espécie de espírito internacional do New Deal, uma adaptação da filosofia do Estado de bem-estar ao campo das questões mundiais” (ARRIGHI; SILVER, 2001, p.213). A ONU seria uma espécie de órgão regulador internacional “neutro” para o controle de problemas sociais e políticos mais graves.

Dentro desse contexto, os problemas sociais e políticos mais explosivos do início do período pós-guerra seriam o conflito entre capital e trabalho no centro e a revolta anti-imperialista nas colônias (ARRIGHI; SILVER, 2001). Para lidar com o primeiro promoveu-se o

keynesianismo, o planejamento econômico, a integração regional e os movimentos sindicais não comunistas.

Para o Terceiro Mundo e as colônias não foi criado um Plano Marshall, que ficou circunscrito à Europa e Japão. Porém, os Estados Unidos apoiaram politicamente os processos de libertação colonial depois da Segunda Guerra Mundial e estimularam os países das periferias a receberem de braços abertos as corporações americanas, que levaram a industrialização para outras regiões do mundo (ARRIGHI, 1997). Nesse sentido, para o mundo como um todo:

A promessa hegemônica [...] foi que todos os povos do mundo poderiam realizar o sonho americano. Cada país teria que passar por um conjunto de estágios semelhantes, para chegar à “era do consumo de massas”, mas todos estavam caminhando para esse mesmo destino (desejável) (ARRIGHI, 1997, p. 217).

Quanto à questão energética, pode-se dizer que entre 1945 e o início dos anos 1970, a nova potência hegemônica do sistema gozou de uma autossuficiência energética quase que completa (GERI; MCNABB, 2011). O país era um dos principais exportadores de petróleo do mundo, e sua matriz completava a transição de dependência no carvão para o petróleo, mais limpo e fácil de manusear.

Apesar de não ser possível identificar uma política energética bem delineada para esse período, pela primeira vez, os Estados Unidos passavam a adquirir grandes quantidades de petróleo do exterior. Estava aparente que algum dia as reservas estadunidenses começariam a se esgotar, e que o país precisaria importar petróleo em grandes quantidades para complementar as declinantes reservas domésticas (KLARE, 2004). Assim, o petróleo se tornou um assunto de política externa e o Estado passou a assumir um papel mais direto em sua busca no exterior. Embora confiasse nas suas empresas privadas para negociação com produtores estrangeiros, o Estado norte-americano assumiu a responsabilidade de garantir a segurança dos investimentos americanos em energia no exterior.

Seguindo a linha cronológica, e de volta à análise de Podobnik (2006), a década de 1970 representaria um período de crise hegemônica, quando os Estados Unidos, enfraquecidos por suas campanhas militares

no sudeste asiático, teriam perdido, temporariamente, a capacidade de contenção de ameaças ao livre fluxo global de petróleo. Como já vimos, nesse período, a competição corporativa no mercado de petróleo se intensificou e o conflito social cresceu nos países detentores de reservas de petróleo, principalmente os do Oriente Médio, culminando em um esforço de autonomia desses países sobre seus recursos a partir de sua nacionalização. Os resultados desse esforço de autonomia incluíram, também, os choques de petróleo da década de setenta, que foram um ponto de inflexão para a política energética americana. Os fluxos domésticos americanos de energia, que pareciam inesgotáveis, não foram capazes, sozinhos, de sustentar a economia em expansão.

Nesse sentido, é importante a ideia de segurança energética, que trata da disponibilidade de recursos suficientes a preços acessíveis (KALICKI; GOLDWYN, 2005), numa dinâmica que transcende fronteiras, considerando as relações entre diferentes Estados e como a energia impacta a segurança nacional (YERGIN, 2014). Sendo distribuídos de maneira desigual pelo planeta, os recursos energéticos desempenham importante papel na área das relações internacionais, de maneira que a garantia de abastecimento desses recursos é uma questão prioritária em muitos Estados. No caso específico dos Estados Unidos, a ideia de segurança energética foi vinculada à autossuficiência ou independência energética em 1973, se tornando um verdadeiro mantra político no discurso de Richard Nixon sobre política energética, chamado “Projeto Independência”, e motivado pelo então recente choque do petróleo promovido pela OPEP naquele ano, que em conjunto com o segundo choque do petróleo corroborou a importância estratégica desse recurso. Contudo, devido ao escândalo de Watergate, que teve seu ápice durante o ano de 1973, a capacidade de resposta de Nixon ao choque do petróleo daquele ano foi limitada, tendo o presidente renunciado em 1974.

A administração do presidente Jimmy Carter (1977-1981) foi a responsável por escrever um novo capítulo da política energética americana. Em 1977 era criado o Departamento de Energia (DOE, na sigla em inglês) americano (GERI; MCNABB, 2011). O departamento tinha como objetivo centralizar a questão energética em um nível do gabinete presidencial, provendo uma estrutura para o planejamento nacional abrangente da área de energia, tendo responsabilidades como: pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de energia, conservação de

energia¹⁵, programas regulatórios de energia, coleta e análise de dados sobre energia, pesquisa, desenvolvimento e produção de armas nucleares (objetivo que foi redirecionado, parcialmente, à questão ambiental a partir do fim da Guerra Fria) (U.S. ENERGY..., 2016a).

A principal legislação energética aprovada durante a administração Carter se chamou de Ato Nacional da Energia (1978), uma resposta direta à crise energética de 1973 (GERI; MCNABB, 2011). Essa legislação foi seguida pelo Ato de Segurança Energética (1980). O Ato Nacional da Energia e o Ato de Segurança Energética estabeleceram uma estrutura para iniciativas regulamentares e de mercado, incentivos e desincentivos fiscais, programas de eficiência e conservação energética, de combustíveis alternativos e de desenvolvimento de fontes de energia renováveis.

Com a chegada dos anos 1980, os Estados Unidos e seus aliados conseguiram restabelecer a ordem na indústria do petróleo, a partir de medidas domésticas e da criação da IEA, favorecendo a retomada da confiança no petróleo como recurso energético (PODOBNIK, 2006). O equilíbrio sistêmico havia sido reestabelecido e uma possível transição para um sistema energético global mais sustentável foi adiada. Ao mesmo tempo, a grande expansão do comércio e da produção mundiais das duas décadas anteriores começou a perder força e chegava ao fim a Era Dourada do capitalismo. O capital começou a migrar crescentemente da área da produção e do comércio para as finanças e atividades especulativas: era iniciada uma nova expansão financeira sistêmica (ARRIGHI; SILVER, 2001). Como nos ciclos anteriores, a riqueza voltou a se polarizar, indicando que a base da estabilidade sociopolítica estava comprometida.

O que aconteceu no campo da energia na década de 1980 é um reflexo do que acontecia na economia-mundo como um todo: a política energética altamente regulada e a escassez de recursos da década anterior dão lugar à desregulamentação, suprimentos mais confiáveis e baratos e à confiança nas forças de mercado para controlar a oferta e a demanda (GERRI; MCNABB, 2011). Reagan, que assumiu a presidência dos Estados Unidos em 1981, tentou até mesmo extinguir o DOE, ação que não passou pelo congresso. Apesar dos investimentos em energia

¹⁵ Conservar energia quer dizer usar menos energia (usar menos o carro, por exemplo), de maneira que esse conceito se difere do uso eficiente de energia (usar menos energia para uma mesma atividade de referência).

alternativa terem sido mantidos, as pesquisas se focaram em recursos mais tradicionais como o “carvão limpo¹⁶”. Visando as dificuldades da década de 70 também se investiu em conservação de energia por meio da eficiência dos combustíveis, ajudando a derrubar a demanda americana diária de 18,8 milhões barris/dia em 1978, para 15,2 milhões de barris/dia em 1982. Os preços do petróleo só voltariam a subir a partir da invasão do Kuwait pelo Iraque, em 1990, que provocou um corte de 4,3 milhões de barris/dia na produção mundial de petróleo.

O fim da década de 1990 trouxe um novo tipo de crise para o setor energético: uma combinação de fatores ambientais, como um verão mais quente e um inverno mais seco, geraram uma série de blecautes, afetando de forma mais intensa a Califórnia (GERRI; MCNABB, 2011). Nesse cenário, os preços da energia dispararam dando origem a uma bolha no comércio de energia. Mais tarde seria descoberto que a escassez de energia era em grande parte artificial, causada pelo fechamento de instalações de geração de energia, com o propósito de aumentar os preços.

Levando em conta esses acontecimentos e visando expor ineficiências da indústria energética, foi promovida, ainda durante a década de 1990, a separação de algumas atividades tradicionalmente integradas no ramo da energia, tais como a geração, a transmissão e a distribuição (GERRI; MCNABB, 2011). Essa reestruturação tinha como objetivo submeter a geração de energia à concorrência do livre mercado, sendo que transmissão e distribuição ainda estavam submetidas a diversos níveis de regulamentação.

Contudo, de acordo com Geri e McNabb (2011), a reestruturação e a desregulação do mercado de energia, à qual os estados americanos foram forçados por políticas feitas em Washington, não teria sido uma boa ideia.

Since its first commercial production in the United States, monitoring supply and pricing of electricity was considered to be a responsibility of the individual states. The policy continued despite the fact that power was regularly being wheeled across state and the Canadian and Mexican borders. More problematic was that power was being moved over

¹⁶ Um conjunto de tecnologias e processos que tem como objetivo mitigar o impacto do carvão na geração de energia (DOWDEY, 2007).

what was proving to be an inadequately coordinated and aging transmission grid. However, deregulation and restructuring was forced upon state governments by policies made in Washington, DC. It was a recipe for disaster that, when it came, surprised everyone by its intensity (GERI; MCNABB, 2011, p. 69).

Seguindo a cronologia, na virada do milênio os ataques terroristas de setembro de 2001 ajudaram a comprovar que depender do Oriente Médio para suprir uma proporção tão grande da demanda americana por petróleo era um problema (GERRI; MCNABB, 2011), reforçado pela subsequente invasão americana do Iraque e do Afeganistão, que deixou clara a ligação entre energia e segurança nacional. Durante o restante da década o povo americano viu o preço da gasolina subir consideravelmente nas bombas de postos de combustíveis, assim como também subiu o preço do gás natural. Esses crescimentos nos preços foram atribuídos à ascendente demanda por energia vinda dos países asiáticos em crescimento acelerado, particularmente China, Índia e Coreia do Sul.

Como resultado desses eventos, a partir de 2003 duas políticas energéticas começaram a ser desenvolvidas (GERRI; MCNABB, 2011). A primeira delas, o Ato sobre a Política Energética, aprovada em 2005, lidava com a inclusão de subsídios, incentivos fiscais e empréstimos para a produção de diferentes tipos de energia (incluindo as renováveis), assim como ajustes para o incentivo à produção de energia nuclear, tecnologia do hidrogênio, compra de carros híbridos, tecnologia do carvão limpo, energia geotérmica, energia solar residencial, aumento do etanol nos combustíveis, e aumento da segurança na geração da rede de energia elétrica.

A segunda política energética, ou o Ato sobre a Independência e a Segurança Energética, aprovada em 2007 (GERRI; MCNABB, 2011), mudou a ênfase da política energética americana dos combustíveis provenientes do hidrogênio para a melhor da eficiência energética, expansão da produção e do uso dos biocombustíveis, desenvolvimento de veículos movidos a energia elétrica e melhoria da eficiência energética em equipamentos, iluminação e prédios públicos. Esse ato representou, de acordo com a página do mandato presidencial de George W. Bush (U.S. WHITE..., 2007), um grande passo em direção à expansão da produção de combustíveis renováveis, à redução da dependência

americana para com o petróleo, e uma confrontação ao aquecimento global, um caminho para uma América mais forte, segura, e limpa para as futuras gerações.

De 2006 a 2008, com o barril de petróleo tendo ultrapassado a marca histórica dos US\$ 150,00 o barril (BP, 2016), o povo americano ainda se questionava se a política energética americana era viável (GERI; MCNABB, 2011). A renovada escassez de gasolina fez com que muitos americanos culpassem países ricos do Oriente Médio, a Rússia e a Venezuela pelos preços altos. Além disso, a influência russa na Europa, por meio do uso de suas exportações de petróleo e gás para a região, os lembrava o quanto pode ser ruim depender de países estrangeiros para o suprimento de suas necessidades energéticas.

A crise de 2008 fez com que os preços caíssem mais do que a metade, cerca de 50 dólares o barril (BP, 2016). De qualquer maneira, forças políticas dos dois partidos americanos continuavam demandando mudanças políticas que pudessem garantir o retorno à independência na produção de petróleo (GERI; MCNABB, 2011). Contudo, pela primeira vez, a independência energética foi apenas uma das razões para uma nova política energética. A questão ambiental, centrada no aquecimento global, assumia um lugar central na agenda internacional, reconhecendo-se a necessidade de conexão entre as políticas energética e ambiental.

Isso ficaria evidente desde os primeiros rascunhos da política energética da administração Obama (GERI; MCNABB, 2011). Em seu primeiro esforço para reestimar a economia americana, em 2009, Obama assinou o Ato Americano de Recuperação e Reinvestimento¹⁷, prevendo gastos governamentais e incentivos fiscais para promover maiores investimentos e atividade econômica em eficiência energética, energias alternativas, entre outros (ABOUT..., 2009). Em 2011, com os preços do petróleo novamente em ascensão, o governo Obama delineou os termos que norteariam suas estratégias para o setor energético no documento intitulado *Blueprint for a Secure Energy Future*.

Rising prices at the pump affect everybody – workers and farmers; truck drivers and restaurant owners. Businesses see it impact their bottom line. Families feel the pinch when they fill up their tank. For Americans already struggling to get by, it

¹⁷ *American Recovery and Reinvestment Act*.

makes life that much harder. Demand for oil in countries like China and India is only growing, and the price of oil will continue to rise with it. That's why we need to make ourselves more secure and control our energy future by harnessing all of the resources that we have available and embracing a diverse energy portfolio (BLUEPRINT., 2011, p. 3).

Nesse cenário, o objetivo é duplo: produzir mais petróleo em casa e reduzir a dependência externa a partir do aumento da produção de gás e biocombustíveis, e de melhoras na eficiência energética. Nesse sentido, fica claro no documento o interesse do país em liderar o segmento de energias menos poluentes: “liderar o mundo em energias limpas é crítico para o fortalecimento da economia americana e o sucesso no futuro” (BLUEPRINT..., 2011, p. 4). Os resultados da política energética do governo Obama são resumidos na seguinte passagem:

President Obama's All-of-the-Above Energy Strategy is making America more energy independent and supporting jobs. Since the President took office, domestic energy-related emissions have fallen to their lowest level in 20 years, and our dependence on foreign oil is at a 40-year low — and declining. America is producing more oil, gas, and renewable energy, and the U.S. is becoming more energy efficient overall. These trends are increasing our energy security, cutting our carbon pollution, and enhancing our economic growth (ADVANCING..., 2016).

Como veremos no próximo capítulo, muitos desses resultados positivos se devem à revolução americana de gás e petróleo de xisto. O gás de xisto tomou uma grande parcela do que antes era abastecido pelo carvão, principalmente no setor de geração de eletricidade, ajudando a reduzir as emissões de CO₂. Já o petróleo de xisto produzido domesticamente ajudou a diminuir a dependência externa.

De volta à interpretação de Arrighi (2008), dentro da perspectiva dos sistemas-mundo e seguindo a leitura dos ciclos sistêmicos de acumulação, o momento atual seria de transição sistêmica, estando a

hegemonia americana em fase de crise. Como crise hegemônica o autor entende uma situação na qual “falta ao Estado hegemônico dominante os meios ou a vontade de continuar conduzindo o sistema de Estados numa direção em geral considerada capaz de expandir não só seu poder, como também o poder coletivo dos grupos dominantes do sistema” (ARRIGHI, 2008, p. 160). Dentro desse contexto, o autor destaca que a crise hegemônica não resulta necessariamente no fim dos detentores da hegemonia, fazendo a distinção entre as crises sinalizadoras, as quais são resolvidas em um período longo, e as crises terminais, que não são resolvidas, marcando o fim da hegemonia.

Seguindo essa linha, uma crise de três vias, que teve início em meados dos anos 1970, se trataria da crise sinalizadora. Em primeiro lugar, no Sul, a promessa de desenvolvimento feita por Truman, em 1949, nunca se traduziu na diminuição da lacuna de renda entre Norte e Sul, tendo os países do Terceiro Mundo suportado os custos sem colher os prometidos benefícios da industrialização (ARRIGHI, 2008). Ao fracasso social podemos somar, também, o fracasso político do Estado de guerra e de bem-estar social norte-americano. O ponto alto seria a Guerra do Vietnã, onde os Estados Unidos sofreram uma derrota humilhante, embora estivessem bem melhor equipados em termos militares do que as forças locais, marcada por um grande número de baixas norte-americanas. O resultado foi o enfraquecimento da legitimidade política americana no mundo e o estímulo às forças nacionalistas e revolucionárias sociais que os Estados Unidos vinham tentando combater durante a Guerra Fria.

Além disso, a escalada dos gastos públicos visando a sustentação da posição americana no Vietnã e a superação da oposição à guerra que havia surgido internamente, foram responsáveis por intensificar a pressão inflacionária nos Estados Unidos e no mundo, o que aprofundou a crise fiscal norte-americana, culminando no fim do regime de Bretton Woods. Em suma, já tendo alcançado o auge de sua hegemonia, a hegemonia americana teria entrado em fase de declínio hegemônico.

Quando ficou claro, por volta de 1970, que o exército norte-americano estava a caminho de uma derrota humilhante no Vietnã e que o sistema monetário norte-americano, controlado por Bretton Woods, estava prestes a entrar em colapso, a hegemonia dos Estados Unidos entrou em uma crise prolongada – uma crise que, apesar dos

problemas ainda maiores e do colapso da URSS, ainda não se resolveu (ARRIGHI; SILVER, 2001, p. 97).

Arrighi (2008, p. 166) descreve a década de 1980 como um período de “financeirização e contrarrevolução monetarista”. Os choques do petróleo da década anterior haviam inundado o Oriente Médio de petrodólares, que foram reciclados no mercado de eurodólares durante os anos 1980. Além disso, o crescimento da liquidez em mãos privadas nos mercados cambiais estrangeiros, somado à política monetária norte-americana frouxa, causou uma considerável expansão da oferta mundial de dinheiro e crédito, tendência que não foi acompanhada pela demanda, promovendo, conseqüentemente, a desvalorização financeira.

[...] a interação entre a crise de lucratividade e a crise de hegemonia, combinada à estratégia norte-americana inflacionária de gerenciamento da crise, resultou num período de dez anos de aumento da desordem monetária mundial, de escalada da inflação e de deterioração constante da capacidade do dólar norte-americano de servir como meio de pagamento mundial, moeda de reserva e unidade contábil (ARRIGHI, 2008, p. 169).

Nesse contexto, a competição entre capital público e privado acabou minando os privilégios de emissão de moeda de Washington (ARRIGHI, 2008), de maneira que o governo norte-americano parou de prover liquidez ao sistema e entrou na competição pelo capital no mundo todo, utilizando artifícios como taxas de juros elevadas, incentivos fiscais, maior liberdade de ação para produtores e especuladores capitalistas, etc. O resultado foi a valorização do dólar e o conseqüente redirecionamento do fluxo de capital na direção dos Estados Unidos. Esse conjunto de ações, que aconteceram entre 1970 e 1982, ficou conhecido como a contrarrevolução monetarista, e como coloca Arrighi (2008, p. 170) sua essência foi “o deslocamento da ação estatal norte-americana do lado da oferta para o lado da demanda na expansão financeira em andamento”. Tinha início, assim, a *belle époque* americana.

A *belle époque* norte-americana da década de 1990 baseou-se num círculo virtuoso que, a qualquer

momento, podia se tornar vicioso. Esse círculo virtuoso, mas potencialmente vicioso, baseava-se na sinergia de duas condições: a capacidade dos Estados Unidos de se apresentar como responsáveis pelas funções globais de mercado de último recurso e como potência político-militar indispensável; e a capacidade e disposição do resto do mundo de fornecer aos Estados Unidos o capital de que estes precisavam para continuar exercendo essas duas funções em escala cada vez maior (ARRIGHI, 2008, p. 204).

Contudo, logo o dólar valorizado começou a trazer dificuldades para a indústria americana. Tais dificuldades haviam sido ignoradas em um primeiro momento, pois promover a depreciação do dólar iria contra os planos da administração Reagan de reduzir a inflação. Porém, a partir de uma campanha por proteção contra a competição estrangeira, um grupo de produtores industriais, provedores de serviço e agricultores conseguiu exercer pressão suficiente para que Washington iniciasse negociações com as principais potências, que culminaram com a assinatura do Acordo de Plaza, em 1985. Esse acordo teria conduzido a uma redução do valor do dólar entre 40 e 60% face ao yen e ao marco alemão (HARVEY, 2009).

Como resultado do Acordo de Plaza, nos primeiros anos da década de 1990 a rentabilidade das indústrias alemã e japonesa decaiu consideravelmente, enquanto os Estados Unidos se expandiam. Assim, a Alemanha e o Japão passaram a vivenciar a pior recessão econômica desde o pós-guerra, e os Estados Unidos, tendo acabado de passar por desequilíbrios por conta da crise financeira Mexicana que impactara toda a América Latina, não podia permitir o esfacelamento dessas duas outras economias. O Japão era, ainda, um dos maiores credores dos Estados Unidos, sendo que uma crise japonesa provavelmente significaria a venda descontrolada de títulos americanos e o aumento da taxa de juros, minando a recuperação americana às vésperas da eleição de 1996. O problema só seria resolvido com o “Acordo de Plaza invertido”, de 1995, que buscou promover a revalorização do dólar.

Sobre a crise terminal, pode-se dizer que a Guerra do Vietnã está para a crise sinalizadora, assim como a invasão americana do Iraque está para a crise terminal. Contudo, Arrighi (2008) acredita que o Iraque se

trate de uma ameaça mais grave para a hegemonia norte-americana, com potencial de antecipar o fim do ciclo hegemônico americano.

No Iraque, assim como no Vietnã, a crescente dificuldade dos Estados Unidos para superar a resistência de um adversário militar comparativamente insignificante comprometeu a credibilidade do poderio norte-americano no mundo em geral. Mas precisamente porque o Iraque não é o Vietnã, afirmo que o fracasso no Iraque constitui uma ameaça muito mais grave para o poderio norte-americano do que o fracasso no Vietnã (ARRIGHI, 2008, p. 188).

Após um interlúdio marcado pela *belle époque* dos anos 1990, percebia-se que “o veredicto do Vietnã nunca chegou a ser revertido, nem a credibilidade real do poderio militar norte-americano fora inteiramente restaurada” (ARRIGHI, 2008, p.188). Nesse interlúdio, os Estados Unidos começaram a travar guerra por procuração, contra inimigos pouco relevantes, ou em áreas em que sua tecnologia representasse uma vantagem absoluta.

A partir do final da União Soviética, surgiram algumas oportunidades para que os Estados Unidos pudessem comprovar o pressuposto de que a ajuda da União Soviética aos vietnamitas teria sido fundamental para a derrota americana no Vietnã (ARRIGHI, 2008). Além disso, agora estava mais fácil a mobilização do Conselho de Segurança da ONU para a legitimação das ações americanas. Nesse cenário, a primeira oportunidade foi a Guerra do Golfo, originada pela invasão do Kuwait por Saddam Hussein. Apesar da vitória transmitida por televisão, o episódio ainda não colocaria fim à “síndrome do Vietnã”, porque a vitória não tinha culminado com o afastamento de Hussein do poder.

O poder militar americano continuou a ser utilizado em operações nem sempre bem-sucedidas, como o policiamento do Terceiro Mundo e missões humanitárias. Segundo Arrighi (2008), o que ficou provado por essas últimas operações que antecederam o 11 de setembro é que os Estados Unidos têm capacidade tecnológica para fazer qualquer país desaparecer por meio de bombardeios, mas que não havia predisposição a arriscar a vida de norte-americanos em ações policiais no exterior, as quais a população americana não entendia completamente.

Dentro desse contexto, os ataques terroristas ao Pentágono e ao World Trade Center se apresentaram como uma justificativa compreensível perante a população norte-americana para as subseqüentes incursões americanas no Oriente Médio. Porém, Washington ainda não se mostrava disposta a arriscar baixas norte-americanas, algo que provavelmente seria necessário para atingir o objetivo de capturar Osama Bin Laden. Nesse sentido, cada vida perdida no Afeganistão traria cada vez menos retorno político e econômico aos Estados Unidos, sendo melhor uma vitória no Iraque. As baixas vieram mesmo assim, em ritmo crescente a partir de 2003. De qualquer maneira, como coloca Arrighi (2008, p. 192), “[...] dessa vez, Washington parecia decidido a “terminar o serviço”, embora não cansasse de redefinir a natureza desse “serviço””. Com o decorrer da guerra, os Estados Unidos pareciam estar se tornando incapazes de concluir o serviço, e a falta de legitimidade moral, tal como no Vietnã, voltou a se tornar um problema.

Contudo, no caso do Iraque, o problema era ainda maior, pois, apesar das semelhanças, o Iraque não era o Vietnã (ARRIGHI, 2008). Em termos militares, o Iraque não contava com a ajuda da União Soviética e os rebeldes iraquianos não dispunham de larga experiência em guerrilhas em ambientes naturais favoráveis. Dessa maneira, a disparidade de forças entre os Estados Unidos e o Iraque era muito maior e, apesar disso, os rebeldes iraquianos ofereceram uma resistência muito maior que o Vietnã.

No cenário internacional, quase todos os países relevantes, em especial os que faziam parte do Conselho de Segurança da ONU, com exceção da Inglaterra, começaram a rejeitar a liderança norte-americana (ARRIGHI, 2008). Nesse sentido, também ocorreu um declínio da influência norte-americana na Ásia ocidental, sendo que o problema americano ia além da opinião generalizada entre árabes e muçulmanos de que a invasão do Iraque buscava fortalecer Israel diante da Palestina e do mundo árabe, ou do ressentimento para com a dominação coercitiva americana no Iraque, uma repetição do que Israel praticava no território palestino. “O problema era também, e principalmente, a ideia dos grupos governantes do mundo árabe e muçulmano de que a subserviência aos Estados Unidos tinha custo e risco mais alto que o confronto” (ARRIGHI, 2008, p. 197).

É essa situação, na qual foi rejeitada a liderança americana frente ao fracasso no Iraque, que Arrighi chama de dominação sem hegemonia. “Os Estados Unidos ainda são dominantes, econômica, militar e politicamente. Mas é uma dominação sem hegemonia, no sentido de que

hegemonia não é apenas dominação pura, mas também a capacidade de fazer os outros acreditarem que você age no interesse geral” (ARRIGHI, 2007).

Após oito anos de ocupação do Iraque, Obama finalmente ordenou a retirada das tropas americanas do Iraque, em 2011. Por outro lado, mesmo após a captura de Bin Laden, as tropas americanas permanecem no Afeganistão, tendo reduções no número de homens planejadas para os anos seguintes (ROSENBERG; SHEAR, 2015). Certamente a aventura americana no Iraque passou muito longe do planejado, e como coloca Arrighi (2008, p. 199) “longe de ser o primeiro ato de um novo século norte-americano, muito provavelmente será o último ato do primeiro e único século norte-americano, o “longo” século XX”. Assim, o autor considera difícil que ocorra uma postergação ou renovação da hegemonia americana, pois a mudança no sistema financeiro, que teria iniciado nos anos 1970, é estrutural e cumulativa. Seguindo essa linha, o autor propõe que os resultados mais prováveis dessa crise hegemônica seriam a ascensão de uma nova hegemonia ou uma crise de maiores proporções com provável colapso sistêmico.

Além disso, Arrighi e Silver (2001) apontam a recorrência das tendências típicas das crises hegemônicas do passado na crise da hegemonia americana: “uma intensificação das rivalidades entre as grandes potências, o surgimento de novos loci de poder nas margens do raio de ação do Estado hegemônico em declínio, e uma expansão financeira sistêmica centrada no Estado hegemônico em declínio” (ARRIGHI; SILVER, 2001, p. 98).

Assim, a escalada das rivalidades entre Estados Unidos e União Soviética, ou a Segunda Guerra Fria, que levou ao colapso da última, teria deixado os Estados Unidos “sem os recursos financeiros necessários a um exercício efetivo de sua supremacia militar global” (ARRIGHI; SILVER, 2001, p. 104). Dentro desse exercício entra a garantia do suprimento energético necessário à demanda americana: Ao longo da Guerra Fria os Estados Unidos militarizaram regiões dotadas de hidrocarbonetos. Essa política americana, que envolve o uso da força militar para a proteção dos interesses americanos sobre os recursos energéticos, uma herança da administração Carter, tem custos significantes¹⁸. Sem recursos suficientes

¹⁸ É difícil mensurar os custos devido à complexidade das operações americanas envolvendo recursos de petróleo, de maneira que as estimativas variam entre 13 e 143 bilhões de dólares por ano (CRANE *et al.*, 2009).

após o final da Guerra Fria, a Guerra do Golfo de 1991, movida em torno de interesses conflitantes sobre o petróleo, foi completamente custeada por outros países. Já no caso da invasão americana do Iraque no século XXI, a falta de apoio financeiro, em razão da falta de consenso, gera até hoje um grande custo, que poderia estar contribuindo para a antecipação do fim do ciclo hegemônico americano.

Essa escalada das rivalidades é considerada pelos autores como “uma condição interveniente necessária para transformar uma hiperacumulação de capital em uma expansão financeira” (ARRIGHI; SILVER, 2001, p. 98). Ou seja, foi durante a Segunda Guerra Fria (HALLIDAY, 1986), quando os Estados Unidos começaram a competir de maneira mais agressiva pelo capital circulante, justamente para financiar a corrida armamentista – e uma simultânea redução dos impostos domésticos – que os rendimentos do capital aumentaram consideravelmente no mundo, possibilitando a expansão financeira e a retomada do poder global norte-americano.

Finalmente, no que se refere aos novos centros de poder, pode-se citar a ascensão do leste asiático, centrada mais recentemente na China, “como o centro mais dinâmico dos processos de acumulação de capital em escala mundial” (ARRIGHI; SILVER, 2001, p. 274). As origens desse fenômeno podem ser encontradas nas dificuldades de implantação da ordem mundial da Guerra Fria nessa região, entre as quais destaca-se a derrota americana na Guerra do Vietnã, que fez com que os Estados Unidos tivessem que readmitir a China nas relações comerciais e diplomáticas com o restante da região, contribuindo para a ampliação da integração e expansão econômicas do leste asiático. Nesse cenário, apesar da ascensão do leste asiático enquanto novo centro produtivo e de acumulação de capital, ainda não é possível dizer que a capacidade produtiva e militar dos Estados Unidos já se encontra superada. Alguns fatores como a liderança tecnológica e o controle de recursos naturais tem ajudado na manutenção da hegemonia americana. Nesse sentido, o fato de os Estados Unidos serem responsáveis por quase 20% do consumo e 13% da produção globais anuais de petróleo indica que apesar de em decadência, as bases materiais da hegemonia americana ainda são importantes.

Dentro desse contexto, a crise energética, que encaminha o mundo para o fim da Era do Petróleo, é essencial para a compreensão da fase de

transição hegemônica. Em um cenário em que o petróleo, enquanto recurso finito, necessita ser substituído, um desafio extra encontra-se nas previsões de que talvez suas reservas internacionais estejam se esgotando. Nesse sentido, o teórico dos conflitos por recursos, Michael T. Klare (2001, p.25, tradução livre) afirma que “as guerras por recursos se tornarão, nos anos vindouros, o traço mais marcante do ambiente de segurança global”. O autor entende que a influência desses recursos no cenário internacional vai depender da evolução dos padrões de consumo humanos que podem levar ao seu esgotamento e destaca três tendências que percebe como decisivas para o esgotamento dos recursos naturais, nos quais estão incluídos os recursos energéticos: (1) A intensificação da globalização, incluindo a industrialização acelerada do leste asiático – que acelerou drasticamente o consumo de energia – e o surgimento de uma classe média emergente que tenta replicar o estilo de vida norteamericano, de alto consumo; (2) o crescimento populacional e (3) a urbanização.

Nesse cenário, a operação das dinâmicas de extração que permitem o consumo desses recursos assumiu diversas formas no caso do setor energético moderno (PODOBNIK, 2002), permeando as dinâmicas e disputas geopolíticas passadas e atuais.

For instance, it is widely acknowledged that competition for access to South East Asian oil resources was a fundamental cause of warfare between the US and Japan in WWII. Similarly, the largest military conflict in the post-Cold War era – the Persian Gulf War – was motivated primarily by competition for control over one of the world’s key reserves of petroleum. And every indication is that competition for petroleum will generate renewed geopolitical tensions on both regional and global levels in the coming decades, as resource and ecological boundaries draw tighter (PODOBNIK, 2002, p.266).

Seguindo essa linha, alguns autores destacam a importância da região do Oriente Médio, que concentra a maior parte das reservas de petróleo e gás do mundo (YERGIN, 2014; KLARE, 2012; PODOBNIK, 2002; HARVEY, 2009). Harvey (2009) destaca a importância do petróleo para as ações dos Estados Unidos nessa região, podendo-se citar a recente

ocupação do Iraque e o apoio ao golpe de Estado no Irã em 1953. Entre as razões por trás de suas ações, os Estados Unidos afirmam ter interesse em estabelecer democracias no Oriente Médio, razão em conflito com o fato de os Estados Unidos estarem preparados para ir à guerra e o histórico tenebroso quanto aos direitos humanos. A isso se soma a predisposição americana em encontrar armas de destruição em massa em alguns países da região, sendo que quando finalmente foram permitidas as buscas nada foi encontrado. Esses motivos teriam sido utilizados, sobretudo, para invocar a autoridade da ONU, dando a entender que os Estados Unidos estavam comprometidos em uma missão moral de libertação do povo iraquiano.

De qualquer maneira, “em todos esses episódios era difícil evitar a impressão de que algo muito importante estava sendo ocultado sob toda uma série de cortinas de fumaça” (HARVEY, 2009, p. 19). Segundo Harvey, não restam dúvidas de que o petróleo é crucial, mas é difícil determinar em que sentido ele o é. Nesse sentido, Mackinder (1904) já dizia há mais de cem anos que é no Oriente Médio que jorra a torneira do petróleo mundial, e quem controla essa torneira controla o mundo. Assim, levando em conta as diferentes configurações regionais de poder político-econômico, que se apresentam como um desafio para a hegemonia americana, Harvey conclui:

Que melhor forma de os Estados Unidos evitarem essa competição e garantirem sua posição hegemônica do que controlar o preço, as condições e a distribuição do recurso econômico decisivo de que dependem esses competidores? E que modo melhor de fazê-lo do que usar a linha de força em que os Estados Unidos ainda permanecem todopoderosos – o poder militar? (HARVEY, 2009, p. 30)

Como já vimos, o petróleo é fundamental para as forças armadas, precisando a potência hegemônica ter garantia de seu suprimento para caso de um futuro conflito com seus competidores. No caso de um conflito com a China, por exemplo, o poder de os Estados Unidos limitar os recursos energéticos para esse oponente causaria um importante desequilíbrio a favor da hegemonia norte-americana.

Nesse cenário, são importantes as previsões sobre a exaustão dos recursos do Oriente Médio. Apesar de não ser possível dizer, com certeza, quando os recursos energéticos dessa região começarão a se esgotar, devido à pressão crescente dos Estados centrais e periféricos, as fontes convencionais e baratas de petróleo e gás devem secar entre 2030 e 2070 (PODOBNIK, 2002). De qualquer maneira, as desigualdades inerentes do sistema internacional do petróleo devem se tornar uma fonte potencial de tensão geopolítica e vulnerabilidade financeira. Isso porque muitos países do Oriente Médio são suscetíveis a passarem por agitações políticas e sociais nas próximas décadas, o que pode interromper o fluxo de recursos energéticos provenientes dessa região e já tem causado volatilidade nos preços do petróleo.

Ainda, Yergin (2006) afirma que o modelo de segurança energética que emergiu em 1973, com foco nas interrupções do fluxo de petróleo a partir dos países produtores, precisa ser expandido. Essa expansão deve incluir a proteção da totalidade da cadeia mercantil de energia e sua infraestrutura. Dentro desse contexto, os furacões Katrina e Rita trouxeram nova perspectiva para a questão da segurança energética, ao interromper a operação de alguns oleodutos americanos por causa da falta de energia.

Considerando as proporções de crescimento do mercado de energia nos últimos anos, a segurança energética dos Estados se tornará mais urgente, requerendo coordenação em bases internacional e nacional, entre governos, empresas, e agências legais, militares, ambientais, de energia e de inteligência (YERGIN, 2006). Se não é possível ter certeza sobre quando acabarão os recursos do Oriente Médio, Podobnik (2002, p.368, tradução livre) afirma que “é certo que está por vir um tempo de desafios significantes para o meio ambiente, conforme a expansão econômica global começa a terminar, a competição por recursos convencionais escassos se intensifica, e os custos das mudanças climáticas começam a se acumular”.

Em suma, pode-se entender que os recursos energéticos desempenharam papel estratégico na sustentação das hegemonias ao longo da história. Conforme Stephen Bunker *et al.* (*apud* PODOBNIK, 2002), a tendência de que Estados ascendentes do centro se engajem em disputas por acesso aos recursos naturais, entre eles os energéticos, tem sido uma característica central da economia-mundo desde o século XVI. Isso porque a energia se mostrou um importante mecanismo para a manutenção do poder, servindo para a produção industrial e militar,

possibilitando garantir a segurança nacional e a ampliação de posições globais (OLIVEIRA, 2007). Ao mesmo tempo, contudo, o modelo de geração de energia herdado da Era do Petróleo começa a se mostrar insustentável do ponto de vista ambiental, como veremos na próxima seção.

2.3 A CRISE ECOLÓGICA COMO ELEMENTO DA CRISE SISTÊMICA: A CAMINHO DE SAMARRA

Essa seção tem como tema a crise ecológica enquanto um elemento principal da possível atual crise sistêmica, como tratada pela perspectiva dos sistemas-mundo. Aqui tentaremos resumir o desenvolvimento do problema ambiental num espaço longo de tempo, que remonta à Revolução Industrial e termina na atualidade, considerando as relações entre tempo histórico e biológico.

Atualmente, apesar dos avanços tecnológicos e expansão do conhecimento científico, parece ser consenso que o meio ambiente foi seriamente degradado, seja com relação a trinta, cem ou quinhentos anos atrás (WALLERSTEIN, 1999). A análise da gravidade do problema passa por diferentes percepções, que vão desde aquelas que consideram o apocalipse iminente àquelas que consideram o problema passível de uma solução tecnológica. Tal como Wallerstein e a maioria das pessoas, adotamos uma posição intermediária, pois não nos consideramos aptos para analisar essa questão, de maneira profunda, do ponto de vista científico. Ainda em consonância com Wallerstein, acreditamos que a solução para o problema passa por uma reestruturação do conhecimento, a partir da volta à unidisciplinaridade. Por isso, tentaremos apresentar uma análise da crise ecológica, dentro da perspectiva sistêmica, que envolva percepções de outras áreas do conhecimento, buscando uma compreensão mais ampla do fenômeno.

Assim, começamos essa seção recontando uma breve história que o biólogo Enzo Tiezzi apresenta na introdução de seu livro “Tempos Históricos, Tempos Biológicos” (1988): Antigamente, na cidade de Bassora, no Iraque, um soldado havia implorado a seu rei por um cavalo, para que pudesse fugir da morte, a quem havia encontrado mais cedo. Na ocasião, o rei cedeu ao soldado um corcel digno de um rei e o soldado fugiu para Samarra (outra cidade no Iraque). Mais tarde no mesmo dia o rei também encontrou a morte e lhe contou sobre o seu soldado que havia

fugido dela, ao que a morte respondeu que para ela havia sido uma surpresa encontrar o tal soldado em Bassora, já que o esperava em Samarra naquela noite e pela manhã estava muito longe de lá.

Tiezzi acredita que talvez haja uma Samarra no destino dos homens. Isso porque a humanidade tenta resolver seus problemas com novas tecnologias, ou com o “corcel mais veloz”. Eventualmente acabaremos chegando à Samarra, “onde seremos vencidos por problemas fundamentais que não mais estaremos em condições de superar” (TIEZZI, 1988, p.5).

Toda nossa cultura econômica e social é regida pela lógica da procura do cavalo para chegar à Samarra, da tecnologia para resolver uma questão de hoje sem que nos preocupemos se a solução dessa questão poderá aumentar os problemas da humanidade, tornar mais próximo o momento do esgotamento dos recursos naturais ou acionar um mecanismo irreversível de danos irreparáveis à biosfera e ao ambiente necessário à sobrevivência. Por isso, no fim da via do crescimento sem limite, da confiança cega na tecnologia, pode haver uma Samarra à nossa espera (TIEZZI, 1988, p. 6).

Na visão do autor existem muitos caminhos para Samarra, tais como a guerra nuclear, aumento da população, desequilíbrios biológicos, desperdícios energéticos, etc., caminhos intimamente ligados entre si. A solução para evitar Samarra, segundo o autor, seria inverter a rota e iniciar uma nova cultura do desenvolvimento. A razão para tal inversão é justificada pelo fato de que o modelo atual “carece ao extremo de *biologia* e de *termodinâmica* e das relações fundamentais destas duas ciências com a economia, com a vida social e com os processos produtivos” (TIEZZI, 1988, p.7). Essa carência ou multidisciplinaridade é, de acordo com Wallerstein (2004) uma criação do próprio sistema-mundo capitalista, que aconteceu por volta da metade do século XVIII.

Dois séculos depois de seu surgimento, os imperativos da acumulação incessante de capital deram origem à necessidade de inovação tecnológica constante, assim como a expansão de fronteiras (WALLERSTEIN, 2004). Em consequência disso, também surgiu a necessidade de “saber como sabemos, e debater como deveríamos saber” (WALLERSTEIN, 2004, p. 2, tradução nossa). Os primeiros a encararem

esse desafio foram os filósofos, em oposição às autoridades religiosas – que até então eram as detentoras da verdade – e mais tarde, os cientistas. Mais tarde emergiriam as universidades medievais, com suas quatro faculdades: teologia, medicina, direito e filosofia. No século XIX, a filosofia foi dividida em ciências e humanidades, em uma competição sobre qual era a mais eficiente para obter o saber. Ainda no mesmo século, as duas áreas foram divididas novamente, gerando disciplinas como física, química e biologia (ciência) e história da arte, literatura e idiomas (humanidades).

O estudo da realidade social parecia não se enquadrar em nenhuma dessas disciplinas. Dentro desse contexto, a Revolução Francesa trouxe urgência para compreensão da mudança política, dando origem ao que hoje chamamos de ciências sociais (WALLERSTEIN, 2004), a qual também se segmentou em diversas disciplinas, tais como economia, sociologia, história e ciência política. Buscando contornar essa tendência de segmentação do conhecimento, a perspectiva dos sistemas-mundo começa a ganhar força no início dos anos 1970. A perspectiva surgiu numa tentativa de combinar de maneira coerente as preocupações com a unidade de análise, as temporalidades sociais, e as barreiras que haviam sido erguidas entre as diferentes disciplinas.

Nesse sentido, percebe-se que a perspectiva dos sistemas-mundo tenta oferecer uma interpretação mais unidisciplinar da crise sistêmica, incluindo a questão ecológica dentro de sua análise, indo contra a tendência indicada por Tiezzi (1988, p. 39) de que “o pensamento marxista e o pensamento liberal, nas suas diferentes perspectivas de progresso tecnológico, não levam em conta a complexidade dos equilíbrios biológicos e a limitação natural e inevitável dos recursos”. Para Tiezzi, o grande problema seria que as “culturas humanistas” (marxistas ou capitalistas) não possuem um relevante parâmetro permeando suas análises históricas: o *tempo biológico*.

O tempo biológico é aquilo com que se mede a evolução biológica. Para se estudar o passado, sua unidade de medida é da ordem de milhões de anos: bilhões de anos nos separam da origem da Terra; centenas de milhões de anos, do aparecimento das algas, bactérias, trilobitas, artrópodes e peixes; três milhões de anos, do surgimento do homem. Mas o tempo biológico também é aquilo com que se deve

medir o futuro, e a ruptura dos equilíbrios biológicos está induzindo variações, a nível planetário, em períodos tão curtos que aceleram o relógio geológico (TIEZZI, 1988, p. 40).

Assim, de acordo com a leitura de Tiezzi (1988), entende-se que os tempos biológicos e os tempos históricos não seguem o mesmo ritmo. O autor ressalta que é importante notar os sinais da natureza de maneira rápida e profunda, afim de evitar que sejamos os autores da nossa própria extinção. Seguindo essa linha, para chegar a esse nível de análise são de extrema importância os conhecimentos da área de termodinâmica e biologia, mais especificamente a entropia e a evolução darwiniana. Ambas, entropia e evolução, tem muito em comum, pois envolvem mudança, no sentido de evolução.

No que diz respeito à evolução darwiniana, essa representa “a seleção natural como resultado da luta pela existência” (TIEZZI, p. 50, 1988). Darwin buscou inspiração para essa ideia no *Ensaio sobre as populações*, de Malthus, mas também na simples regra de que não existem recursos suficientes para a sobrevivência de todos os que nascem, e que novos nascimentos suplantam a disponibilidade de recursos. Essas dificuldades, segundo Tiezzi, poderiam ser superadas a partir do uso de recursos renováveis (sol, energia hídrica, biomassa, ...).

Já no que se refere à entropia, essa é definida no âmbito da segunda lei da termodinâmica e, de acordo com o químico inglês Peter Atkins (2010, p. 48), representa desordem, ou seja, “se a matéria e a energia estão distribuídas de uma maneira desordenada, como em um gás, então a entropia é alta; se a energia e a matéria estão armazenadas de uma maneira ordenada, como em um cristal, então a entropia é baixa”. Ainda, a função termodinâmica da entropia mede o grau de dispersão da energia (TIEZZI, 1988) e o decrescimento de utilidade, ou irreversibilidade (PRIGOGINE, 1967).

No que diz respeito à pertinência do conceito de entropia a essa pesquisa, podemos entender que a manipulação dos recursos naturais gera entropia, pois conforme esses recursos perdem a capacidade de se regenerar se tornam “desordenados”. Nesse sentido, Tiezzi (1988) entende que a entropia está relacionada ao desperdício de recursos naturais, à poluição, à crise energética e à destruição do meio ambiente.

Apesar de o foco da perspectiva dos sistemas mundo estar no que Tiezzi entende por *tempo histórico*, e não no *tempo biológico*, essa

incorpora a entropia em sua análise. Dentro da perspectiva dos sistemas-mundo, autores como Edward L. Kick e Laura A. McKinney (2012) e Alf Hornborg (2012) trabalham a questão da entropia, a partir de uma abordagem que agrega à atual literatura da perspectiva, ao combinar as ciências físicas, naturais e sociais, formulando uma visão mais holística e um melhor entendimento do funcionamento do sistema-mundo. De acordo com Hornborg (2012), a ecologia, em especial os processos entrópicos, é essencial para entender a história dos sistemas-mundo.

To trace metabolic flows of world-systems requires a basic familiarity with their biophysical aspects such as the use of energy and land, the displacement of entropy (such as CO₂ emissions), and ecologically unequal exchange. It also requires a radical rethinking of our everyday conception of *technology* as an accumulation of material infrastructure, or capital, that should be understood more as the product of a global zero-sum game than as a cornucopia (HORNBERG, 2012, p.444).

Ainda, Kick e McKinney (2012) entendem que os processos entrópicos são cruciais para as dinâmicas do sistema-mundo, já que “a história da civilização humana é caracterizada pela captura e manipulação de recursos naturais de baixa entropia para o consumo e o comércio” (KICK; MCKINNEY, 2012, p. 392, tradução nossa). Nesse sentido, adotando uma perspectiva de longa duração, Frank e Gills (1996) sustentam que o mundo já seria um sistema-mundo desde por volta de 3000 A.C. Isso porque já eram rotineiras as interações baseadas na troca de produtos de baixa entropia – tais como matérias-primas – na Mesopotâmia/Egito.

Por outro lado, seguindo a análise de Wallerstein (1990), as raízes da economia-mundo capitalista estariam no longo século XVI, com o surgimento das grandes cidades comerciais, e os sistemas bancários e financeiros, aliados à disseminação do comércio de longa distância, quando finalmente haveria iniciado o comércio, em maiores níveis, de alta entropia, ou produtos acabados. No início desse sistema, Portugal e Espanha desempenhavam o papel de coletores e distribuidores de matérias-primas (baixa entropia), baseados no controle das rotas de troca, sendo mais tarde substituídos pela Holanda. Posteriormente, foi a vez da

Holanda ser ultrapassada pela França e a Inglaterra, que disputaram a hegemonia do sistema-mundo capitalista e o controle das Américas, África e Ásia durante todo o século XVIII.

Como vimos na seção anterior, a emergência da Inglaterra como hegemonia coincidiu com a era da industrialização que introduziu uma revolução nos métodos de produção. Antes da Revolução Industrial, predominava a manufatura feita em casa, principalmente em zonas rurais (KICK; MCKINNEY, 2012). Nesse sentido, os diferentes autores (KICK; MCKINNEY, 2012; TIEZZI, 1988) concordam que houve uma escalada dos processos entrópicos a partir da Revolução Industrial. Isso porque essa representou uma mudança fundamental na transferência de recursos de baixa entropia da periferia para o centro, onde agora seriam transformados em produtos de alta entropia e vendidos de volta à periferia (KICK; MCKINNEY, 2012). Foram essa divisão internacional do trabalho e esse padrão de trocas que introduziram o período recente de processos altamente entrópicos no sistema-mundo, assim como as suas sérias consequências ambientais.

Sobre as consequências das mudanças na utilização dos recursos a partir da Revolução Industrial, Tiezzi destaca.

Durante milhões de anos, o homem usou energias renováveis: o Sol, as árvores, etc. Faz pouquíssimo tempo (em termos de história biológica), o homem descobriu as energias não renováveis (carvão, petróleo, urânio), iniciando um processo caracterizado por dois efeitos negativos: 1) a descarga de calor e dos produtos da combustão no meio ambiente, num tempo biologicamente muito curto (uma ou duas gerações) em relação ao tempo que tais recursos foram acumulados no planeta (milhões de anos), sem dar ao sistema natural a possibilidade de se recuperar da agressão sofrida; 2) a introdução no sistema econômico de valores tomados à natureza, em benefício de uma ou duas gerações, defraudando as futuras gerações de um bem comum e não-reprodutível, criando um bem-estar fictício durante um período brevíssimo na história da humanidade (TIEZZI, 1988, p. 78).

Como vimos, a segunda lei da termodinâmica explica a irreversibilidade na natureza, ou seja, o declínio da utilidade, o qual é chamado de entropia. Tomando como exemplo o carvão, recurso que impulsionou a primeira Revolução Industrial, esse apresenta diversas possibilidades de uso, mas uma vez tomada a decisão de queimá-lo e usá-lo como combustível não há mais como revertê-lo a sua forma inicial, e as cinzas finais não tem mais utilidade, são resíduos e toxinas que ameaçam o equilíbrio ecológico (TIEZZI, 1988). Esse exemplo demonstra o impacto das ações antropogênicas no aumento da entropia e diminuição da utilidade do mundo físico.

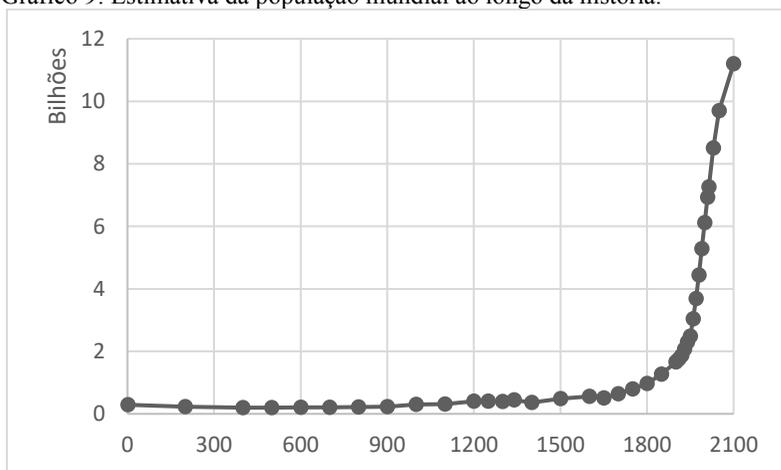
De qualquer maneira, esses processos são a base das expansões imperialistas, e os exemplos das ascensões britânica e americana são aplicações dessa teoria. Já vimos que as extensivas reservas americanas de carvão, gás natural e petróleo foram de extrema importância para ascensão hegemônica dos Estados Unidos durante o século XX. Mas a extração de recursos de baixa entropia da periferia e semiperiferia também contribuiu para que a ascensão fosse possível. Dentro desse contexto, Kick e McKinney (2012) destacam que a “ascensão americana à hegemonia coincidiu com a ascensão do industrialismo, precipitando uma acumulação de riquezas sem precedentes devido ao aumento exponencial no uso de recursos de baixa entropia para produzir bens acabados de alta entropia e resíduos para a exportação” (KICK; MCKINNEY, 2012, p. 396, tradução nossa).

Entre os fatores que influenciam o aumento dos processos entrópicos, o crescimento populacional pode ser considerado o mais relevante (TIEZZI, 1988), pois impacta diretamente no consumo, na produção e no uso de energia. Nesse sentido, muito embora Tiezzi não deva ter sido o primeiro, já em 1988 alertava para a necessidade de parar o crescimento da população, mas também de outros fatores como desertificação, necessidades energéticas, consumismo, poluição, mudanças climáticas, armamentos nucleares, extinção de animais, custos energéticos dos alimentos, fome, etc. Todos esses objetos de preocupação de Tiezzi se agravaram desde a publicação do seu livro.

No que diz respeito aos dados sobre a população mundial, o ano de 1910 marca o início de uma contagem mais acurada pelas Nações Unidas e pelos Estados Unidos. Antes disso, dispomos apenas de estimativas oferecidas pelos mesmos. Com esses dados é possível perceber que a população global cresce em ritmo acelerado, principalmente a partir do século XVIII (Gráfico 9). A primeira Revolução Industrial se trata de um

ponto de inflexão para o crescimento da população global. Isso porque, de acordo com Tiezzi (1988), o ritmo de evolução humana foi drasticamente acelerado nesse período. Após três milhões de anos caracterizados por evolução lentíssima, tecnologias integradas à natureza, uma cultura biológica notável por grandes descobertas (fogo, fala, etc.) e em harmonia com o ambiente, a Revolução Industrial marca o início de um período onde as tecnologias humanas adquiriram “um potencial de modificações da natureza de dimensões planetárias” (TIEZZI, 1988, p. 41).

Gráfico 9: Estimativa da população mundial ao longo da história.



Fonte: Elaborado pela autora com dados do United States Census Bureau (U.S. CENSUS..., 2016) e United Nations (2015).

Entre os avanços feitos durante esse período, que contribuíram para o crescimento populacional, destacamos: progressos na medicina (adoção de práticas assépticas, cura da peste negra, etc.), na saúde pública e no saneamento (criação da privada com descarga, sistema de esgoto, etc.), nas técnicas e métodos agrícolas (inovações na irrigação, introdução da rotação de cultivo, melhora da produtividade, maior acessibilidade à comida a partir da criação da máquina a vapor, etc.) (POPULATION CONNECTION, 2016).

Seguindo essa linha, o relatório das Nações Unidas, *World Population Prospects, the 2015 Revision* (UNITED NATIONS, 2015), oferece algumas perspectivas sobre o ritmo de crescimento da população

global. O documento destaca algumas tendências como o crescimento da população africana, onde se dá a maior taxa de crescimento global, a diminuição no ritmo de crescimento da população global – devido às taxas de fertilidade mais baixas – o crescimento acelerado da população idosa, taxa de expectativa de vida global mais alta, etc., fatores que deverão fazer com que a população mundial atinja a marca de 8,5 bilhões de pessoas em 2030, 9,7 bilhões em 2050 e 11,2 bilhões em 2100 (Gráfico 9). Nesse sentido, uma pessoa que tem cinquenta anos hoje já viu a população mundial mais do que dobrar ao longo de sua vida.

Gráfico 10: Emissões mundiais, americanas e chinesas de CO₂.



Fonte: Elaborado pela autora com dados de Marland (*et al.*, 2008) e da BP (2016).

O volume de CO₂ está expresso em milhões de toneladas.

Se o crescimento populacional levou ao aumento dos processos entrópicos, esse conseqüentemente ocasionou o incremento das emissões de CO₂ produzidas na queima de combustíveis fósseis (Gráfico 10). Podemos perceber que a Revolução Industrial e o início da Era do Petróleo são pontos importantes nesse sentido, que impulsionam o crescimento das emissões de CO₂, a partir do aumento do consumo de carvão e petróleo sucessivamente. No século XXI, a ascensão da China e sua entrada da OMC em 2001 reforçam esse crescimento.

O aumento das emissões de gases do efeito estufa, entre eles o CO₂, um dos gases do efeito estufa, ocasiona o aumento da temperatura¹⁹, que se trata de um consenso entre as maiores agências de meteorologia e clima do mundo (U.S. NATIONAL..., 2015; JAPAN..., 2015; U.K...., 2015). O ar mais quente, por sua vez, pode conter uma maior quantidade de vapor de água (informação verbal²⁰), causando o aumento da ocorrência de fenômenos meteorológicos extremos, como inundações, secas, desertificação, queimadas, ...

Warming of the climate system is unequivocal, and since the 1950s, many of the observed changes are unprecedented over decades to millennia. The atmosphere and ocean have warmed, the amounts of snow and ice have diminished, sea level has risen, and the concentrations of greenhouse gases have increased (STOCKER *et al.*, 2013).

Nesse cenário, populações inteiras adquirem o status de refugiados climáticos, tendo que deixar suas casas para fugir de secas ou inundações de suas terras, geralmente em consequência do aumento do nível do mar. Em estudo recente, a Germanwatch (2016) aponta que entre 1996 e 2015 mais de meio milhão de pessoas morreram em decorrência de cerca de 11.000 eventos climáticos extremos, que tiveram custos de US\$ 3,08 trilhões. A vida selvagem também é afetada, a partir do aumento do ritmo de extinção de espécies de seres vivos (DELL'AMORE, 2014). Ainda que seja difícil fazer um cálculo de quantas espécies são extintas por ano, já que não se sabe quantas espécies realmente existem ao todo, calcula-se que entre cem e mil espécie sejam perdidas anualmente para cada um milhão de espécies (DELL'AMORE, 2014), ou cerca de 10.000 no total (WORLD WIDE FUND FOR NATURE, 2016).

De volta à perspectiva dos sistemas-mundo, essa oferece uma variedade de interpretações sobre a crise ecológica, associada a questões como as mudanças climáticas e esgotamento dos recursos naturais. Ainda,

¹⁹ Embora não seja um consenso que o aumento da temperatura está sendo causado pelo homem, o IPCC, órgão da ONU que tem como responsabilidade produzir informações científicas sobre o tema, afirma que a certeza dessa relação é de 95% (IPCC, 2014).

²⁰ Informação fornecida por Al Gore em sua palestra no *Climate Reality Leadership Corps* Brasil, em novembro de 2014.

dado que seu método é baseado no estudo de longo prazo de padrões de desenvolvimento das formações sociais históricas, apresenta também especulações sobre o futuro.

No que se refere à atualidade, John L. Gulick (2012) destaca que esse momento específico, em que a crise climática ganha relevância global, é bem peculiar para a economia-mundo capitalista, pois um conjunto de condições estruturais que sustentaram até aqui a reprodução do sistema está se erodindo, o que pode significar o fim desse sistema social histórico e sua substituição por um sucessor ainda desconhecido.

Nesse cenário, Wallerstein (2000) compreende a questão ecológica como um dos três pilares da crise sistêmica, que estaria direcionando o sistema-mundo capitalista ao seu fim. O primeiro pilar seria o do crescimento do nível de salário real enquanto parte dos custos de produção, que tem sido amenizado pela periferização da indústria, ou a realocização da indústria para zonas da economia-mundo capitalista onde ainda não ocorreu a proletarização e os salários tendem a ser mais baixos. Todavia, à medida que a população mundial vai sendo proletarizada não restam lugares para onde a indústria possa expandir, de maneira que em breve deverá encontrar um limite.

Um outro pilar estaria ligado aos impostos, ou o que Wallerstein (2003, p. 64, tradução livre) chama de “pagamento pelos serviços sociais”. O problema aqui seria que os impostos têm crescido consideravelmente, em razão do aumento dos custos relativos da segurança – que envolvem o escopo das operações militares e a percepção de necessidade de ações políticas – e da burocracia mundial – relacionada à necessidade de cobrar impostos e ao aumento das funções do Estado moderno. O aumento dos impostos, por sua vez, interfere na capacidade de acumulação de capital, princípio básico de funcionamento do sistema-mundo capitalista.

Finalmente, temos o pilar dos custos dos insumos materiais, que tem maior importância para a presente pesquisa. O aumento dos custos dos insumos materiais estaria relacionado ao esgotamento dos recursos naturais, já que a sociedade capitalista teria explorado a natureza como se fosse um bem gratuito. Também nesse pilar, podemos incluir os danos causados por essa exploração da natureza, que incluem poluição, extinção de espécies e as mudanças climáticas. Assim, tendo a economia-mundo capitalista se expandido em proporções ecologicamente insustentáveis, irá terminar em meio a um grave esgotamento de recursos e degradação

ecossistêmica, ou irá inspirar um novo modelo de conservação de recursos que será incompatível com o processo de acumulação.

Lawrence (2012) identifica a energia como a causa de uma dupla crise global: de um lado a crise climática ligada à queima de combustíveis fósseis, do outro a competição por esses recursos fósseis cada vez mais escassos. Seguindo essa linha, Podobnik (2002) entende que a questão está vinculada ao longo debate sobre a economia-mundo operar ou não por meio de um jogo de soma zero. No que diz respeito às bases energéticas dessa economia, a natureza de soma zero é mais clara: o fato de 90% da energia consumida no planeta ser proveniente de recursos não renováveis evidencia um importante limite. Muito embora os avanços tecnológicos ofereçam certa elasticidade, no geral, o consumo de energia por um grupo, ou uma geração, implica na futura incapacidade de consumo de outro.

Outro relevante limite que coloca em evidência esse jogo de soma zero é o aprofundamento das restrições ecológicas (PODOBNIL, 2002). É nesse sentido que Bunker *et al.* (*apud* PODOBNIK, 2002) chamam atenção para o fato de que as tentativas de ascensão econômica nacional, que envolvem processos de extração e apropriação dos recursos naturais por certos grupos sociais específicos, em detrimentos de outros, estão destruindo ecossistemas frágeis ao redor do mundo.

A partir do que foi desenvolvido acima, pode-se entender que o grande desafio para a sustentabilidade está na diferença entre os ritmos dos tempos biológicos e históricos. A alta velocidade de consumo dos recursos, para transformá-los em energia e, conseqüentemente, em entropia, tem seguido as lógicas sociais e econômicas do tempo histórico, impedindo a ocorrência efetiva dos processos naturais, que se desenvolvem num ritmo muito mais lento. Quanto mais rápido consumimos recursos mais perto estamos do caos e da desordem (entropia). Isso porque a sociedade vive num tempo diferente da natureza.

As soluções para a crise ecológica passam por questões como mudanças culturais e reunificação do conhecimento. No que se refere especificamente à crise ecológica, Tiezzi propõe que sua solução dependerá de uma mudança cultural, onde a consciência de classe se torne consciência de espécie, o ser seja mais importante que o ter. Já Wallerstein (2003), que entende a crise ecológica como componente da crise sistêmica, acredita que a grande questão é para onde vamos com o fim do sistema. O autor acredita ser agora o momento de agir com racionalidade, e que esse caminho não será fácil, pois envolve não

somente um novo sistema social, mas uma nova estrutura do conhecimento, onde a filosofia e a ciência não mais estarão separadas e haverá uma única epistemologia. Como já vimos, ao longo da história do sistema-mundo capitalista, a forma de aprender foi segmentada em diversas disciplinas que, muitas vezes, não conversam entre si. Nesse sentido, o autor destaca a importância da criatividade humana e da reunificação do conhecimento.

The outcome of the political struggle will be in part the result of who is able to mobilize whom, but it will also result in large part from the ability to analyze better what is going on and what are the real historical alternatives with which we are collectively faced. That is to say, it is a moment when we need to unify knowledge, imagination, and praxis. Or else we risk saying, a century from now, “Plus ça change, plus c’est la même chose.” The outcome is, I insist, intrinsically uncertain, and therefore precisely open to human intervention and creativity (WALLERSTEIN, 2003, p. 68).

Ainda, se o mundo almeja um quadro mais estável, tanto do ponto de vista geopolítico quanto do ambiental, reformas no nosso sistema energético atual se fazem necessárias. O grande dilema é se teremos tempo suficiente para fazê-las. A melhor maneira de obtermos uma resposta a curto prazo é a partir de uma análise histórica: a história mostra que grandes mudanças no sistema energético global tiveram lugar no passado, nos dando espaço para um cauteloso otimismo quanto ao futuro (PODOBNIK, 2006).

Assim como a transição para o petróleo ocorreu de maneira imprevista, pode ser que a próxima transição chegue sem percebermos. Afinal, o *timing* da tecnologia, uma das variáveis mais importantes para as transições, é incerto. Quanto à questão econômico-financeira, a última transição deixa claro que mesmo momentos conturbados, marcados por crises financeiras, podem propiciar uma transição energética, de maneira que o investimento produtivo no setor de energia poderia constituir uma alternativa rentável.

Existem diferentes previsões sobre o próximo paradigma energético. Alguns autores (RIFKIN, 2003; ORECCHINI, 2006; SPERLING; CANNON, 2004) acreditam em uma matriz energética

baseada em um vetor energético, como poderia ser o caso do hidrogênio. Uma segunda opção seria uma matriz energética formada por um conjunto de energias renováveis (DROEGE, 2011), mas talvez ainda dependente de combustíveis fósseis (PODOBNIK, 1999). Ainda, é possível que aconteça um salto produtivo-tecnológico que poderia originar formas de se produzir energia que ainda não conhecemos (OLIVEIRA, 2012).

Dentro desse contexto, Podobnik entende que o mundo esteja vivenciando “o início da terceira transição energética, em direção a um *cluster* de novas tecnologias energéticas” (PODOBNIK, 1999, p. 156, tradução livre), que culminaria em um sistema energético baseado no gás natural e diversas formas de energia renovável. Dessa forma, o autor prevê que o gás natural deve se tornar a fonte de energia dominante por volta de 2020, e deve ser ultrapassado pelas energias renováveis no final do século XXI.

Em 2015, as energias renováveis alcançaram uma participação de 2,8% na matriz energética global, um salto de 2% comparado aos 0,8% de participação no consumo em 2005 (BP, 2016). A taxa média de crescimento da geração de energias renováveis na última década tem sido de 15,9% ao ano, similar ao crescimento total de geração de energia. Nessa categoria, a energia que mais se destaca é a eólica, sendo responsável por 52,2% da geração total proveniente de energias renováveis, contudo, foi a energia solar que passou por maior crescimento no poder de geração em 2015 (+32,6%).

Assim como no caso dos regimes anteriores, do carvão e do petróleo, a consolidação desse novo regime, baseado em tecnologias mais sustentáveis, deve ser resultado da convergência das dinâmicas geopolítica, comercial e social. Nesse sentido, o autor descreve como deve ser o cenário em que esse novo regime seria concebível, onde a competição geopolítica e comercial por petróleo e gás, um instável Oriente Médio e a pressão social sobre as indústrias de energia convencional, devem ser razões suficientes para que os Estados aumentem o apoio para o desenvolvimento doméstico de energias alternativas.

If geopolitical and commercial competition for the world's remaining petroleum and natural gas resources intensifies as forecasted in the coming decades, and conflict continues to be endemic in

the Middle East, the price of these resources will rise, and import-dependent states will have reasons to increase support for domestically-based alternative energy technologies. While increased state sponsorship of renewable energy technologies will also presumably reflect commitments made by nations throughout the world to limit the emissions of greenhouse gases, it is important to underscore the concrete political and commercial dynamics which are beginning to favor alternative energy sectors. It is also crucial to highlight the role of social movements in influencing the trajectory of world energy industries. Specifically, if environmental pressures on conventional energy industries can be increased throughout the world, then the comparative advantage of renewables would be heightened – stimulating a more rapid diffusion of alternative energy systems (PODOBNIK, 1999, p. 167).

Embora muitas suposições sejam feitas sobre o futuro do sistema energético global e o papel das energias renováveis, existe ainda uma possível quarta alternativa: a ampliação do uso de combustíveis fósseis a partir dos não convencionais. Yergin (2014, p. 255) caracteriza os não convencionais como “um grupo bastante diversificado [...] Em comum, compartilham o fato de que seu desenvolvimento depende do avanço da tecnologia”. Dentro desse grupo diversificado o autor cita recursos *offshore*, areias betuminosas, petróleo e gás de xisto, *tight oil*, etc. Dentro desse contexto, Klare (2010) destaca o aumento da importância internacional dos recursos energéticos não convencionais e seu papel estratégico para países como Estados Unidos e China, ao reduzir sua dependência em energia importada de países politicamente sensíveis.

Assorted governments, too, are pushing for the development of unconventional energy resources, seeing a geopolitical advantage in developing energy reserves at home and in nearby countries. In the United States, for example, senior officials have suggested that exploiting North America’s unconventional oil and gas deposits will play a key role in diminishing U.S. reliance on energy

acquired from less trustworthy partners elsewhere in the world (KLARE, 2012, p. 108).

Nesse cenário, um exemplo recente é o *boom* de gás (xisto) e petróleo (xisto, *tight oil*, areias betuminosas...) não convencionais na América do Norte. Esse *boom* pode transformar as expectativas sobre o futuro paradigma energético, levando a seguinte transição por um caminho diferente, à medida que emergem previsões de uma possível autossuficiência norte-americana em energia (U.S. ENERGY..., 2015).

Desenvolvimentos recentes de alternativas energéticas, como é o caso dos não convencionais, se deram graças aos avanços tecnológicos que eram imprevisíveis há pouco mais de quinze ou vinte anos. Esses desenvolvimentos, de certa forma, enfraquecem o argumento de Podobnik, e ilustram a possibilidade de que desvios não previstos aconteçam nas transições energéticas como uma parte natural desses processos, como veremos a seguir, no terceiro e último capítulo dessa dissertação.

3. GÁS DE XISTO: MAIS DO MESMO OU ELEMENTO DE TRANSIÇÃO?

A razão pela qual existe tanta exaltação em torno do gás de xisto é simples. Por um lado, ele pode prover energia barata, mudando a geopolítica energética. Além disso, entre os que defendem seu uso é considerado um combustível-ponte para uma matriz energética global mais sustentável. Por outro lado, existe o receio que a fratura hidráulica – método utilizado para a extração do gás de xisto – possa ser perigosa para o meio ambiente, ou que o gás de xisto seja ainda pior que o carvão e o petróleo para o efeito estufa.

É importante destacar que o gás de xisto não é uma novidade. Quase dois séculos antes da revolução americana de gás de xisto introduzir ao mundo termos como *fracking*, *Marcellus* e xisto, o primeiro poço de gás de xisto americano começava a operar nas proximidades de Fredonia, Nova Iorque, em 1821 (U.S. ENERGY..., 2009). Os habitantes dessa região utilizavam o gás para a iluminação e a experiência logo foi replicada, de maneira que em 1920 era desenvolvido o primeiro campo de gás de xisto dos Estados Unidos, em Kentuchy, Ohio.

Contudo, foi somente no século XXI que explorar o gás de xisto se tornou viável comercialmente, e isso é o resultado de três fatores: avanços na perfuração horizontal e na fratura hidráulica, e aumento dos preços do gás e petróleo. Para descrever esse processo, esse capítulo está organizado em seis seções. Primeiramente, antes de nos aventurarmos pela revolução americana do gás de xisto, faz-se necessário esclarecer alguns aspectos geológicos e técnicos, de maneira que as três primeiras seções abordam essas questões. Na sequência, a quarta seção versa sobre a importância da revolução americana de gás de xisto para os Estados Unidos, e na quinta seção são analisados os controversos impactos ambientais até aqui já registrados. Finalmente, a última seção aborda as perspectivas da exploração de gás de xisto.

3.1 O QUE É XISTO AFINAL?

Basta o assunto ser energia que “xisto” é o tema da vez. Na área de ciências humanas, principalmente dentro dos estudos estratégicos e geopolíticos, o debate acerca dessa nova fonte de energia com potencial

revolucionário já foi aberto há alguns anos. Contudo, poucas pesquisas remontam à geologia, a fim de oferecer uma compreensão mais holística do fenômeno. Nesse sentido, considerando o caráter interdisciplinar da abordagem adotada pelo presente trabalho, parece válido fazer uma visita técnica a um outro campo de conhecimento para ampliar as possibilidades de entendimento do fenômeno em estudo.

Primeiramente, é preciso deixar claro que até mesmo para a geologia o termo “xisto” é um tanto obscuro, pois nunca foi definido com precisão (STEPHENSON, 2015). De qualquer maneira, o xisto é conhecido por ser uma rocha sedimentar de baixa permeabilidade formada por minúsculas partículas ricas em matéria orgânica. No caso do gás de xisto, a rocha funciona como reserva e fonte de gás ao mesmo tempo (U.S. ENERGY..., 2009).

Essas rochas se formam ao longo de um tempo biológico bastante longo – centenas de milhões de anos – em um processo no qual uma espécie de lama, formada por resíduos orgânicos e minerais, vai se acumulando no fundo de depósitos de água (oceanos, lagos, etc.) e endurecendo (STEPHENSON, 2015). Considerando o tamanho dos locais de formação do xisto, pode-se concluir que essa não é só uma rocha bastante comum, mas a mais comum, correspondendo a 35% das rochas que formam a superfície da terra.

Sobre a produção de gás e petróleo, essa se dá a partir do aquecimento decorrente da pressão e do calor originados pelo encobrimento do xisto por outros sedimentos e pela proximidade para com o centro da terra, que originam o “cozimento” da matéria orgânica (STEPHENSON, 2015). A temperatura média necessária para que se dê esse processo está entre 60 e 120°C, com o gás sendo formado mais para o final dessa margem (mais calor). Depois desse processo, uma certa quantidade de gás e petróleo pode migrar para camadas de arenito ou calcário mais próximas à superfície, onde sua extração é considerada mais fácil. Essa é a condição que permite a extração de petróleo e gás “convencionais”.

So what's the unconventional system like? Well this starts the same way, with shale (or source rock) that has been cooked up enough to create oil and gas. But in the unconventional system, the shale has not released its oil and gas. The oil and gas is stuck in tiny pockets and droplets amongst the clay minerals and other organic matter in the shale. It's

called unconventional mainly because the oil and gas is very difficult to get out. If you drill a well into shale nothing much happens. If you drill a well into a sandstone reservoir, the oil gushes without pumping if the pressure is high enough (STEPHENSON, 2015, p. 32).

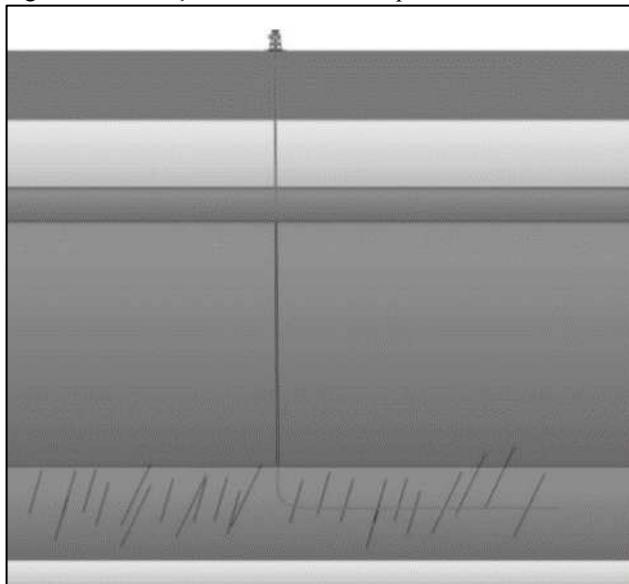
Como explica Stephenson (2015) na passagem acima, a diferença do petróleo e do gás não convencionais é que esses ficam presos ao xisto, uma rocha muito mais compacta do que o calcário ou o arenito, que dificulta a extração do gás e petróleo. A sua baixa permeabilidade impede que esses recursos escapem, a não ser que exista uma fratura natural – que origina os recursos convencionais – ou uma fratura artificial, sobre a qual falaremos melhor na seção seguinte.

3.2 DESVENDANDO O *HYDROFRACKING*

Como vimos, existem fraturas naturais que permitem que petróleo e gás escapem do xisto e formem as reservas convencionais desses recursos, de mais fácil extração. Contudo, o uso recorrente desses recursos nos últimos cem anos tem causado a depleção dessas reservas convencionais, de maneira que foram feitos investimentos para que a exploração das reservas de acesso mais difícil, conhecidas pelo armazenamento de recursos não convencionais, se tornasse viável. No caso do xisto, o método que permite essa exploração, que foi utilizado pela primeira vez na década de 1940, é a fratura hidráulica, ou *hydrofracking* (U.S. ENERGY..., 2009). Essa técnica é utilizada em conjunto com a perfuração horizontal, realizada pela primeira vez em 1992, em Barnett.

Para que um poço de gás de xisto seja desenvolvido, primeiramente perfura-se o solo verticalmente – em média cinco quilômetros de profundidade e dez centímetros de diâmetro – até a altura da camada de xisto (STEPHENSON, 2015). O buraco então é revestido com algumas camadas de aço e cimento, para impedir o desmoronamento e o vazamento de substâncias para fora do poço (veremos a importância disso mais tarde).

Figura 2: Perfuração horizontal interceptando fraturas naturais.



Fonte: Stephenson (2015, p.60).

Feito o invólucro do poço na vertical, parte-se para a perfuração na horizontal, para atingir uma área maior da camada. Para que sejam feitas as fraturas artificiais, por onde o gás e o petróleo serão liberados para dentro do poço e então para superfície, é utilizada uma mistura, conhecida como fluido de fratura, composta principalmente de água e areia (98-99,5%), com a adição de alguns químicos (0,5-2%). As ramificações horizontais do poço também recebem revestimento, mas são feitos buracos por onde o fluido de fratura é injetado no poço em alta pressão – equivalente a cerca de 700 vezes a pressão atmosférica – ficando a areia responsável por manter as fraturas abertas uma vez que a pressão é diminuída (STEPHENSON, 2015). Para aumentar a produtividade costuma-se perfurar em locais onde já existam fraturas naturais na camada de xisto, além de concentrar a pressão em uma seção do poço por vez²¹.

²¹ Para uma explicação mais extensa e completa dos processos de perfuração horizontal e fratura hidráulica sugere-se a leitura de *Shale Gas and Fracking* (STEPHENSON, 2015, cap. 3).

Uma vez que as bombas de pressão são desligadas a diferença de pressão entre a parte interna e externa do poço é invertida (STEPHENSON, 2015). O xisto agora está sob forte pressão e a parte de dentro do poço possui pressão inferior, de maneira que a pressão natural da rocha é o que força o gás e o petróleo para superfície. Primeiramente é expelido para fora o fluido de fratura, mas agora com outro nome: *flowback*. O gás pode demorar entre dois e vinte dias para começar a aparecer. É importante notar que o fluido não é expelido 100%, pois conforme o gás vai saindo o fluido ocupa seu lugar nas fraturas e fica lá. Essa é uma das razões pelas quais não é possível reaproveitar toda a água utilizada de um poço para outro, questão polêmica, já que cada poço necessita enormes quantidades de água para a produção de fraturas. Embora a quantidade de água varie bastante entre os poços, cerca de 250 litros de água são injetados por segundo durante o processo de fratura hidráulica.

Em suma, foi a junção de duas técnicas – fratura hidráulica e perfuração horizontal – que viabilizou a exploração do gás de xisto em larga escala no século XXI, fazendo desse recurso uma alternativa frente ao esgotamento dos combustíveis fósseis convencionais. Contudo, será que o gás de xisto tem mesmo potencial para atender uma demanda crescente por energia? Na medida do possível, responderemos essa questão na próxima seção.

3.3 O GÁS DE XISTO EM ESCALA GLOBAL

De acordo com Stephenson (2015), existem dois métodos para avaliar quanto gás existe preso em formações de xisto. Todavia, é preciso ter em mente que, por se estar trabalhando com o cálculo de recursos que estão há quilômetros de profundidade, lidamos com dados estimados e largas margens de erro. Dito isso, o primeiro método, utilizado em algumas localidades dos Estados Unidos, usa dados prévios bem conhecidos, de áreas que já foram extensivamente exploradas, para estipular o potencial de áreas ainda não exploradas. Esse modelo não leva muito em conta aspectos geológicos ou a quantidade de xisto, mas lida com generalizações, sendo mais eficaz em locais onde já existe uma indústria de extração estabelecida.

Já nas áreas que ainda não foram exploradas, praticamente todos os lugares fora dos Estados Unidos, utiliza-se um método diferente, que se baseia no cálculo do volume subterrâneo de xisto e na suposição de

uma produção por unidade de volume (STEPHENSON, 2015). O estudo do xisto em grandes profundidades, por sua vez, pode ser feito por meio de poços profundos e seções sísmicas. Nos poços profundos são inseridos instrumentos que identificam propriedades físicas das rochas, permitindo identificar o início e o fim da camada de xisto. Já as seções sísmicas são analisadas por meio de ondas sonoras transmitidas para dentro da terra por equipamentos vibratórios. A partir delas são produzidas imagens que identificam os limites entre as camadas.

Como já mencionado, a formação de gás e petróleo depende de uma certa temperatura, que varia conforme a profundidade, de maneira que nem todo o xisto pode ser considerado fonte desses recursos. Em outras palavras, pode-se dizer que a certas profundidades o xisto não alcançou o estado de “cozimento” necessário, e em outras ultrapassou, sendo cozido demais. Nesse sentido, o xisto que passa no teste de temperatura é conhecido como maduro.

Esse método de estimativa de reserva foi utilizado na Inglaterra, onde foi estimada uma quantidade de cerca de 10.000 k³ de gás de xisto maduro sob a região norte (STEPHENSON, 2015). Contudo, o fato de existir o xisto em estado maduro em uma região não significa que esse poderá ser extraído. E é aí que entramos na questão da diferença entre recurso e reserva. Essa reside em aspectos que vão além da geologia, como por exemplo a existência de uma grande cidade na superfície ou questões políticas. Outro fator – muito próximo da realidade atual – que pode influenciar na decisão de explorar ou não o gás de xisto é o seu preço: estando muito baixo pode inviabilizar a produção. Assim, os 10.000 k³ podem ser considerados números teóricos, mais conhecidos como recursos. Dados relacionados aos recursos de gás de xisto já estão disponíveis para uma boa parte de países, como consta na Tabela 4.

Já as reservas, são entendidas com uma proporção dos recursos que possui viabilidade econômica de produção, considerando limites ambientais e sociais (STEPHENSON, 2015). Para conectar as duas ideias, recursos e reservas, Stephenson introduz o conceito de *fator de recuperação*, que diz respeito à porcentagem de recursos que podem se tornar reservas. Estimar o fator de recuperação é uma tarefa tão difícil quanto estimar a quantidade de recursos, mais difícil ainda em casos como o da Inglaterra, onde a produção ainda não teve início. No caso dos Estados Unidos, objeto desse estudo, os fatores de recuperação já são bem conhecidos, de maneira que as reservas são mais importantes que os recursos.

Tabela 4: Recursos estimados de gás de xisto.

País	Recursos estimados	País	Recursos estimados
Canadá	572,90	Noruega	0,00
México	545,20	Espanha	8,40
Estados Unidos	622,50	Suécia	9,80
Austrália	429,30	Reino Unido	25,80
Argentina	801,50	Argélia	706,90
Bolívia	36,40	Egito	100,00
Brasil	244,90	Líbia	121,60
Chile	48,50	Mauritânia	0,00
Colômbia	54,70	Marrocos	11,90
Paraguai	75,30	Tunísia	22,70
Uruguai	4,60	Saara Oeste	8,60
Venezuela	167,30	Chade	44,40
Bulgária	16,60	África do Sul	389,70
Lituânia/Caliningrado	2,40	China	1115,20
Polônia	145,80	Índia	96,40
Romênia	50,70	Indonésia	46,40
Rússia	284,50	Mongólia	4,40
Turquia	23,60	Paquistão	105,20
Ucrânia	127,90	Tailândia	5,40
Dinamarca	31,70	Cazaquistão	27,50
França	136,70	Jordânia	6,80
Alemanha	17,00	Omã	48,30
Holanda	25,90	Em. Árabes Unidos	205,30

Fonte: Elaborado pela autora com dados da EIA (U.S. ENERGY..., 2015d).

O volume de gás de xisto está expresso em trilhões de pés cúbicos (t³).

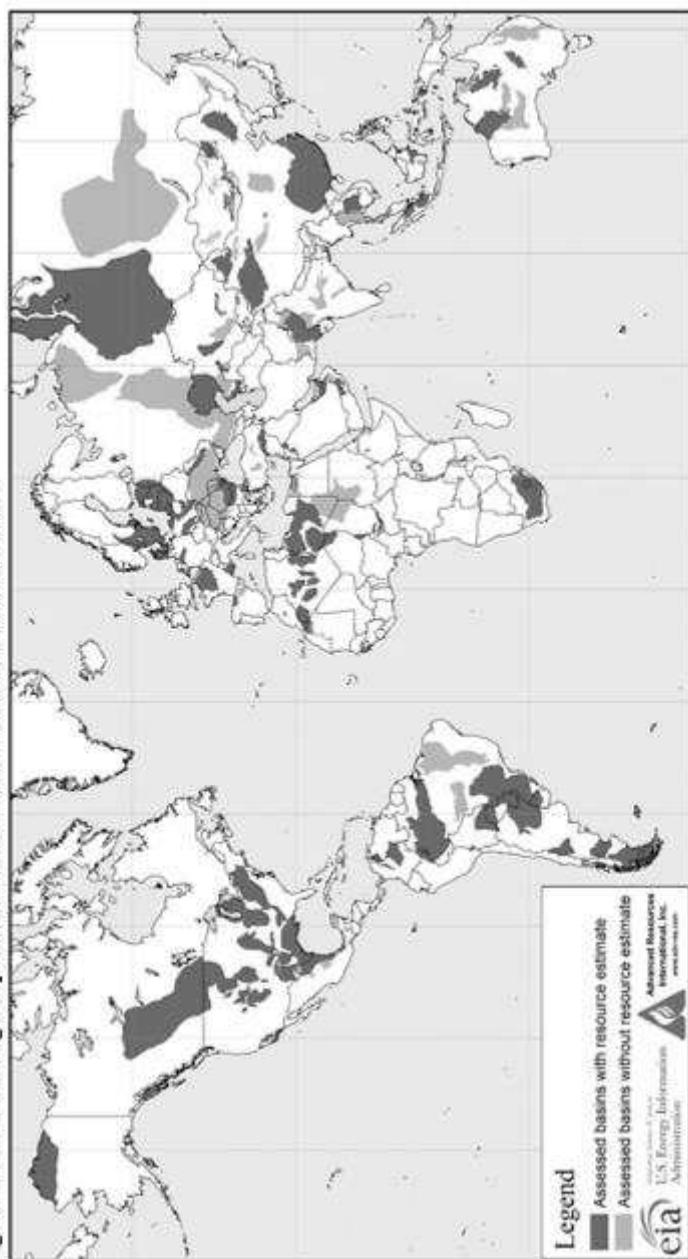
Recursos referentes ao *wet shale gas*, ou gás de xisto molhado, que além de metano possui em sua composição compostos líquidos como etano e butano.

Outro fator importante no que diz respeito aos recursos estimados de gás de xisto é sua distribuição a nível global. Como podemos ver na Figura 3 (inclui gás e petróleo de xisto), a distribuição é bem mais “igual”

que aquela dos recursos fósseis convencionais. Em termos geopolíticos, esse é um importante fator, com potencial para redução da vulnerabilidade daqueles países que dependem de Estados instáveis política e economicamente para o seu suprimento energético.

Até aqui, nesse capítulo, vimos o que é necessário para a formação do gás de xisto: grande quantidade de matéria orgânica e camadas na profundidade e temperatura adequadas, que permitam um estado ideal de cozimento, ou maturidade, da rocha xisto. Essas coincidências parecem ter ocorrido em grandes proporções nos Estados Unidos, país que lidera a exploração de gás de xisto, para onde nos voltamos na seguinte seção.

Figura 3. Reservas de gás e petróleo de xisto com e sem recursos estimados.



Fonte – EIA (U.S. ENERGY ..., 2015d).

3.4 A REVOLUÇÃO AMERICANA DO GÁS DE XISTO

Algo não estava certo no mercado de gás americano durante a segunda metade da década de 2000. As previsões de escassez de gás estavam se invertendo e o mercado estava sendo inundado por gás barato. O mundo demorou a entender o que estava acontecendo no país mais poderoso do mundo, mas hoje, ao olharmos em retrospecto, vemos que o fenômeno tem suas raízes ainda no século passado. Nessa seção nos aprofundamos naquilo que ficou conhecido como o *boom* do gás de xisto, ou a revolução americana do gás de xisto.

3.4.1 A matriz energética americana e a importância do gás natural

Para entender a importância do gás de xisto para a hegemonia americana e seu potencial papel de divisor de águas, é fundamental olhar para o todo: a matriz energética americana. Como já foi visto, a hegemonia americana se ergueu juntamente com a Era do Petróleo, de maneira que o petróleo tem sido o principal recurso energético da matriz americana desde a ascensão dos Estados Unidos ao status de hegemonia da economia-mundo capitalista. Desde o princípio, contudo, a relação entre o país e o petróleo tem sido conturbada, com frequentes ameaças de escassez.

Em 1956, Hubbert havia estimado que os Estados Unidos atingiriam o pico de sua produção de petróleo entre 1965 e 1970, tendo ficado famoso quando o país pareceu ter chegado a esse ponto em 1970 (*apud* YERGIN, 2014).

O pico da produção americana apontava na direção de um grande rearranjo geopolítico. Os Estados Unidos não podiam mais seguir em frente sem ajuda. Ao longo de toda a década de 1960, mesmo com importações, a produção doméstica havia suprido 90% da demanda. Agora não mais. Para suprir suas necessidades cada vez maiores, os Estados Unidos deixaram de ser um pequeno importador para se tornar um grande, profundamente envolvido no mercado mundial de petróleo. O rápido crescimento da importação de petróleo dos Estados Unidos, por sua vez, foi um

dos principais fatores que levaram à configuração do mercado do petróleo, preparando o palco para a crise de 1973 (YERGIN, 2014, p. 247-248).

Nos anos que se seguiram ao suposto pico da produção de petróleo americana e à ameaça de escassez simbolizada pelos choques de petróleo da década de 1970, o país tentou se adequar à nova realidade, tomando uma série de iniciativas importantes. A autossuficiência energética passou a figurar como principal objetivo da política energética do país, e muitos governos fizeram esforços incansáveis para alcançá-la, entre os quais podemos citar o protagonismo em iniciativas como a IEA e a busca pela diversificação de fornecedores. Entretanto, dado o foco do atual trabalho, damos destaque aos esforços realizados no âmbito doméstico, em termos de eficiência energética e desenvolvimento de novas fontes de energia.

No que diz respeito à eficiência energética, hoje os Estados Unidos utilizam apenas metade da energia que era consumida para gerar cada unidade de produto interno bruto (PIB) na década de 1970 (YERGIN, 2014). Esse ganho em termos de eficiência está vinculado, por um lado, a uma mudança estrutural da economia americana:

Uma parte menor da economia e, portanto, do PIB mensurável, é dedicada a processos industriais que fazem uso intensivo de energia e esses próprios processos tornaram-se muito mais eficientes. A maior parte da economia é dedicada aos serviços, à tecnologia da informação e às indústrias mais leves, grande parte das quais não existia na década de 1970. Parte da mudança estrutural também representa a transferência dos processos industriais que fazem uso intensivo de energia para países com custos menores. A produção de ferro e aço nos Estados Unidos diminuiu quase 50% nas últimas três décadas (YERGIN, 2014, p. 638).

Por outro lado, o ganho em eficiência energética pode ser relacionado a ganhos reais de eficiência, ou seja, “maior criatividade energética, menos energia necessária para realizar determinadas atividades, seja transportar pessoas, aquecer as casas ou transformar os hidrocarbonetos em produtos químicos e plásticos” (YERGIN, 2014, p. 638).

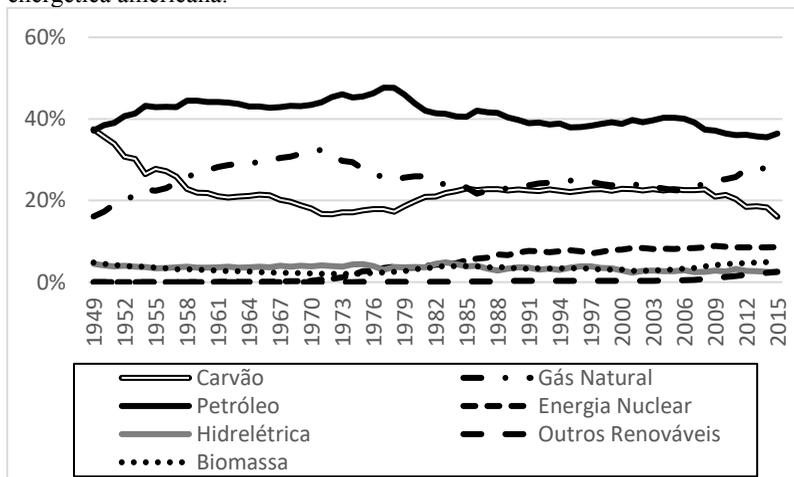
Já no que se refere ao desenvolvimento de fontes alternativas, o governo americano investiu, ao longo dos anos, bilhões de dólares nessa direção, principalmente em tecnologia. Contudo, desde a falência da Solyndra, grande empresa de energia solar que recebeu US\$ 535 milhões em garantias de empréstimos federais, muitos concluíram que os esforços governamentais para promover tecnologias de energia estariam condenados ao fracasso (SHELLENBERGER; NORDHAUS, 2011). Outros exemplos de falhas, que ajudam a corroborar esse argumento, seriam o abandono do programa de combustíveis sintéticos, tentativa de capturar o carbono emitido pelas usinas de carvão e a próxima geração de reatores nucleares. Nesse sentido, destacam a revolução do gás de xisto enquanto uma evidência de que o setor privado faria um melhor trabalho em escolher tecnologias energéticas de sucesso. Todavia, como veremos a seguir, isso não reflete a realidade.

Consideradas as diferentes iniciativas tomadas pelo governo dos Estados Unidos para garantir a energia demandada pelo país, pode-se dizer que, apesar dessas, a matriz energética americana (Gráfico 11) pouco variou durante a maior parte de seu ciclo hegemônico e em muito se parece com a matriz mundial (Gráfico 2). Percebe-se que na metade do século XX o petróleo assume o papel de principal combustível da hegemonia americana. O gás natural também tem grande importância e parece ter, recentemente, vencido a disputa com o carvão, se tornando o segundo combustível mais importante da matriz. Assim, petróleo, gás e carvão são responsáveis por suprir cerca de 85% das necessidades americanas de energia.

No que diz respeito à energia nuclear, o ciclo americano de energia nuclear aparenta estar dentro dos padrões internacionais, tendo atingido seu platô, muito embora os Estados Unidos seja ainda o maior consumidor global dessa fonte energética (BP, 2016). Já no que se refere às energias renováveis, essas vão ganhando importância (Gráfico 11), mesmo que lentamente, sendo consideradas críticas para o fortalecimento da economia americana, como vimos no capítulo anterior. Nesse sentido, os Estados Unidos são atualmente o segundo maior consumidor de energia solar e o maior consumidor de energia eólica, biocombustíveis, biomassa e energia geotérmica²² (BP, 2016).

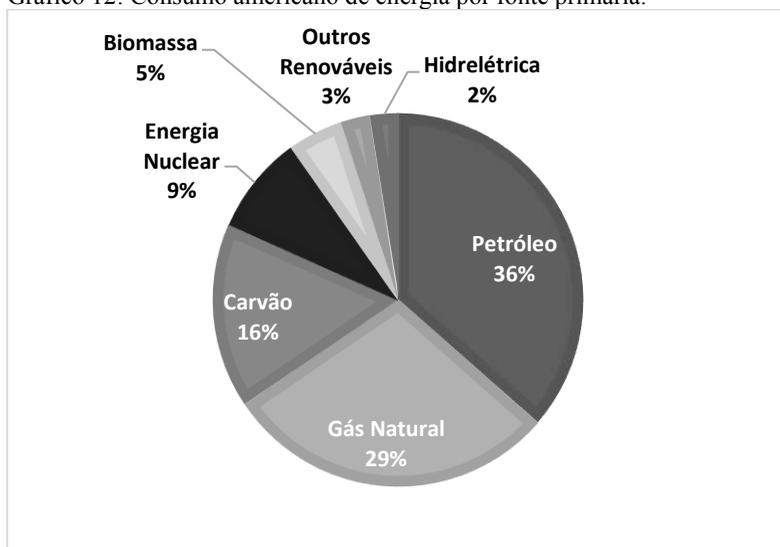
²² O dado é para o consumo de biomassa, energia geotérmica e outros somados.

Gráfico 11: Evolução da participação dos combustíveis primários na matriz energética americana.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da EIA (U.S. ENERGY..., 2016b).

Gráfico 12: Consumo americano de energia por fonte primária.

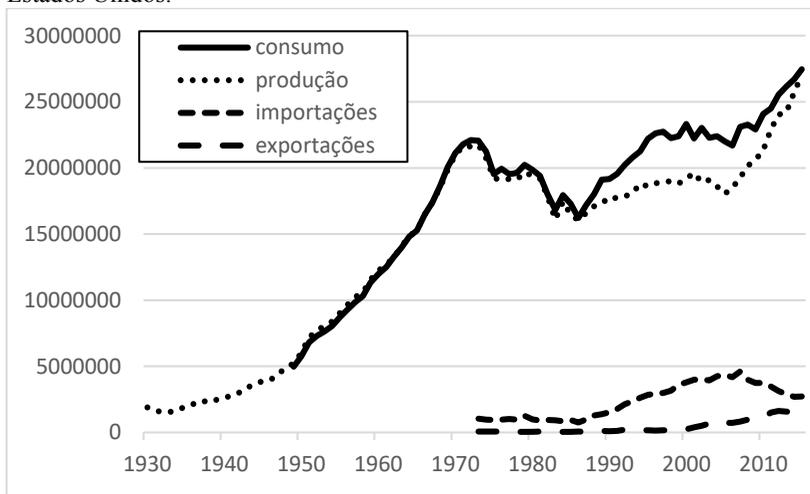


Fonte: EIA (U.S. ENERGY..., 2016b).

No que se refere à importância do gás natural para a matriz energética americana, podemos começar dizendo que esse desempenha um papel chave no atendimento das necessidades americanas, suprimindo atualmente 29% da demanda por energia (Gráfico 12). Um fator que torna o gás natural um combustível atrativo é a questão da confiabilidade do suprimento, atrelada ao fato de que mais de 80% do gás consumido pelos Estados Unidos é produzido pelo próprio país, e quase 100% na América do Norte. O país possui reservas comprovadas abundantes desse recurso, num total de 368,7 trilhões de ft^3 (BP, 2016).

Outra vantagem do gás natural é sua eficiência e queima mais limpa. Dentre os hidrocarbonetos, é o mais limpo, emitindo cerca de metade do CO_2 gerado na queima de carvão e 30% menos que o petróleo (U.S. ENERGY..., 2009). Por essa razão, é geralmente considerado um recurso central para os planos de redução das emissões dos gases do efeito estufa.

Gráfico 13: Produção, consumo, importações e exportações de gás natural dos Estados Unidos.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da EIA (U.S. ENERGY..., 2016c). O volume de gás natural está expresso em milhões de ft^3 .

Nesse cenário, uma tendência recente e importante, é a diminuição da lacuna histórica entre consumo e produção de gás natural nos Estados

Unidos. Percebemos pelo Gráfico 13. Como vimos no capítulo dois, em consequência dos choques de petróleo da década de 1970, os Estados Unidos começariam a investir em eficiência energética e produção de energia por novas fontes. Entretanto, no curto prazo, a produção permaneceu estagnada, de maneira que a lacuna entre consumo e produção se escancarou a partir da segunda metade da década de 1980. Nesse contexto, o Canadá (U.S. ENERGY..., 2016c) se torna o maior fornecedor de gás natural para o país, por meio de gasodutos.

Como veremos a seguir, uma das consequências das medidas adotadas a partir dos anos 1970 foi um aumento da produção de gás ao longo dos primeiros anos do século XXI, quando quantidades massivas de gás passaram a ser extraídas nos Estados Unidos, de maneira que entre 2006 e 2015 a produção de gás natural americana cresceu mais de 30% (Gráfico 13), tornando o país o maior produtor global de gás (BP, 2016). Esse aumento da produção, em conjunto com a crise de 2008, que impactou negativamente o consumo de gás nos Estados Unidos, contribuiu para o decrescimento da lacuna entre produção e consumo de gás natural, a partir da segunda metade dos anos 2000. Por trás do grande aumento na produção está o gás de xisto, como veremos a seguir.

3.4.2 O boom do xisto

Foi só no final da década de 2000 que o mundo tomou conhecimento de um processo que tivera início três décadas antes (YERGIN, 2014). As perspectivas vislumbradas por George P. Mitchell, um produtor de petróleo e gás de Houston, não eram boas na década de 1980. As reservas exploradas por sua empresa, a *Mitchell Energy*, estavam se esgotando. Foi a partir de uma pesquisa desenvolvida pelo *Eastern Gas Shales Project* que ficou claro que o xisto poderia ser uma solução para a escassez.

Mitchell learned of shale's potential from the Eastern Gas Shales Project, a partnership begun in 1976 between the Energy Department's Morgantown Energy Research Center and dozens of companies and universities that sought to demonstrate natural gas recovery in shale formations and to map and test core samples from unconventional natural gas deposits. Starting in

1981, Mitchell's geologists drew heavily on that research to guide their explorations (SHELLENBERGER; NORDHAUS, 2011).

De fato, acredita-se que o primeiro poço de gás natural do Estados Unidos tenha sido aquele de Fredonia, em Nova Iorque, perfurado em 1821 (U.S. ENERGY..., 2009). Contudo, o que inviabilizou o gás de xisto há dois séculos atrás foi um problema de ordem econômica: era extremamente difícil extrair gás do xisto na época e, portanto, muito caro. Nesse sentido, a mistura de inovação tecnológica, altos preços de gás e petróleo, e persistência viabilizou sua exploração no período mais recente, mas talvez a revolução americana do gás de xisto nunca tivesse visto a luz do dia não fossem os esforços governamentais na área de tecnologias da energia.

Ultimately, Mitchell and other gas developers' decision to spend millions of dollars and nearly two decades pioneering techniques that few thought would result in commercially viable extraction is less quixotic than it might have appeared. The federal government generously subsidized drilling for non-conventional gas throughout the 1980s and 1990s, when oil and gas were cheap. While the rise in natural gas prices in the late 1990s sparked the shale gas revolution, it was the federal non-conventional gas tax credit that made Mitchell's experimenting possible in the early years, when there was no market for more expensive shale gas [...]. Between 1978 and 2007, the Energy Department spent \$24 billion on fossil energy research. Billions more were spent through the Gas Research Institute and non-conventional gas tax credits. Those investments were widely panned as a failure during the '80s and early '90s, when gas was plentiful and cheap (SHELLENBERGER; NORDHAUS, 2011).

Como vimos no capítulo dois, a administração Carter foi responsável por escrever um novo capítulo na história da política energética americana, a partir da criação do DOE e da instituição de políticas que favoreceram o desenvolvimento de fontes de energia

alternativas, ou não convencionais. Dentro desse contexto, uma cláusula da lei fiscal americana de 1980, conhecida como *Section 29*, que fazia concessão de crédito fiscal federal para a exploração do gás natural não convencional, foi fundamental para o projeto de Mitchell, que tinha como foco uma região extensa conhecida como Barnett, no estado do Texas (YERGIN, 2014). Todavia, mesmo com o incentivo, era muito difícil fazer com que a produção de gás de xisto atingisse escala comercial. Em 1997 só a Mitchell Energy continuava investindo na empreitada, as outras empresas haviam desistido.

Mitchell did not invent hydraulic fracturing, or fracking; it was first tried in the late 1940s and helped along by Department of Energy research in the 1970s. Before Mitchell, however, fracking had not been used commercially to free natural gas from shale. During the 1980s and early 1990s, Mitchell Energy drilled well after well, many of whose sites were determined personally by Mitchell, an expert geologist who dropped by his company's engineering department daily to check for good news. For 15 years, the company struggled to show that its fracking could produce reliable and economical gas. At one point in the late 1990s, his son Todd recalls, Mitchell expressed incredulity that a few upstarts in Silicon Valley could write a software program and sell their company for a billion dollars. That was nearly the value of Mitchell Energy at the time, a company with some 2,000 employees, vast land holdings — and an uncertain future (GERTNER, 2013).

Como afirma Gertner (2013), Mitchell não inventou a fratura hidráulica, mas adaptou uma tecnologia demonstrada pela primeira vez pelo DOE em 1977 (SHELLENBERGER; NORDHAUS, 2011). Também foi importante para o sucesso de Mitchell a revolução em tecnologias de mapeamento e monitoramento, desenvolvidas principalmente nos laboratórios do governo americano. O desenvolvimento da tecnologia sísmica 3D, patrocinado pelo DOE, ajudou a compreender melhor o subsolo, mas não foi suficiente, faltava ainda a técnica de extração ideal (YERGIN, 2014). O feito revolucionário

foi realizado pela empresa de Mitchell em 1998: a adaptação de uma técnica de fracionamento, a *light sand fracking* (LSF), para quebrar a rocha.

The federal government's funding of experimental demonstration wells was key. In the late 1970s and early 1980s, DOE stimulated experimental work on massive hydraulic fracturing methods by providing matching funds for private industry demonstration wells. In 1986, DOE collaborated with industry to achieve the first truly horizontal Devonian shale well in the Appalachian Basin. Through the early 1990s, DOE and GRI worked with several companies to complete additional wells containing multiple hydraulically fractured zones; among these collaborations was Mitchell Energy's famous first horizontal well in the Barnett Shale. These efforts were the first demonstrations of multiple-fracture horizontal drilling method in gas shales that would become the norm for all shale gas recovery. Mitchell Energy built on this demonstration and new knowledge by investing substantially in R&D. Innovating on findings from earlier massive hydraulic fracturing demonstrations, Mitchell eventually developed slick water fracturing methods in 1998, the key that would drive down costs enough to make shale gas economical (BURWEN; FLEGAL, 2013, p. 5).

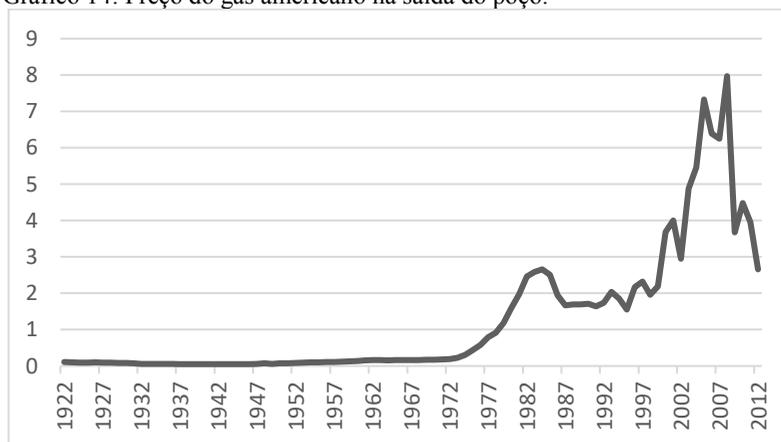
Nos anos que se seguiram Mitchell tentou vender a sua empresa (BURWEN; FLEGAL, 2013). Após trabalhar de forma independente há sessenta anos, o empresário queria investir em outros projetos. Todavia, ninguém acreditou que o projeto do gás de xisto poderia ser um sucesso, e Mitchell e sua equipe continuaram apostando nele. Foi só em 2001, que Larry Nichols, o CEO da *Devon Energy*, uma empresa de Oklahoma, notou um aumento repentino no suprimento de gás da região de Barnett. Mitchell havia desvendado a técnica ideal de extração do gás de xisto. Em 2002, a *Mitchell Energy* foi vendida para a *Devon Energy* por US\$ 3,5 bilhões.

A *Devon Energy* era bem capacitada na técnica de perfuração horizontal, desenvolvida na década de 1980 a partir de uma *joint venture*

entre o DOE e a *Devon* (BURWEN; FLEGAL, 2013). Em conjunto com a técnica de LSF, adaptada pela *Mitchell Energy*, a perfuração horizontal permitiu que o gás de xisto fosse produzido em volumes significativos (fenômeno que pode ser percebido no Gráfico 13). A história de desenvolvimento da exploração do gás de xisto é resumida por Burwen e Flegan na seguinte passagem:

While the private sector has driven the continuous improvements and breakthroughs in exploration and production technologies for unconventional natural gas, the federal government has substantively aided this effort in several ways: resource mapping; coordinating and complementing industry efforts; basic research and development; and tax credits for unconventional gas (BURWEN; FLEGAL, 2013, p. 13).

Gráfico 14: Preço do gás americano na saída do poço.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da EIA (U.S. ENERGY..., 2016c). O preço do gás está expresso em dólares por cada milhão de ft³.

Além dos desenvolvimentos descritos até aqui, os anos 2000 contribuíram com outro fator fundamental para o sucesso da indústria do xisto: o aumento dos preços de petróleo e gás (Gráficos 4 e 14). Após um período de estabilidade que se estendeu de 1986 a 2001, o preço internacional do petróleo (Gráfico 4) entraria em um período de ascensão,

marcado pela alta volatilidade, que teve raiz em uma série de eventos específicos. Esses eventos ocorreram tanto do lado da oferta, quanto do lado da demanda. Primeiramente, como vimos, a China entra para a OMC em 2001, gerando um importante incremento na demanda global de petróleo. No que diz respeito à oferta, uma série de outros acontecimentos impactariam a produção de gás e petróleo durante os primeiros anos do século XXI. Entre eles, destacamos a greve geral na Venezuela e a bolha das “.com” em 2002, os ataques terroristas de setembro de 2001 e a consequente invasão americana do Iraque a partir de 2003, os furacões Rita e Katrina em 2005, a crise econômico-financeira de 2008, e a Primavera Árabe a partir de 2010.

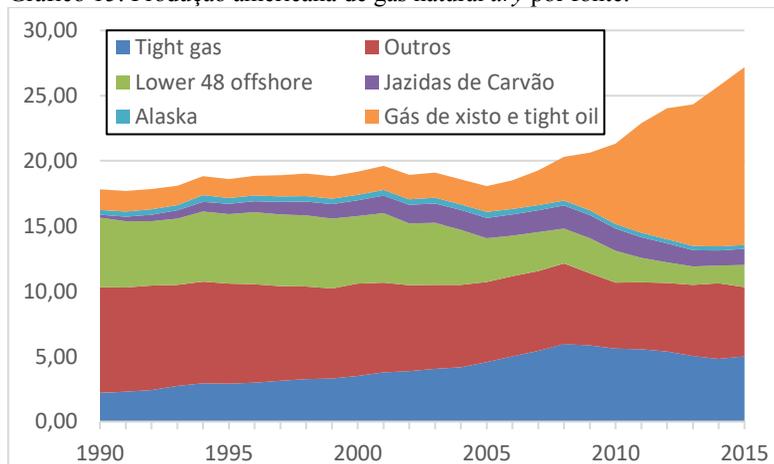
Apesar da volatilidade, a tendência geral foi de crescimento do preço do petróleo, que acabou impactando o preço do gás produzido nos Estados Unidos (Gráfico 14), ocasionando a coincidência-chave com os avanços tecnológicos, que tornou viável a exploração em escala comercial desse recurso nos Estados Unidos durante a primeira década dos anos 2000.

Havia algo muito estranho acontecendo com os números. A análise dos dados referentes a 2007 e, depois, a 2008, revelou algo inesperado, que não fazia sentido: um aumento repentino na produção doméstica de gás natural nos Estados Unidos. Como isso seria possível? Qual era a sua origem? Os Estados Unidos supostamente enfrentavam um acentuado declínio na produção doméstica — para o qual o GNL era a única resposta certa. Foi então que a situação foi se tornando clara: o impacto de uma revolução tecnológica começava a se fazer sentir. Agora, o resto da indústria percebia que estava acontecendo algo de novo. E isso incluía tanto as maiores empresas de petróleo quanto as de gás, que até então tinham estado mais focadas nos grandes projetos internacionais de GNL, o que se acreditava ser necessário para compensar a aparente escassez de gás natural na América do Norte (YERGIN, 2014, p. 342).

Como vimos, foi a coincidência de três fatores que permitiu a exploração do gás de xisto no século XXI: avanços na perfuração horizontal e na fratura hidráulica, e aumento dos preços do gás e petróleo.

Nesse contexto, o gás de xisto passa a representar uma alternativa de suprimento energético, juntamente com o gás natural liquefeito. Em 1990 o xisto correspondia a cerca de 8% da produção de gás natural *dry* nos Estados Unidos (Gráfico 15). Em 2015, o xisto foi responsável por mais da metade da produção de gás natural *dry*, fatia que deve aumentar para mais de 60% até 2040 (U.S. ENERGY..., 2016d).

Gráfico 15: Produção americana de gás natural *dry* por fonte.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da EIA (U.S. ENERGY..., 2016e).

O volume da produção de gás está expresso em trilhões de f³.

Gás Natural *Dry*: É o gás natural pronto para uso, sem líquidos.

Tight oil: está junto com o gás de xisto pois ambos são encontrados na camada de xisto.

Tight gas: é encontrado uma camada acima da de xisto, mais permeável.

Lower 48 offshore é a produção conterrânea dos Estados Unidos, não inclui o Alasca.

Nesse sentido, a revolução do gás de xisto fez com que surgisse uma perspectiva de autossuficiência energética da América do Norte em apenas uma década (U.S. ENERGY..., 2015), sendo possível que os Estados Unidos passem de importador à exportador líquido de gás natural. É possível afirmar, nesse sentido, que a revolução do gás de xisto tem potencial de recriar a geopolítica do petróleo. O gás de xisto transformou o mercado de gás dos Estados Unidos, ocupando o lugar que antes era destinado ao gás natural liquefeito e gerando um acúmulo deste no

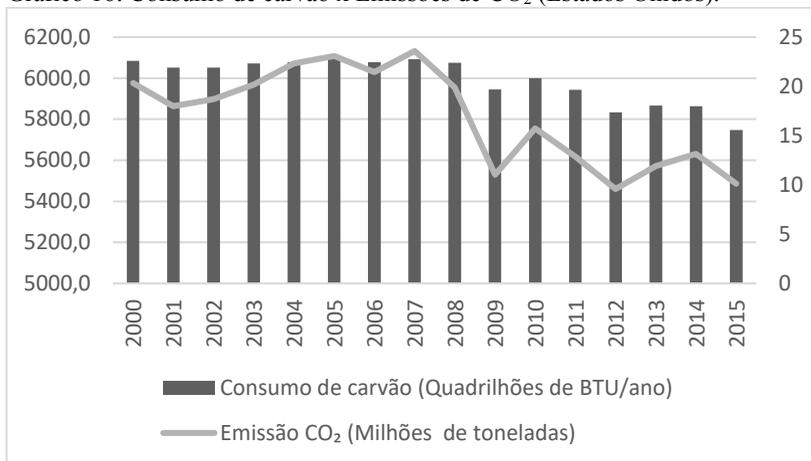
Oriente Médio. Essa conjunção de descobertas coloca muito mais gás no mercado do que era esperado, aumentando a concorrência por mercados para esse hidrocarboneto e também para o petróleo, como veremos na última seção desse capítulo.

Além do crescimento abrupto da produção, o título de “revolução” do gás de xisto se deve também a outras mudanças promovidas pela exploração desse recurso não convencional. A grande quantidade de gás natural que chegou ao mercado derrubou o preço desse recurso, de cerca de US\$ 8,00 por milhar de ft^3 em 2005 para menos de US\$ 3,00 depois de 2010 (Gráfico 14). Essa queda nos preços garantiu uma inversão na indústria de energia elétrica (KENNEDY, 2015). Em meio ao *boom* do gás de xisto, ficou mais barato usá-lo como insumo em modernas usinas térmicas, o que gerou uma substituição de antigas termelétricas movidas a carvão, reduzindo seu consumo. Conseqüentemente, também foram reduzidas as emissões de CO_2 (Gráfico 16), de maneira que a meta proposta por Obama em documento da *White House* (U.S. WHITE..., 2015), de reduzir as emissões de gases do efeito estufa em 17% até 2020, comparadas aos níveis de 2005, foi cumprida pela metade (BP, 2016).

Além dos impactos no preço do gás natural, no consumo de carvão e nas emissões de CO_2 , que são mais fáceis de calcular, acredita-se que a exploração de gás de xisto tenha promovido grandes investimentos no setor industrial americano – principalmente na indústria de petroquímicos – e a criação de novos empregos ao longo da crise econômica de 2008, a maior do país desde 1929. Os números nesse sentido variam amplamente entre os estudos e matérias jornalísticas, não existindo um consenso sobre o real impacto (KINNAMAN, 2010).

Na Figura 4 podemos observar que os campos de exploração de xisto (inclui petróleo e gás) estão bem distribuídos pelo território americano, questão estratégica para a distribuição. Já no Gráfico 15 constam os principais campos de exploração de gás de xisto nos Estados Unidos e suas participações na produção. Nesse cenário, o campo de Marcellus é o maior campo americano de exploração de gás de xisto, com uma área de 95.000 m^2 que abrange seis estados diferentes (U.S. ENERGY..., 2009), sendo responsável por cerca de 36% da produção (Gráfico 17).

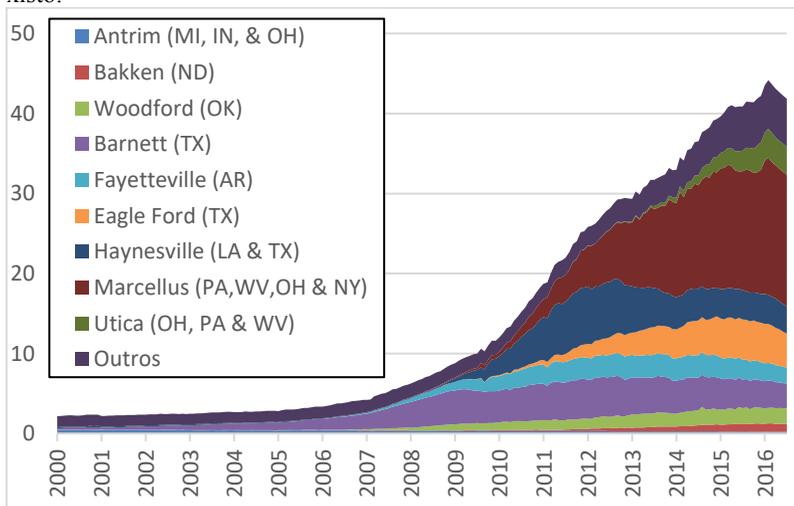
Gráfico 16: Consumo de carvão x Emissões de CO₂ (Estados Unidos).



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da EIA (U.S. ENERGY..., 2016b) e BP (2016).

EIA para consumo de carvão e BP para emissão de CO₂.

Gráfico 17: Participação das principais bacias na produção americana de gás de xisto.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da EIA (U.S. ENERGY..., 2016f).

O volume de gás de xisto está expresso em bilhões de f³ por dia.

Como vimos, o Estado americano teve um papel fundamental para a ascensão do gás de xisto, a partir dos investimentos em tecnologia de energia. Isso acontece porque o setor privado, sozinho, não é capaz de sustentar investimentos de longo prazo necessários aos grandes avanços tecnológicos em meio à volatilidade característica dos mercados de energia e sob pressões de curto prazo para produção de lucros. O principal interesse do Estado americano, nesse contexto, é garantir seu suprimento energético, na recorrente busca pela autossuficiência energética, que como vimos esteve presente entre os objetivos da política energética americana desde os choques de petróleo da década de 1970.

Nesse sentido, nos documentos oficiais da Casa Branca destinados ao tópico de segurança energética, *Blueprint for a Secure Energy Future* (BLUEPRINT..., 2011) e *Blueprint for a Secure Energy Future: progress report* (BLUEPRINT..., 2012), a administração Obama reconhece a importância do xisto no aumento da produção doméstica de petróleo e gás natural, afirmando que esses recursos, quando desenvolvidos com segurança, terão papel fundamental na produção doméstica de energia das próximas décadas.

Over the last two years, domestic oil and natural gas production has increased. In 2010, American oil production reached its highest level since 2003, and total U.S. natural gas production reached its highest level in more than 30 years. Much of this increase has been the result of growing natural gas and oil production from shale formations as a result of recent technological advances. These resources, when developed with appropriate safeguards to protect public health, will play a critical role in domestic energy production in the coming decades (BLUEPRINT..., 2011).

Nesse cenário, a preocupação com a segurança na produção de gás e petróleo de xisto tem sido uma das razões que impedem a produção de gás de xisto de avançar, isso porque acidentes têm sido relatados durante o processo de *fracking*, fazendo com que alguns países e estados americanos criem entraves burocráticos até que se entenda melhor quais as consequências desse processo, assunto que será abordado mais profundamente na seguinte seção.

3.5 IMPACTOS AMBIENTAIS

Não há dúvidas de que o gás de xisto é um recurso de enorme potencial, mas a indústria ainda terá que superar uma série de desafios ambientais e regulatórios. Cada vez mais, grandes empresas do ramo da energia estão adquirindo pequenas empresas produtoras de xisto e o negócio ganha proporções maiores, de maneira que os funcionários do governo passam a dar maior atenção às possíveis consequências da produção em larga escala (KLARE, 2012).

The Deepwater Horizon disaster has also added to the scrutiny of shale gas drilling, since some of the technological risks involved are the same in both kinds of operations. Many observers worry, for instance, that improper cementing of the wellbore—a key factor in the Deepwater Horizon explosion—could result in toxic liquids leaking from a shale gas well and contaminating local aquifers. The danger is all the more significant because some of the most promising shale gas plays are located in the northeastern United States, near the water supplies of major metropolitan areas (KLARE, 2012, p.118).

Contaminação de recursos hídricos e abalos sísmicos são apenas alguns dos acidentes que podem ocorrer durante o *fracking*, e que tem sido apontados por grupos de ambientalistas e autoridades políticas como principais vilões do processo. Tais eventos tem criado entraves burocráticos, como é o caso do estado de Nova Iorque, impedindo o desenvolvimento do *fracking* nessas regiões até que evidências ou estudos de longo de prazo, sobre o impacto ambiental da exploração do xisto por meio desse método, estejam disponíveis.

Nesse clima de incertezas quanto aos reais impactos da exploração de gás de xisto percebe-se um debate bem polarizado. Assim como no debate sobre o pico da produção de petróleo, no que diz respeito a explorar ou não o gás de xisto, também temos posições otimistas e pessimistas. Do lado dos otimistas podemos citar Ridley (2011), Cathles *et al.* (2012) e Rezaee (2015), já Howarth (2014) e Stephenson (2015)

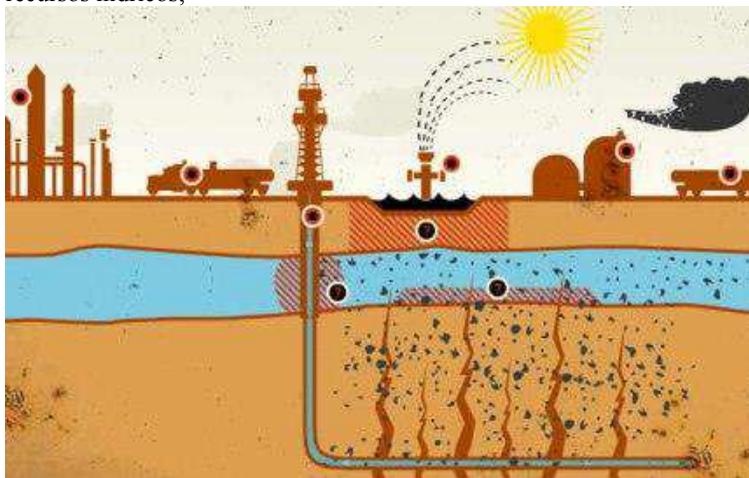
podem ser considerados mais moderados ou pessimistas. O que causa divergência nas opiniões dos autores é, principalmente, o balanço que fazem entre benefícios e malefícios do uso do gás de xisto frente a outras fontes de energia. A falta de uma maior quantidade de dados estatísticos confiáveis causa divergências tão grandes que, ao mesmo tempo em que Ridley (2011) afirma que o gás de xisto poderia ser menos prejudicial do que as energias renováveis para o aquecimento global, Howarth (2011) entende que, na verdade, o gás de xisto é mais prejudicial que o carvão no que concerne ao mesmo fenômeno.

Não é objetivo desse trabalho tomar uma posição definitiva sobre a exploração do gás de xisto, mas, visto que a questão ambiental é central para nosso estudo, é fundamental que adentremos esse debate em maior profundidade. Para isso, escolhemos focar a análise dos impactos ambientais da exploração do gás de xisto em três questões principais: contaminação de recursos hídricos, abalos sísmicos e emissão de gases do efeito estufa.

Os vídeos que mostravam a água da torneira de diversos lares americanos pegando fogo viralizaram nas redes sociais nos últimos anos. O principal responsável pela divulgação desse fenômeno talvez tenha sido o documentário *Gasland* (2010), um dos primeiros do gênero. O documentário começa com seu diretor, Josh Fox, explicando como sua família recebeu uma proposta muito interessante para a exploração de gás de xisto em suas terras no estado da Pensilvânia. Curioso, Fox inicia uma viagem por 32 estados americanos, com o objetivo de mostrar comunidades afetadas pela extração de gás de xisto. O filme foca, sobretudo, a contaminação de recursos hídricos por supostos vazamentos de gás e fluido de fratura para dentro de poços artesianos.

Para tentar esclarecer essa possibilidade, mais uma vez, vamos apelar à análise técnica. De acordo com Stephenson (2015) existem três maneiras por meio das quais o processo de fratura hidráulica pode interferir nos lençóis freáticos (Figura 5). A primeira forma é o metano ou o fluido de fratura tomarem uma rota direta até um lençol freático por meio de uma fratura bem longa. Uma outra possibilidade seria o fluido ou o gás vazarem do poço para o aquífero. Finalmente, é possível – embora bem pouco provável – que o metano se espalhe na água por difusão.

Figura 5: Como a exploração de gás de xisto pode causar contaminação de recursos hídricos;



Fonte: FareAmbiente (FRACKING..., 2015).

No que diz respeito à primeira possibilidade, é preciso considerar que existe uma grande distância – alguns quilômetros – entre a camada de xisto e os aquíferos, de maneira que, para ocorrer a contaminação, o fluido ou o gás teriam que percorrer todo esse caminho. Existe uma chance de que fraturas naturais já tenham coberto essa distância, e então a água já estaria contaminada com metano antes do processo de fratura hidráulica ter início.

Voltemos então nossa atenção para as fraturas artificiais: No artigo científico *Hydraulic fractures: how far can they go?* Davies *et al.* (2012) compilaram uma série de dados, de centenas de operações de fratura hidráulica usando monitoramento microssísmico, para mostrar os limites máximos das fraturas artificiais. O resultado é que a probabilidade de uma fratura artificial atingir mais de 350 metros de comprimento é de cerca de 1%. Além disso os autores concluem que 600 metros seria uma distância mínima ideal de segurança entre a camada de xisto e o lençol freático. Além disso, como vimos anteriormente, existe a questão da pressão, que uma vez revertida após o processo de fratura, pressiona o gás e o fluido para baixo, em direção ao poço, e não em direção ao aquífero.

Uma alternativa mais preocupante seria a de uma fratura artificial encontrar um poço antigo, o que ficaria aparente imediatamente, já que o

fluido e o gás escapariam para dentro dele e haveria uma perda de pressão nos manômetros da superfície. Nesse caso, se o poço antigo foi mal revestido há a real possibilidade de fluido e gás vazarem e contaminarem recursos hídricos no caminho até a superfície.

Novamente Davies *et al.* (2014) podem nos ajudar com dados estatísticos. Em seu estudo *Oil and gas wells and their integrity: implications for shale and unconventional resource exploitation* os autores destacam uma quantidade imensa de poços de gás e petróleo esquecidos. Cerca de um milhão de poços teriam sido escavados nos Estados Unidos antes de surgir uma regulamentação formal. Acredita-se que só no estado de Nova Iorque metade dos poços não tenham sequer sido registrados, de maneira que muitos estados americanos estão investindo no selamento de poços abandonados. Isso não quer dizer que todos os poços antigos não estejam devidamente revestidos e selados, provavelmente a maioria está. Apesar de haver uma pequena probabilidade de vazamento a partir de poços abandonados, ela existe, conforme relato de Stephenson.

I spoke to a senior well engineer recently about this very problem [...] The company engineers were fracking at high pressure. Suddenly the pressure dropped very rapidly and the engineers knew that the frack water was escaping somewhere. ‘Somewhere’ was a 5-m-high ‘geyser’ a few miles away in the woods. Deep below the surface a fracture had connected with an old unplugged well and the frack fluid was on its way up. As soon as this happened the pumps were shut down and the operation stopped. The company then spent a large sum of money plugging the forgotten well (STEPHENSON, 2015, p. 79-80).

Assim, constatada a remota eventualidade de um vazamento de gás e fluido por meio das fraturas, analisaremos agora o cenário que parece oferecer maior risco de interferência nos recursos hídricos. Como relatado no início, existe a possibilidade de que haja um vazamento através das camadas de aço e cimento que revestem o poço. Em média são duas ou três camadas de cimento e aço na altura em que é mais provável que o poço se aproxime de um aquífero (STEPHENSON, 2015).

Para se ter alguma noção de qual a probabilidade de isso acontecer devemos procurar evidências de que já tenha acontecido. Para isso, todavia, é necessário conhecer as condições dos recursos hídricos antes do início da instalação da indústria em determinada região.

Going back to the flaming taps that you see in pictures and films about shale gas, you need to know if there's always been methane in water supplies or if it's a new thing. This isn't trivial. Over wide areas geologists don't know the natural amount of methane in aquifers or water supplies, simply because no one's really been interested enough to measure it before (STEPHENSON, 2015, p. 81).

Em países como a Inglaterra já se fazem medições dos níveis de metano na água antes de começar qualquer processo relacionado ao gás de xisto. Por outro lado, em alguns países onde a indústria cresceu de maneira muito rápida – como é o caso dos Estados Unidos – esse registro é praticamente inexistente.

Nesse sentido, Ridley (2011) contesta a contaminação da água por gás proveniente do xisto, baseado na diferença entre metano termogênico e biogênico. O xisto não é a única rocha fonte de metano. O metano que se origina no xisto é conhecido como termogênico, em função das altas temperaturas necessárias para produzi-lo (STEPHENSON, 2015). Já o metano produzido por ação biológica, em camadas mais próximas da superfície, e consequentemente dos aquíferos, é chamado de biogênico. Essa diferença é importante porque o metano biogênico nada tem a ver com xisto.

There are cases in Colorado, highlighted by a flaming tap in Fort Lupton in the film Gasland, where gas in domestic drinking water from an aquifer can be ignited. However, testing has shown that in Fort Lupton the water well penetrates several coal seams and the gas is 'biogenic' gas (from coal) with a chemical signature different from the 'thermogenic' deep shale gas below (RIDLEY, 2011, p. 21).

Para não nos limitarmos ao exemplo do Colorado, relatado por Ridley (2011), consideremos mais dois artigos científicos que analisaram a região norte da Pensilvânia, onde é explorado o gás de xisto do campo de Marcellus. O primeiro artigo, de Osborn *et al.* (2011), chamado *Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing*, já anuncia logo no resumo ter encontrado “evidência sistemática de contaminação de recursos hídricos por metano associado à extração de gás de xisto” (OSBORN *et al.*, 2011, p. 1, tradução nossa). Além disso, os autores constataram que a concentração de metano termogênico na água próximo de poços de gás de xisto era maior.

Em resposta a Osborn e sua equipe, Molofsky *et al.* (2011) analisaram a mesma área, reexaminando alguns dados de Osborn. O que esse artigo constatou, primeiramente, é que existe muito metano na água da região, seja próxima de operações de xisto ou não. Em segundo lugar, o metano estaria mais concentrado em vales fluviais. Finalmente, embora confirme que o metano é mesmo termogênico, o estudo constata que esse seria proveniente de camadas de xisto acima de Marcellus. Considerando que só o campo de Marcellus é explorado na área, o artigo conclui que o gás de xisto está subindo à superfície por meio de rachaduras naturais. Essa afirmação faz sentido se levarmos em conta que as rochas costumam ser mais fracas onde rios fluem na superfície, e é exatamente nos vales fluviais que os autores afirmam ter encontrado maiores concentrações de metano termogênico.

Criticados pelo pequeno número de amostras e pela inexistente referência à presença de metano na água antes do início das operações de xisto no norte da Pensilvânia, Osborn e equipe publicaram novo artigo em 2013, com o nome *Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction*, dessa vez sob a liderança do geoquímico Robert Jackson. Desse estudo resultou uma constatação mais pontual: a concentração média de metano seria seis vezes mais alta nos poços de água localizados dentro de um raio de um quilômetro de distância de poços de gás de xisto (JACKSON *et al.*, 2013).

Contudo, alguns mistérios permanecem. Em primeiro lugar, não foram encontrados traços do fluido de fratura na água. Se o metano seria proveniente dos poços de gás de xisto a chance de se encontrar agentes químicos do fluido de fratura junto dele deveria ser grande. Em segundo lugar, estudos sobre a relação da exploração de gás de xisto e a contaminação de água em outras regiões, embora escassos, mostram

menores concentrações de gás na água, identificando, ainda, o gás enquanto biogênico (KRESSE *et al.*, 2011). Não fica claro porque tantos poços estariam vazando na Pensilvânia e não em outras regiões.

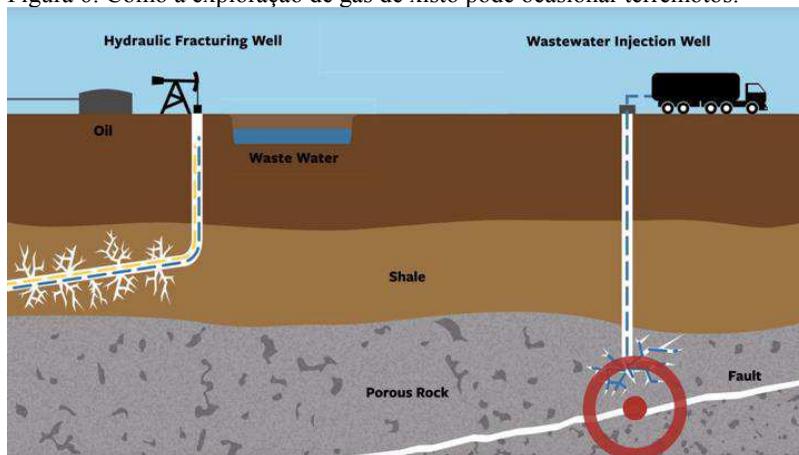
Feitas as considerações, resta uma pergunta: qual é o problema de ter metano na água? O problema está quando ele se concentra em espaço pequenos, como encanamentos de residências, pois há risco de explosões (STEPHENSON, 2015). Não se sabe ao certo os riscos para a saúde de quem bebe água contaminada com metano. Já os efeitos dos químicos usados no fluido de fratura poderiam ser mais sérios em grandes concentrações.

Certamente a exploração de gás de xisto apresenta sérias ameaças para os recursos hídricos. Para minimizar esses riscos algumas ações de precaução podem ser tomadas, como determinar uma distância mínima entre poços de exploração de gás de xisto e aquíferos, estudos prévios dos recursos hídricos, monitoramento contínuo desses recursos, selamento adequado de poços antigos, revestimento apropriado de poços novos, etc. Para determinar, contudo, se vale a pena correr o risco, ainda falta explorar outros dois impactos da exploração de xisto ao meio ambiente.

Se você perguntar sobre gás de xisto para um britânico, “torneiras pegando fogo” não será a primeira imagem que lhe virá à cabeça, mas sim a sensação da terra tremendo. Surpreendentemente, os britânicos tomaram conhecimento sobre o xisto a partir de uma série de terremotos ocorridos na região de Blackpool (STEPHENSON, 2015). Apesar disso, é preciso deixar claro que o processo de fratura hidráulica raramente causa terremotos de maneira direta. No caso de Blackpool, os terremotos aconteceram cerca de dez horas depois do processo de fratura hidráulica.

O que esteve por trás desses terremotos foram falhas ou fendas naturais da rocha (STEPHENSON, 2015). De fato, a maioria dos terremotos é causado por um lado de uma fenda deslizando contra o outro (Figura 6). Esse tipo de falha é bem comum e é caracterizado por dois tipos de rocha estarem lado a lado. O que não é comum é as rochas se moverem, uma vez que é necessária uma força muito grande para que isso ocorra. Nesse caso, o fluido de fratura pode facilitar o movimento, agindo como lubrificante. No caso de Blackpool, muito provavelmente, as dez horas que separam as fraturas e os terremotos foram o tempo necessário para que o fluido encontrasse uma pequena falha na rocha e causasse o movimento. Assim, para evitar esse tipo de fenômeno é necessário que as empresas encontrem essas falhas e identifique aquelas que poderiam se mover.

Figura 6: Como a exploração de gás de xisto pode ocasionar terremotos.



Fonte: Cornell (2017).

Nos Estados Unidos, um problema maior tem acontecido com relação ao fluido *flowback*. Como já vimos, nem todo o fluido de fratura pode ser reciclado e para se livrar dele as empresas costumam injetá-lo em camadas profundas de arenito, o que também tem causado terremotos por lá (STEPHENSON, 2015). Essa situação oferece maior perigo, porque diferentemente do processo de fratura hidráulica, a injeção desse fluido *flowback* é feita de maneira permanente e em maior volume.

Em seu artigo *Injection-Induced Earthquakes*, Ellsworth (2013) aponta que pelo menos sete estados americanos – Arkansas, Colorado, New Mexico, Ohio, Oklahoma, Texas e Virginia – tem experimentado um nível elevado de atividade sísmica. Os dados são assustadores: mais de 300 terremotos com magnitude superior a 3 na escala Richter ocorreram entre 2010 e 2012 nos Estados Unidos, sendo que entre 1967 e 2000 a média de eventos semelhantes foi de 21 por ano. No estado de Oklahoma por exemplo, o salto no número de terremotos, de no máximo três por ano entre 2000 e 2008 para 888 em 2015, indica que o fenômeno não se trata de algo natural (U.S. GEOLOGICAL..., 2016).

O risco relacionado aos terremotos é bem real, de maneira que as empresas devem evitar as falhas nas rochas durante a exploração (STEPHENSON, 2015). O perigo se torna ainda maior se considerarmos que um terremoto pode danificar o revestimento do poço e causar

vazamentos de gás e fluido de fratura para recursos hídricos. Considerando essas duas questões abordadas até aqui – contaminação de recursos hídricos e terremotos – nos últimos anos, a administração de Obama tem sido grande incentivadora da produção responsável do gás xisto.

Recent technology and operational improvements in extracting natural gas resources, particularly shale gas, have increased gas drilling activities nationally and led to significantly higher natural gas production estimates for decades to come. In order to take full advantage of this important domestic energy resource, we must proactively address concerns that have been raised regarding potential negative impacts associated with hydraulic fracturing (“fracking”) practices. That is why the Administration is taking steps to address these concerns and ensure that natural gas production proceeds in a safe and responsible manner (BLUEPRINT..., 2011, p. 13).

Ainda, é apostando no benefício do aumento no uso de gás, em comparação a outros combustíveis mais poluentes, que os Estados Unidos incentivam, dentro do âmbito da *Global Shale Gas Initiative*, a produção segura do gás de xisto e a troca de combustíveis – de petróleo e carvão para o gás – na produção de eletricidade em outros países. A ação é realizada a partir de avaliações do potencial de gás de xisto nesses países e da assistência aos seus governos para o estabelecimento de acordos comerciais, regulamentações de segurança e ambientais que permitam o desenvolvimento benéfico desse recurso (BLUEPRINT..., 2011). Essa iniciativa é lastreada em sua experiência própria. Como relatado anteriormente, nos Estados Unidos, o aumento na produção de gás derrubou seus preços domésticos, causando uma inversão na indústria de geração de energia elétrica e redução nas emissões de CO₂ (Gráfico 15).

Além da questão ecológica, existe um segundo objetivo por trás do apoio recente da administração Obama à produção de xisto: fortalecer a segurança energética americana, reduzindo a dependência em combustíveis importados (KLARE, 2012). Importador de recursos

energéticos desde a metade do século XX, os Estados Unidos dependem de países muito instáveis politicamente para suprir suas necessidades de energia. Nesse sentido, a possibilidade de explorar o xisto oferece grandes perspectivas para diminuir as incertezas quanto ao futuro abastecimento energético americano.

Dessa forma, é de interesse da administração ajudar a esclarecer os perigos e consequências de longo prazo da produção de gás de xisto ao meio ambiente o mais rápido possível, de maneira que já foi formado um painel de estudiosos e técnicos no assunto para estudar a indústria e elaborar novas diretrizes federais para o processo de *fracking* (BLUEPRINT..., 2011).

Além disso, a regulamentação da exploração de xisto nos Estados Unidos, embora controversa, pode ajudar a amenizar os impactos. Esse aspecto legal da exploração é bastante complexo, e não está entre nossos objetivos esclarecer se é eficaz ou não, apenas fazer um resumo da atual situação. O meio legal é altamente político, e a supervisão da produção de xisto não foge à regra (SINDING *et al.*, 2015). Nesse sentido, podemos dizer que o papel do governo federal é relativamente limitado, ficando restrito a atividades como o monitoramento da qualidade do ar e da água. Isso porque existem diversas exceções e lacunas presentes em diferentes leis ambientais federais que beneficiam a indústria de gás e petróleo.

Dentro desse contexto, são os estados que desempenham o papel mais relevante na regulamentação da exploração americana de xisto. Obviamente as regras variam muito de estado para estado, mas, em geral, cobrem aspectos como: prospecção de gás, distância entre os poços, fatalidades, revestimento dos poços para a proteção dos recursos hídricos, armazenamento local de fluídos do faturamento hidráulico, da perfuração e resíduos, disposição de resíduos, exigência de divulgação de agentes químicos, teste de recursos hídricos, relato e remediação de vazamentos e assuntos relacionados à direitos de propriedade (SINDING *et al.*, 2015).

Até aqui tudo bem. Temos esse belo quadro no qual o gás de xisto é pintado por diferentes autores (RIDLEY, 2011; TOKIC, 2013; ...) como um combustível-ponte para um futuro promissor onde prevaleçam fontes de energia de baixo carbono. Mas seria o gás de xisto realmente um combustível de baixo carbono? Uma alternativa mais limpa do que o carvão e o petróleo? Pelo menos essa é a mensagem que recebemos dos documentos do governo dos Estados Unidos e de alguns autores citados até aqui.

Agora vamos comparar as emissões de gases do efeito estufa de gás natural, carvão e petróleo. Primeiramente vamos analisar a quantidade de CO₂ emitida por unidade de calor produzido (Btu) (Tabela 5). Como o petróleo não é queimado em estado natural, normalmente se utiliza diesel e gasolina para fins de comparação. Podemos ver que em termos de emissão de CO₂ o gás natural é o mais limpo dos combustíveis. Ele emite cerca de 40% menos CO₂ do que o carvão. Por isso, já era esperada uma redução nas emissões de CO₂ americanas a partir da troca de carvão por gás na produção de eletricidade (Gráfico 15).

Tabela 5: Combustível x emissão de CO₂.

Combustível	KgsCO ₂ /Por Milhão de Btu
Diesel e óleo de aquecimento	73,16
Carvão (todos os tipos)	95,35
Gás Natural	53,07
Gasolina	71,30

Fonte: EIA (U.S. ENERGY..., 2016g).

Tudo bem, então o gás de xisto pode ser considerado um combustível menos impactante no que diz respeito ao efeito estufa? A questão aqui vai além das emissões de CO₂ ocasionadas pela simples queima do combustível. É importante considerar também as emissões de CO₂ associadas à sua exploração e produção, onde são utilizadas bombas de pressão movidas a diesel, por exemplo (STEPHENSON, 2015). O diesel, como vimos, já possui por si só uma emissão de CO₂ maior do que a do gás. Essa inspeção do processo como um todo é conhecida como *avaliação do ciclo de vida*.

O metano – cerca de 90% da composição do gás natural (U.S. ENERGY..., 2009) – também entra na avaliação do ciclo de vida, e é justamente aqui que residem os maiores problemas. Sendo o gás de xisto extraído por um método diferente do gás convencional, durante a extração do primeiro, ocorre vazamento de metano dos poços que vai diretamente para atmosfera. O problema é saber de quanto metano estamos falando. Além disso, é comum as empresas queimarem metano deliberadamente durante a perfuração, ou até mesmo durante a produção, quando não é

possível coletar o gás para a venda. Isso é extremamente alarmante, porque o metano é muito pior do que o CO₂ em matéria de efeito estufa.

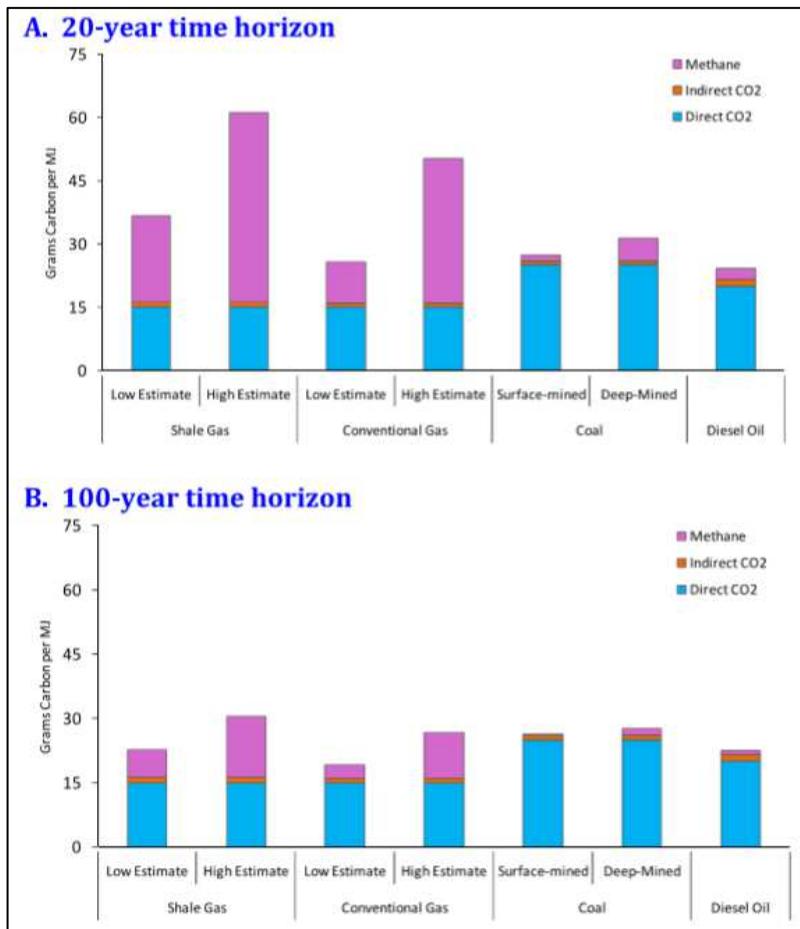
Natural gas is often promoted as a bridge fuel that will allow society to continue to use fossil energy over the coming decades while emitting fewer greenhouse gases than from using other fossil fuels such as coal and oil. While it is true that less carbon dioxide is emitted per unit energy released when burning natural gas compared to coal or oil, natural gas is composed largely of methane, which itself is an extremely potent greenhouse gas. Methane is far more effective at trapping heat in the atmosphere than is carbon dioxide, and so even small rates of methane emission can have a large influence on the greenhouse gas footprints (GHGs) of natural gas use (HOWARTH, 2014, p. 1).

Apesar de não permanecer por tanto tempo quanto o CO₂ na atmosfera, enquanto está presente o metano é muito mais eficiente em reter calor do que o CO₂. Num período de cem anos, o metano pode ser considerado vinte vezes pior do que o CO₂ para o aquecimento global (STEPHENSON, 2015).

As controvérsias começam novamente quando os diferentes autores incluem o metano nos cálculos da pegada ecológica²³ dos diferentes combustíveis, obtendo diferentes resultados. Os primeiros a publicarem um estudo sobre a pegada ecológica do gás de xisto, em comparação com outros combustíveis fósseis tradicionais, foram Howarth *et al.* (2011). Apesar de considerarem suas estimativas conservadoras, no geral, seu trabalho pode ser considerado um dos mais pessimistas. Os autores oferecem estimativas para períodos de cem anos – porque, é o convencional nas pesquisas científicas – e vinte anos – horizonte de tempo que consideram crítico para o combate do aquecimento global.

²³ A Pegada Ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais. Expressada em hectares globais (gha), permite comparar diferentes padrões de consumo e verificar se estão dentro da capacidade ecológica do planeta (WORLD WIDE FUND FOR NATURE, 2017).

Figura 7: Comparação das emissões de gases do efeito estufa para diferentes combustíveis.



Fonte: Howarth *et al.* (2011).

Talvez a conclusão mais chocante dos autores seja de que no período de vinte anos, a pegada ecológica do gás de xisto seja no mínimo 20% maior do que a do carvão, ou até mesmo o dobro (Figura 7)! O artigo sofreu muitas críticas e não agradou nenhum pouco a indústria de gás de xisto, mas as empresas de carvão ficaram agradecidas (STEPHENSON, 2015). Mesmo que a quantidade de metano que vaze não seja grande,

entre 3 e 8% (HOWARTH *et al.*, 2011), essa pequena quantidade é péssima em razão do potencial de aquecimento do metano. Nesse contexto, os principais responsáveis pela diferença nas emissões do ciclo de vida do gás convencional e o gás de xisto seriam o fluido *flowback* e o processo de *drill-out*, exclusivos da produção de gás de xisto.

No que diz respeito ao fluido *flowback*, o que acontece é que ele possui uma certa quantidade de metano em sua composição, e depois de ele subir à superfície fica armazenado em tanques a céu aberto até que a empresa decida fazer seu descarte de maneira adequada (STEPHENSON, 2015). Howarth *et al.* (2011) acreditam que a quantidade de metano liberada para a atmosfera pelo *flowback* de cada poço seja em média 6.800 m³, o que se torna assustador se comparado à quantidade liberada por um poço de gás convencional durante todo o seu ciclo de vida (bem mais longo que o de um poço de gás de xisto), que é cerca de 1.000 m³ de metano.

Já o vazamento de metano durante o *drill-out* está relacionado à concentração do processo de fratura em diferentes seções do poço de cada vez que, como vimos, é uma técnica utilizada para que haja mais eficiência nesse procedimento. Para isso, as extensões horizontais do poço têm que ser separadas por *plugs* de cimento (STEPHENSON, 2015). Depois que a fratura hidráulica foi realizada em todas as seções é necessário que os *plugs* sejam perfurados para liberar o gás para a superfície, momento no qual também ocorre vazamento de gás.

Cathles *et al.* (2012) rejeitaram o que consideraram como “altas taxas de vazamento”, propostas por Howarth *et al.* (2011). Cathles e equipe sugeriram que a pegada ecológica do gás de xisto seria em torno de metade ou um terço daquela do carvão, muito abaixo do que havia sido previsto pelo outro grupo. Fica claro, a partir desse ponto, que grande parte do debate está relacionado às diferentes quantidades de vazamento de gás medidas pelas pesquisas.

Devido às dificuldades de acesso para a medição do vazamento de metano diretamente nos poços, o que restringia a amostragem das diferentes pesquisas, alguns estudos optaram por outro método de medição. Esse método alternativo consiste na coleta de amostras coletadas em grandes altitudes, por meio de aviões ou torres, acima de regiões onde há produção de xisto. O mais famoso estudo a utilizar esse método é o de Miller *et al.* (2013). Os pesquisadores utilizaram dados coletados de 7710 observações feitas por avião e 4894 em torres para avaliar as emissões de metano. Os resultados dos autores em suas

medições no nordeste do Texas estão muito acima daqueles da Agência Americana de Proteção ao Meio Ambiente. O problema desse tipo de monitoramento é que não há como ter certeza que se esteja atribuindo as emissões de metano à fonte correta, já que os grandes lixões e as criações de gado, comuns no estado Texas, também emitem esse gás (STEPHENSON, 2015).

Como é possível perceber, a controvérsia não acaba por aqui. Se por um lado a medição de metano em grandes alturas não pode ser considerada inequívoca, por outro lado a medição direta nos locais de exploração perde em representatividade, pois é difícil que a indústria libere acesso para as pesquisas. Em suma, apesar de não sabermos ao certo o tamanho do problema relacionado ao metano, ele existe.

Ainda no que diz respeito aos gases do efeito estufa, até mesmo a reivindicação de que a exploração de gás de xisto teria diminuído as emissões de CO₂ americanas pode ser contestada de um ponto de vista global: os Estados Unidos não deixaram de produzir carvão, embora a produção tenha diminuído nos últimos anos. Esse carvão produzido nos Estados Unidos, e agora não desejado e desvalorizado, encontrou mercado na Europa, de maneira que os maiores compradores de carvão americano são Reino Unido e Itália (U.S. ENERGY..., 2016h). Ou seja, apesar de reduções nas emissões de CO₂ terem sido atingidas nos Estados Unidos, esse país na verdade exportou suas emissões para a Europa.

Seria melhor então deixar o gás preso no xisto? É difícil responder, mas o gás de xisto deve ser visto, sobretudo, como uma *fonte adicional* de emissão de gases do efeito estufa, de maneira que pode atrasar, ao invés de acelerar, a transição para uma matriz energética renovável e de baixo carbono (STADDON; DEPLEDGE, 2015). Além do mais, fica difícil acreditar que essa indústria possa ser “desativada” uma vez cumprido o papel de combustível-ponte se pensarmos na quantidade de empregos diretos e indiretos gerados pela exploração de gás de xisto nos Estados Unidos.

Até aqui já foi possível entender melhor porque existe tamanho furor quando o assunto é xisto. Esse assunto parece ter uma habilidade única de atrair interesse e polarizar opiniões, de maneira que grande parte do debate gira em torno de uma mistura de fato e conjectura, onde agendas de ambos os lados – a favor e contra à exploração do gás de xisto – são mascaradas para favorecer cada ponto de vista. Oposições a parte, o que podemos esperar para o futuro da exploração de gás de xisto? Esse é o assunto da seguinte e última seção desse capítulo.

3.6 UMA PONTE PARA LUGAR NENHUM?

Como vimos até aqui, os recursos energéticos se tratam de importante base estrutural das hegemonias, de maneira que os Estados direcionam esforços significantes para garantir o suprimento energético do qual necessitam. Nesse contexto, foi durante os anos 1970 que os Estados Unidos perceberam, já com suas próprias reservas convencionais de hidrocarbonetos em declínio, que não era viável nem desejável depender do Oriente Médio para garantir os recursos necessários para suprir sua demanda energética. Assim, como descrito no capítulo 2, foram criadas diversas políticas para a promoção do desenvolvimento de fontes alternativas domésticas e eficiência de consumo.

Resultados das medidas adotadas a partir dos anos 1970 já eram observados durante a segunda metade dos anos 2000: a tendência de aumento da dependência em relação aos recursos externos vinha sendo revertida. Como vimos, o aumento da produção de petróleo e gás nos Estados Unidos é um resultado de avanços tecnológicos e aumento dos preços de gás e petróleo, que viabilizaram a exploração desses recursos a partir do xisto. Além da redução das importações de petróleo e gás, no século XXI também acontece uma importante reorientação das origens externas de petróleo, favorecendo territórios situados nas Américas. Nesse sentido, destacam-se Canadá e México, que hoje representam cerca de 40% das importações de petróleo feitas pelos Estados Unidos (U.S. ENERGY..., 2016i).

Dentro desse contexto, a crise ambiental se apresentou como um novo desafio, resultado do uso recorrente dos combustíveis fósseis. Nesse cenário de insegurança e desafios dos últimos anos, os Estados Unidos iniciam um movimento cheio de sentido estratégico (LINS, 2016), como foi possível perceber pelas intenções apontadas no documento *Blueprint for a Secure Energy Future*, lançado em 2011 pela administração Obama, quando os preços do petróleo avançavam novamente. De duplo eixo, a nova política energética americana tem como objetivos o aumento da produção doméstica de petróleo e a diminuição da dependência para com esse hidrocarboneto, a partir de aumento da produção de gás natural e biocombustíveis. No que diz respeito à diversificação de fontes rumo a uma matriz mais sustentável, os Estados Unidos são hoje os maiores consumidores de muitas fontes de energia renováveis, ocupando o

segundo lugar em investimentos nesse tipo de energia, atrás apenas da China, que em 2015 investiu mais do que o dobro dos US\$ 44 bilhões investidos pelos Estados Unidos (FRANKFURT..., 2016).

Todavia, sabemos que essas iniciativas, que tem apresentado importantes resultados nos últimos anos, dependem do entendimento das lideranças sobre o atual cenário global, seus desafios, e a posição ocupada pelos Estados Unidos no sistema internacional. Nesse sentido, a recente eleição do novo presidente americano, Donald Trump, promete importante mudança, principalmente no que diz respeito à questão ambiental. Eleito enquanto candidato do partido republicano, Trump vê o aquecimento global como um mito, assim como a grande maioria dos republicanos atuantes atualmente no congresso americano, posição que pode ser relacionada às doações de campanha feitas pelas grandes empresas de gás e petróleo aos candidatos desse partido (BEFORE..., 2016). Ainda, o futuro presidente faz promessas no sentido de retirar investimentos para pesquisa e desenvolvimento em energias renováveis, eficiência energética, baterias, carros elétricos e ciência do clima, assim como sinalizou que iria cortar gastos feitos em projetos da ONU relacionados às mudanças climáticas (ROMM, 2016).

Nesse contexto de mudanças climáticas e redução de dependência externa, o gás de xisto tem ganhado destaque, de maneira que as perspectivas de sua exploração futura devem ser aprofundadas. A fratura hidráulica é, provavelmente, o processo industrial mais importante a acontecer nos Estados Unidos em décadas. Muito embora a exploração do gás de xisto seja atrativa, em razão do seu potencial de contribuição para o balanço de pagamentos dos Estados Unidos e do deslocamento do carvão para um lugar menos importante na matriz energética americana, ela está longe de ser uma benção pura.

Como vimos, os “advogados” da exploração do gás de xisto ressaltam os benefícios de uma potencial independência energética americana, da exportação de gás e da redução no consumo de carvão. Do outro lado, são apresentados argumentos relacionados aos impactos negativos para o meio ambiente e o bem-estar da humanidade. Nesse sentido, ao abordar as perspectivas para o futuro da exploração do gás de xisto, devemos adotar uma visão ampla que considere suas consequências em diferentes níveis.

Do ponto de vista ambiental, dentro das análises otimistas (RIDLEY, 2011; CATHLES *et al.*, 2012; REZAAE, 2015), o gás de xisto é visto como uma alternativa de curto prazo com um importante papel a

cumprir na viabilização da transição energética para uma matriz mais sustentável, por ser uma opção de hidrocarboneto de queima mais limpa. Contudo, dentro das avaliações mais moderadas ou pessimistas (HOWARTH, 2014; STEPHENSON, 2015), os vazamentos de metano, os terremotos e as ameaças de contaminação dos recursos hídricos, que ocorrem durante o processo específico de exploração do gás de xisto, poderiam anular qualquer outro benefício que esse recurso possa oferecer. Um avanço nesse sentido, que, todavia, pode ser anulado pela administração Trump, consta no documento *President Obama's Climate Action Plan* (CLIMATE..., 2015), que tem como um de seus objetivos a redução das emissões de metano nos setores de petróleo e gás entre 40 e 45%, em relação aos níveis de 2012, até 2025.

De qualquer maneira, ao adotar uma visão mais moderada, que considere uma quantidade menor de vazamento de metano e a baixa probabilidade de contaminação de água e ocorrência de terremotos durante a exploração de xisto, é possível que as vantagens se sobreponham as desvantagens ao compararmos o consumo desse recurso com o carvão, por exemplo. Além das pressões regulatórias dos governos, devemos considerar que, em muitos casos, esses incidentes implicam em prejuízos para a indústria, então podemos entender que é do interesse dela reduzi-los.

Todavia, existe uma questão problemática: criar as políticas certas para garantir que o gás de xisto não se torne a nova base energética global, sufocando assim a transição para as energias renováveis. Será mesmo possível que a produção do gás de xisto seja descontinuada, uma vez cumprida sua função em uma possível transição energética, com a mesma rapidez com que foi adotada, considerando investimentos e empregos gerados por ela? É mesmo viável resolver o problema dos combustíveis fósseis com um combustível fóssil?

I don't think there's an addiction. If we could get off fossil fuels easily and quickly we would. My worry is that by taking up shale gas we'll create an industry that will become strong – with jobs attached and lives that are dependent. A shale gas industry will grow and become politically powerful – like the coal industry has. After the business gets going, money, jobs, income, tax revenue can't be ignored by ordinary people and governments. Can

the genie of shale gas be put back in the lamp once it's done its job? (STEPHENSON, 2015, p. 123).

No momento, a exploração do gás de xisto pode estar contribuindo para atrasar o desenvolvimento de energias renováveis. Ao colocar mais gás no mercado, a indústria americana de xisto se tornou uma ameaça ao *market share* de importantes produtores de hidrocarbonetos, como é o caso dos países membros da OPEP, de maneira que o aumento da concorrência diminuiu os preços dos hidrocarbonetos, tornando-os uma opção relativamente mais barata frente às energias renováveis.

Por outro lado, a concorrência ameaça a própria indústria do xisto, que é sensível aos custos. A mudança de política promovida pelos países membros da OPEP em 2014 (REED, 2014), de aumento nas quotas de produção, para defender seu *market share* frente aos produtores concorrentes de alto-custo, repercutiu negativamente na indústria americana de gás e petróleo de xisto. Ante à desaceleração da demanda chinesa e o crescimento acelerado da produção de gás e petróleo de xisto nos Estados Unidos, os países membros da OPEP estão extraindo petróleo em quantidades recordes (LAWLER; EL GAMAL, 2016), forçando a baixa dos preços (Gráfico 4), mesmo antes do petróleo iraniano, agora livre de sanções, ser capaz de chegar ao mercado internacional. Se a escalada nos preços do petróleo nos últimos anos foi importante para viabilizar a exploração comercial do xisto, os preços baixos podem voltar a inviabilizá-la.

Assim, as previsões sobre o futuro do preço do petróleo são importantes para nossa análise. Nesse sentido, qual é o nível mais baixo que os preços do petróleo podem chegar? Qual é o real preço do petróleo? São perguntas difíceis de responder, dado que o cartel da OPEP vem interferindo nos preços de petróleo há mais de quatro décadas. Em outras palavras, o preço do petróleo é definido politicamente. O que se sabe é que em algum momento, em um futuro próximo, a recuperação dos preços é inevitável, porque, com os preços tão baixos, muitos produtores devem começar a deixar o mercado em países onde o custo de produção é mais caro.

De acordo com artigo publicado por Mark P. Mills (2016) no *The Wall Street Journal*, a realidade, embora desagradável, é que os preços do petróleo são cíclicos (Gráfico 4). É nesse contexto que, desde o primeiro choque do petróleo em 1973, ocorreram seis extremos, que causaram grandes estragos, fazendo os produtores e autoridades políticas

imaginarem um mundo ideal onde os preços são “ideais” – nem muito altos ao ponto de as autoridades legislativas se sentirem pressionadas a elevarem os impostos sobre os produtores e nem tão baixas ao ponto de os produtores falirem, destruindo empregos e prejudicando a arrecadação de impostos.

Na virada do ano de 2015 para 2016 o mundo viveu a segunda situação, com o preço do barril de petróleo chegando a menos de trinta dólares. Os estragos já foram anunciados nas manchetes dos jornais: a britânica BP, uma das maiores petroleiras do mundo, tem planos de demitir 4.000 funcionários, nos próximos dois anos, nas áreas de exploração e produção (BP TO CUT..., 2016). As empresas americanas produtoras de petróleo e gás de xisto, que criaram grandes excedentes e contribuíram para baixar os preços do petróleo, foram bastante afetadas, pois são produtoras de alto custo. Segundo Mills (2016), no geral, mais de 100.000 empregos já foram perdidos até agora na produção de xisto, e 60% dos poços fecharam. Ainda, alguns bancos já se preocupam com o dinheiro emprestado aos negócios na área, e os estados americanos que tinham se especializado na exploração do xisto já reajustam seus orçamentos para o período deficitário.

Mesmo que o momento atual seja de difícil ajustamento para as empresas e para a produção americana de xisto como um todo, uma fase de consolidação da produção de gás e petróleo de xisto nos Estados Unidos, quando as empresas mais fracas serão compradas pelas mais fortes (CUNNINGHAM, 2015), não acreditamos que esse seja o fim da revolução do gás de xisto. Isso porque o gás barato deve manter o crescimento de sua demanda global e já estimulou investimentos massivos na indústria de petroquímicos nos Estados Unidos, gerando uma fonte permanente e importante de demanda por gás natural (KENNEDY, 2015). Ainda, novas fontes de demanda e melhoras na eficiência de perfuração podem mitigar os danos à indústria de xisto no médio e longo prazo, reduzindo o custo de exploração.

Nesse sentido, as perspectivas para o futuro do gás de xisto no longo prazo apresentadas no recente documento da BP, *Outlook to 2035* (BP, 2016b), são bastante animadoras. De acordo com o documento, o consumo global de energia deve crescer 34% entre 2014 e 2035, e é nesse contexto, de crescimento da demanda, que o gás de xisto deve dobrar seu *market share* até 2035, vindo a representar 24% da produção global de gás.

João Carlos França de Luca (2008), resume bem a conjunção de fatores que nos fazem acreditar no papel de destaque que o gás natural, e consequentemente o gás de xisto, tende a ocupar como fonte energética nos próximos anos.

A combinação de características como reservas disponíveis, avanços tecnológicos na produção e disponibilização, eficiência na geração de eletricidade e uso térmico na indústria, o desenvolvimento de processos de cogeração e geração distribuída e o menor impacto ambiental, além do aproveitamento como matéria-prima química e petroquímica explicam a importância crescente da utilização do gás natural (LUCA, 2008).

No que se refere à questão tecnológica da produção do xisto, essa tem sido tratada sob a nomenclatura de *Shale 2.0*, e vem avançando a uma velocidade comparada a do Vale do Silício, de maneira que a produção média por poço aumentou pelo menos 400% nos últimos cinco anos (MILLS, 2016), tornando-a mais barata. Seguindo essa linha, segundo estudos técnicos realizados pela RBN Energy (*apud* MILLS, 2016) vastas áreas americanas de produção de xisto poderão se tornar lucrativas, no curto prazo, com o barril de petróleo por volta dos quarenta dólares.

Um último ponto favorável a ser citado são as vantagens em questões burocráticas e de planejamento, com relação ao petróleo. Os projetos bilionários de petróleo convencional requerem longos planejamentos feitos por grandes empresas ou Estados (MILLS, 2016). Já os poços de xisto são menores, perfurados em meses, ao invés de anos, e bem mais numerosos. As licenças, no que se refere ao caso específico dos Estados Unidos, são obtidas no período de semanas em propriedades privadas e estatais.

No que tange aos desafios a serem superados pela indústria do xisto, além da já comentada questão dos impactos ambientais, é importante considerar a questão da distribuição, que pode colaborar para o sucesso da indústria. No momento, a concentração do gás de xisto em determinadas áreas contribui para manter os preços baixos. Uma maneira de aumentá-los seria redirecionando a produção para mercados onde o preço é melhor. Nesse sentido, gasodutos como o *Rockies Express* já estão

em funcionamento e outros, em fase de planejamento, devem ajudar nesse processo (KRAMER, 2016). Também existem estações de liquefação em desenvolvimento, o que deve permitir que os Estados Unidos comecem a exportar gás de xisto em breve, em forma de GNL (BORDOFF, 2015).

Esse desenvolvimento poderia representar, no médio prazo, importante vantagem geopolítica para a Europa, reduzindo a vulnerabilidade da relação de dependência para com o gás russo, seja via infraestrutura de GNL subutilizada do oeste Europeu, ou via novos terminas e gasodutos para distribuir o gás para o centro e leste europeu, se necessário (BORDOFF, 2015). Isso porque a revolução do gás do xisto não parece estar acontecendo na Europa. Entre os principais motivos estariam a regulamentação local mais rigorosa, infraestrutura limitada e custos maiores (FEITZ, 2013).

Um último ponto que deve ser considerado quando se fala no futuro do gás de xisto é a questão das reservas. Como vimos, o entusiasmo que acompanhou a ascensão desse recurso na matriz energética americana originou expressões como “revolução do gás de xisto” e “*boom* do gás de xisto”, dentro do que poderia ser considerada o que Klare (2012) chama de a “era dos não convencionais”. Esse tipo de retórica pressupõe que a abundância americana de gás natural vá durar décadas, estimativa que poderia ser frustrada por pesquisas recentes (LINS, 2016). Conforme descrito por Inman (2014), em sua análise dos principais estudos sobre reservas de gás de xisto, a produção atingiria seu pico em 2020, seguindo-se um platô que duraria em torno de vinte anos.

Estariam então os Estados Unidos atravessando uma ponte que leva para lugar nenhum? Sem dúvidas o gás de xisto se revelou de grande importância para os Estados Unidos, podendo prolongar essa fase que Arrighi entende como de “dominação sem hegemonia”. Por outro lado, o gás natural ainda é um combustível fóssil e, por isso, seu consumo pode oferecer sérios riscos à continuidade da vida nesse planeta. Como disse a cientista do clima Katharine Hayhoe (2016, tradução nossa) em seu twitter “estamos enrolando nosso planeta em um cobertor extra do qual ele não precisa”.

Não sabemos se o gás natural servirá somente como uma ponte enquanto o mundo desenvolve as energias renováveis, ou se ele se consolidará enquanto um combustível principal da matriz energética global, mas ele já é uma parte da estratégia de combate às mudanças climáticas. Enquanto o futuro está sempre se modificando e permanece incerto, a certeza é que se queremos que o gás natural seja somente um

combustível ponte, o maior desafio da atualidade é superar a dependência com relação aos combustíveis fósseis. Dada a urgência do aquecimento global, como podemos esperar fazer uma transição tão grande e importante no atual paradigma energético em meio a uma dependência estabelecida há mais de dois séculos?

CONCLUSÃO

O direcionamento dos esforços americanos para o gás de xisto, em um contexto de crise ecológica, deve ser compreendido dentro de um horizonte histórico, que compreenda a evolução da dependência do mundo em relação aos hidrocarbonetos. Como vimos ao longo dos capítulos um e dois, o progresso econômico, nos marcos da economia-mundo capitalista, só foi possível por causa da base sólida fornecida por uma ampla disponibilidade de recursos energéticos – essencialmente petróleo, gás natural e carvão. Da mesma forma, os hidrocarbonetos se revelaram fundamentais para ascensão das hegemônias britânica e americana, cumprindo importante papel enquanto recurso de poder nas guerras mundiais e nas fases de expansão comercial de cada um desses ciclos.

Por outro lado, essa dependência para com os combustíveis fósseis gerou um grande passivo ambiental para a humanidade, indicando um esgotamento do atual modelo energético. Esse modelo proveniente da Era do Petróleo não é mais sustentável, sendo incompatível com a manutenção de condições ambientais satisfatórias. Ainda, há a discutível questão do esgotamento físico dos combustíveis fósseis, verificando-se um possível futuro descompasso entre as necessidades energéticas e a disponibilidade de recursos escassos.

Assim, seria necessária uma transição energética para uma matriz que tenha como base recursos energéticos mais limpos. Apesar dos avanços em termos de energias renováveis e questões ambientais, a inversão da matriz energética, de uma composição predominantemente fóssil para outra renovável parece estar sendo lenta demais, sendo extremamente difícil fazer previsões sobre o resultado da atual transição. Isso porque, como vimos ao longo dessa pesquisa, diversas forças agem sobre os mercados de energia. Mudanças na matriz energética podem levar muitos anos e dependem do desenvolvimento e adoção gradual de novas tecnologias, do preço e da eficiência de diferentes recursos energéticos, e da construção de infraestrutura. No que diz respeito ao aspecto tecnológico, a grande questão é o *timing* da tecnologia, que é incerto, e do qual dependem as grandes revoluções energéticas. Já no que se refere ao preço, o momento atual não é propício ao desenvolvimento de recursos renováveis, pois com os preços do petróleo e gás em baixa, as outras fontes de energia se tornam relativamente mais caras. Finalmente,

a infraestrutura global de distribuição e produção de energia baseia-se, em sua grande maioria, nos hidrocarbonetos, e a troca dessa rede deve levar décadas, principalmente em países que não dispõem de recursos, tanto financeiros quanto tecnológicos, para desenvolver novas fontes energéticas.

Dessa forma, o caráter lento de transição da matriz energética deve continuar sendo motivo de preocupação internacional, uma vez que a demanda por energia ainda cresce nos principais Estados industrializados e em fase de industrialização. Ainda, a falta de recursos deve motivar o jogo geopolítico, levando em conta os diversos fatos históricos discutidos e visto que, para a maioria dos Estados, o fluxo constante de hidrocarbonetos é fundamental para evitar recessões econômicas. Dentro desse contexto, apesar das diferentes opções de geração de energia, os últimos anos demonstraram que talvez a próxima matriz energética se baseie na ampliação do consumo de hidrocarbonetos, a partir da exploração dos não convencionais. Nesse sentido, no capítulo três é apresentado um estudo exploratório da revolução americana de gás de xisto, sendo possível constatar que, apesar de não ser um recurso novo, foi somente nos últimos quinze anos que o acelerado crescimento dessa indústria se mostrou de extrema importância para o suprimento energético dos Estados Unidos.

Seguindo essa linha, ao retomarmos as condições propostas por Podobnik (2006) para que ocorra uma transição energética, podemos dizer que existe uma transição em curso. Primeiramente, é possível perceber crescente intensificação do conflito geopolítico global desde a década de 1970, motivada pela ameaça de escassez dos hidrocarbonetos provenientes de reservas convencionais. Em segundo lugar, essa escalada nos conflitos tem sido fundamental para o incremento da competição corporativa, que passa por um período de inovação industrial radical, permitindo o desenvolvimento de recursos não convencionais em escala comercial. Nesse sentido, é importante constatar que atualmente a indústria do xisto tenta sobreviver à concorrência da OPEP, de maneira que uma grande quantidade de empresas pequenas da indústria de xisto deve ser absorvida por empresas maiores, durante um período de ajustamento, que deve levar a uma nova fase, aquela que Podobnik (2006) chama de oligopolista. Ainda, assim como ocorreu na primeira transição energética global, quando a indústria do carvão tentou mobilizar a opinião pública e a influência dos governos contra o petróleo, hoje a indústria do petróleo tenta ressaltar os problemas ambientais da indústria do gás de

xisto (KPMG..., 2011). Essa questão é evidente na Europa, onde políticos da Rússia – país altamente dependente da produção do petróleo – tem marcado presença nos debates sobre a segurança da produção do gás de xisto.

No que diz respeito ao conflito social, na atual transição energética esse está vinculado à questão ambiental. O uso recorrente dos hidrocarbonetos como recurso energético, além de favorecer desigualdades, em função da sua má distribuição global e necessidade de altos investimentos característicos, também prejudicou gravemente o ecossistema global, criando fortes pressões da opinião pública sobre a indústria que explora esses recursos. Apesar dessas pressões terem motivado diversas promessas de Estados nacionais – como aquelas originadas na COP 21 – que tem o potencial de encaminhar uma transição energética para uma matriz mais limpa, os consumidores individuais de energia têm exercido importante papel nessa transição, ao investirem em energias renováveis para suprir seu próprio consumo de energia. No que diz respeito ao nível estatal, o desenvolvimento de energias renováveis na China deu escala à produção de equipamentos como placas solares, reduzindo seus custos e tornando essa uma fonte de energia acessível para muitos consumidores individuais em países do centro e da semi-periferia.

Quanto ao papel que o gás de xisto deve cumprir na matriz energética global, existe a expectativa de que esse recurso seja utilizado enquanto um combustível ponte para uma matriz energética majoritariamente renovável, ressaltando-se aspectos como sua eficiência e sua queima mais limpa, quando comparado aos outros combustíveis fósseis. Como vimos no capítulo três, a exploração do gás de xisto, em especial, também tem pontos negativos, ligados à relação de sua exploração com contaminação da água, terremotos e emissão de gases do efeito estufa por meio de vazamentos.

Para além da questão ambiental, tentou-se, ao longo da pesquisa, demonstrar a importância desse recurso para os Estados Unidos, considerando seu potencial para prolongar o ciclo de dominação americano. Como mostra a história, não é possível que uma hegemonia se mantenha no poder perpetuamente. Seguindo essa linha, o espectro do declínio americano ressurgiu durante a primeira década dos anos 2000, naquilo que Arrighi (2007) chama de dominação sem hegemonia. A crise financeira global, uma vacilante economia americana, e custosas e controversas campanhas militares no exterior tem sido apresentadas como provas conclusivas de que a política externa americana se vê sem os

recursos necessários para sustentar sua hegemonia internacional. Nesse cenário, argumentos de fraqueza externa e interna tem sido relacionados às análises de ascensão de competidores, para demonstrar um possível declínio relativo, sendo a ascensão chinesa apresentada como evidência de que o ciclo de acumulação americano está chegando ao seu fim.

A principal fraqueza desses argumentos declinistas é que eles superestimam a provável força futura dos competidores, ao mesmo tempo em que subestimam a capacidade americana de reinventar sua economia e assim prolongar seu ciclo de dominação ou até mesmo retomar seu status hegemônico. Como vimos, o desenvolvimento mais interessante nesse sentido foi o repentino ressurgimento do setor energético americano. Se acreditava que a exploração americana de petróleo e gás teria atingido seu pico durante a década de 1970, e a partir de então entrado em declínio, mas o cenário no início do século XXI é completamente diferente. Vastas reservas de gás de xisto, acompanhado de *tight oil*, oferecem importante potencial para a recuperação da economia americana, e até mesmo uma autossuficiência energética dos Estados Unidos em alguns anos (U.S. ENERGY..., 2015). Dentro desse contexto, o impacto geopolítico de uma independência energética americana promete ser muito significativo e representar o declínio relativo de poder dos exportadores tradicionais de hidrocarbonetos convencionais. Para além disso, o ressurgimento do setor energético pode contribuir para reverter o déficit comercial americano e fortalecer a base industrial americana, sendo possível afirmar que argumentos sobre um declínio americano podem ainda se provar prematuros. Essas são algumas das razões pelas quais entendemos que os Estados Unidos direcionam seus esforços para exploração desse recurso.

Em suma, a revolução americana de gás de xisto é uma grande promessa no que diz respeito às bases estruturais da dominação americana, ajudando a diminuir a dependência com relação aos recursos energéticos externos. Contudo, tal promessa pode ser frustrada por uma série de fatores, que vão desde a incerteza sobre o real potencial das reservas até os riscos ambientais oferecidos pela exploração desse recurso. Assim, longe de ser um combustível ponte, o gás de xisto deve ser visto como uma fonte adicional de emissões de gases do efeito estufa e uma séria ameaça no que diz respeito à contaminação de recursos hídricos e à ocorrência de terremotos.

Longe de ter encerrado o debate sobre a importância do gás de xisto para os Estados Unidos e o impacto ambiental do desenvolvimento

dessa indústria, essa pesquisa buscou um primeiro entendimento sobre tais questões a partir perspectiva dos sistemas-mundo, que tenta englobar diferentes áreas do conhecimento em um tempo histórico de longo prazo. Assim, as dinâmicas estudadas aqui se inserem numa ampla agenda de pesquisa, que além de atual é problemática. É atual porque tem como foco fenômenos recentes como o possível declínio americano e a exploração de gás de xisto. É problemática porque muitas questões de extrema importância para o futuro da humanidade estão envolvidas.

No que tange à agenda para pesquisas futuras, são muitas as questões em aberto. Dentro da perspectiva teórica dos sistemas-mundo, uma primeira ideia de pesquisa seria um estudo comparativo de processos de ascensão econômica e hegemônica que falharam, como os da França e Inglaterra, que atente para o papel dos recursos naturais e as estratégias para o acesso a esses recursos. No que se refere à revolução americana do gás de xisto, durante nossa pesquisa, não foi possível encontrar um consenso sobre o impacto da indústria de gás de xisto para economia americana (empregos, investimentos, receitas de impostos, etc.), de maneira que é necessário um rigoroso levantamento de dados nesse sentido. Também é preciso um estudo mais aprofundado com relação ao impacto da exploração do gás de xisto no jogo geopolítico, que produz diferentes resultados para os tradicionais países exportadores de hidrocarbonetos convencionais e para os importadores.

Já no que diz respeito à crise ambiental, consequência do uso recorrente dos combustíveis fósseis e que pode ser aprofundada a partir da exploração do gás de xisto, ainda não há um consenso sobre os efeitos da exploração de gás de xisto no meio ambiente. Enquanto a mídia foca na contaminação de água e nos terremotos, tudo indica que o maior impacto ambiental da exploração do gás de xisto deva acontecer na qualidade do ar. Apesar de ser um tema de grande importância para a sociedade em geral, a indústria cria dificuldades para a realização de medições, de maneira que é grande a divergência nas estimativas de vazamento de metano durante a exploração de xisto. Assim, cabe ao poder público tomar medidas que permitam pesquisas nesse sentido, que devem ganhar ainda mais relevância nos próximos anos. Ainda, consideramos de extrema importância que o conhecimento científico seja cada vez mais incorporado nas pesquisas de relações internacionais, oferecendo uma base mais segura para a orientação das decisões políticas nas áreas ambiental e energética.

Finalmente, os desafios frente aos quais nos vemos atualmente são de grandes proporções, seja do ponto de vista teórico, seja do ponto de vista prático. Nunca as temáticas energética e ambiental estiveram tão entrelaçadas quanto no início do século XXI, fazendo-se necessário aprofundar o que sabemos sobre essas questões. Da mesma forma, considerando as tecnologias e informações disponíveis, jamais estivemos tão bem preparados para enfrentar os desafios criados pela Era do Petróleo. A grande questão já não é mais estar preparado, é se conseguiremos mudar o rumo a tempo.

REFERÊNCIAS

ABOUT the Recovery Act. Washington: **The White House**, 2009. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/recovery/about>> Acesso em 20 jul. 2016.

ADVANCING American Energy. Washington: **The White House**, 2016. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/energy/securing-american-energy>> Acesso em 21 jul. 2016.

AMELANG, Sören. Germany's dependence on imported fossil fuels. **Clean Energy Wire**, 2016. Disponível em: <<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-dependence-imported-fossil-fuels>> Acesso em 26 jul. 2016.

ARRIGHI, Giovanni. **The long twentieth century: Money, power, and the origins of our times**. Nova Iorque: Verso, 1994.

_____. **Adam Smith em Pequim**. São Paulo: Boitempo, 2008.

_____. **A ilusão desenvolvimentista**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

_____. 2007. Em entrevista à Folha de São Paulo. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mundo/ft0209200706.htm>> Acesso em 01 dez. 2016.

ARRIGHI, Giovanni; SILVER, Beverly J. **Caos e governabilidade no moderno sistema mundial**. Rio de Janeiro: Contraponto/Editora UFRJ, 2001.

ATKINS, Peter. **The laws of thermodynamics: A very short introduction**. OUP Oxford, 2010.

BARBIR, Frano. Transition to renewable energy systems with hydrogen as an energy carrier. **Energy**, v. 34, n. 3, p. 308-312, 2009.

BEFORE the Flood. Direção: Fisher Stevens. **National Geographic Society**, 2016. (1h. e 36 min.) Disponível em: <<http://channel.nationalgeographic.com/before-the-flood/>> Acesso em 02 dez. 2016.

BLUEPRINT for a Secure Energy Future. Washington: **The White House**, 2011. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/blueprint_secure_energy_future.pdf> Acesso em 21 jul. 2016.

BLUEPRINT for a Secure Energy Future: Progress Report. Washington: **The White House**, 2012. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/email-files/the_blueprint_for_a_secure_energy_future_oneyear_progress_report.pdf> Acesso em 29 nov. 2016.

MARLAND, Gregg et al. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions. In Trends: A Compendium of Data on Global Change. **Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy**, 2008. Disponível em: <http://cdiac.ornl.gov/ftp/ndp030/global.1751_2013.ems> Acesso em 28 nov. 2016.

BORDOFF, Jason. How exporting U.S. liquefied natural gas will transform the politics of global energy. **The Wall Street Journal**, 2015. Disponível em: <<http://blogs.wsj.com/experts/2015/11/17/how-exporting-u-s-liquefied-natural-gas-will-transform-the-politics-of-global-energy/>> Acesso em 20 jan. 2016.

BOWLER, Tim., 2015. Falling oil prices: who are the winners and losers? **BBC**. Disponível em: <<http://www.bbc.com/news/business-29643612>> Acesso em 22 jan. 2016.

BP. **Statistical Review of World Energy**, 2016. Disponível em: <<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>> Acesso em 21 jun. 2016.

_. **BP Energy Outlook 2016 edition: Outlook to 2035**, 2016b. Disponível em: <<https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf>> Acesso em 20 nov. 2016.

BP TO CUT 4,000 jobs amid oil price plunge. **Chicago-Sun Times**, 2016. Disponível em: <<http://chicago.suntimes.com/news/bp-to-cut-4000-jobs-amid-oil-price-plunge/>> Acesso em 20 jan. 2016.

BURWEN, Jason.; FLEGAL, Jane. Unconventional Gas Exploration & Production: Case Studies on the Government's Role in Energy Technology Innovation. **American Energy Innovation Council**, 2013.

CAMPBELL, Colin J. & LAHERRÈRE, J. H. (1998) The End of Cheap Oil. *Scientific American*, Março. Disponível em: <<http://dieoff.com/page140.pdf>> Acesso em 3 jul. 2016.

CARDOSO, Luiz Cláudio. **Petróleo: Do poço ao Posto**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

CATHLES, Lawrence M. *et al.* A commentary on “The greenhouse-gas footprint of natural gas in shale formations” by RW Howarth, R. Santoro, and Anthony Ingraffea. **Climatic Change**, v. 113, n. 2, p. 525-535, 2012.

Disponível em: <<http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10584-011-0333-0.pdf>> Acesso em 23 nov. 2016.

CLIMATE Action Plan. Washington: **The White House**, 2015.

Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/cap_progress_report_final_w_cover.pdf> Acesso em 5 nov. 2016.

CORNELL UNIVERSITY. **Cornell Seismologist Helps Solve Oklahoma's Earthquake Mystery**, 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yytT-6bU4DY&feature=youtu.be>> Acesso em 27 mar. 2017.

CUNNINGHAM, Nick. The Shale Gas Revolution Is Not Over, It's Just on Hold. **The Fuse**, 2015. Disponível em: <<http://energyfuse.org/the-shale-gas-revolution-is-not-over-its-just-on-hold/>> Acesso em 05 fev. 2016.

DAVIES, Richard J. *et al.* Hydraulic fractures: How far can they go?. **Marine and petroleum geology**, v. 37, n. 1, p. 1-6, 2012.

DAVIES, Richard J. *et al.* Oil and gas wells and their integrity: Implications for shale and unconventional resource exploitation. **Marine and Petroleum Geology**, v. 56, p. 239-254, 2014.

DELL'AMORE, Christine. Species Extinction Happening 1,000 Times Faster Because of Humans? **National Geographic**. Disponível em: <<http://news.nationalgeographic.com/news/2014/05/140529-conservation-science-animals-species-endangered-extinction/>> Acesso em 20 ago. 2016.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

DOWDEY, Sarah. What is clean coal technology? **How Stuff Works**, 2007. Disponível em: <<http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/clean-coal.htm>> Acesso em 1 dez. 2016.

DROEGE, Peter. **Urban energy transition: from fossil fuels to renewable power**. Elsevier, 2011.

ELLSWORTH, William L. Injection-induced earthquakes. **Science**, v. 341, n. 6142, p. 1225942, 2013.

ETEMAD, Bouda *et al.* **World Energy Production 1800–1985** (Production Mondiale d'Énergie). Geneve: Droz, 1991.

FEITZ, Anne. Gás de Xisto: A Revolução não chegará à Europa. **Vox Europ**, 2013. Disponível em: <<http://www.voxeurop.eu/pt/content/article/4224401-revolucao-nao-chegara-europa>> Acesso em 15 fev. 2016.

FORTUNE, 2015. **Global 500**. Disponível em: <<http://fortune.com/global500/>> Acesso em 14 jul. 2016.

FRACKING: UK experiences three earthquakes a year due to human activity, study says. **FareAmbiente Magazine**, 2015. Disponível em: <http://www.fareambientemagazine.it/flash-news/2015/09/11/9781_fracking-uk-experiences-three-earthquakes-a-year-due-to-human-activity-study-says/?refresh_ce=>> Acesso em 27 mar. 2017.

FRANK, Andre G.; GILLS, Barry K. **The World System: Five hundred years or five thousand?**. Psychology Press, 1996.

FRANKFURT School-UNEP Centre/BNEF. **Global Trends in Renewable Energy Investment 2016**, 2016. Disponível em: <http://fs-uneep-centre.org/sites/default/files/publications/globaltrendsinrenewableenergyinvestment2016lowres_0.pdf> Acesso em 02 dez. 2016.

FUSER, Igor. **Energia e Relações Internacionais**. São Paulo: Saraiva, 2013.

GASLAND. Direção: Josh Fox, 2016. (1h. e 47min.). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=k3eYX7LaLLg>> Acesso em 04 dez. 2016.

GELLER, Howard Steven (2002). **Revolução Energética: políticas para um Futuro Sustentável**. Tese de Doutorado. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, SP.

GERI, Laurance R.; MCNABB, David E., 2011. **Energy Policy in the U.S.: Politics, Challenges, and Prospects for Change**. CRC Press: Boca Raton. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=Pr8ROi7liN8C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false> Acesso em 23 maio 2016.

GERMANWATCH. 2016. **Global Climate Reality Risk Index 2017**. Disponível em: <<http://germanwatch.org/de/download/16411.pdf>> Acesso em 29 nov. 2016.

GERTNER, Jon. The lives they lived: George Mitchell. **The New York Times Magazine**, 2013. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/news/the-lives-they-lived/2013/12/21/george-mitchell/>> Acesso em 20 nov. 2016.

GULICK, John L. **Constraints to the reproduction of the capitalist world-economy**. In Routledge Handbook of World-Systems Analysis. Org. Babones, S; Chase-Dun, p. 406. Routledge, 2012.

HALLIDAY, Fred. The Making of the Cold War. Londres: Verso, 1986.

HARVEY, David. **O Novo Imperialismo**. 3.ed. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

HAYHOE, Katharine. **We're wrapping an extra blanket around our planet that it doesn't need. This blanket affects us ALL**. 27 de fevereiro de 2016, 8:55 PM. Disponível em: <<https://twitter.com/KHayhoe/status/703684995445972992>> Acesso em 03 dez. 2016. Twitado por @KHayhoe.

HEINBERG, Richard. **The Party's Over**. Canada: New Society Publishers, 2005.

HOBSBAWM, Eric J. **A Era dos Impérios**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

HORNBORG, Alf. Interacting landscapes: Toward a truly global environmental history. In: BABONES, S., CHASE-DUNN, C. (orgs.), **Routledge Handbook of World-System Analysis**. Pgs. 443-444. Londres: Routledge, 2012.

HOWARTH, Robert W. A bridge to nowhere: methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas. **Energy Science & Engineering**, v. 2, n. 2, p. 47-60, 2014.

HOWARTH, Robert W. *et al.* Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. **Climatic Change**, v. 106, n. 4, p. 679-690, 2011.

HUBBERT, M. King. **Energy resources**. In National Research Council—Division of Earth Sciences—Committee of Resources and Man. *Resources and Man*, v. 238, 1969.

IEA. **India Energy Outlook**. International Energy Agency, 2015. Disponível em: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2015/IndiaEnergyOutlook_WEO2015.pdf> Acesso em 15 jul. 2016.

INMAN, Mason. Natural gas: The fracking fallacy. **Nature**, v. 516, n. 7529, p. 28-30, 2014.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp., 2014.

JACKSON, Peter. **The future of global oil supply: understanding the building blocks**. International Seminar On Nuclear War And Planetary Emergencies—42nd Session, 2010.

JACKSON, Robert B. *et al.* Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 28, p. 11250-11255, 2013.

JAPAN Meteorological Agency, 2015. **Global Average Surface Temperature Anomalies**. Disponível em: <http://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/gwp/temp/ann_wld.html> Acesso em 07 mar. 2016.

KALICKI, Jan H.; GOLDWYN, David L. **Energy and Security: Towards a New Foreign Policy Strategy**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005.

KEMP, John. Oil prices settle into new equilibrium. **Reuters**, 2015. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/us-oil-prices-kemp-idUSKCN0PC03W20150702>> Acesso em 26 jul 2016

KENNEDY, Charles. Is this the end of the U.S. Shale Gas Revolution? **Oil Price**, 2015. Disponível em: <<http://oilprice.com/Energy/Natural-Gas/Is-This-The-End-Of-The-US-Shale-Gas-Revolution.html>> Acesso em 20 jan. 2016.

KICK, Edward; MCKINNEY, Laura. **World-System Structure, Natural Capital and Environmental Entropy**. In BABONES, S., CHASE-DUNN, C. (orgs.), *Routledge Handbook of World-System Analysis*. Pgs. 392-399. Londres: Routledge, 2012.

KINNAMAN, Thomas C. The economic impact of shale gas extraction: A review of existing studies. **Ecological Economics**, v. 70, n. 7, p. 1243-1249, 2011.

KLARE, Michael. **Resource wars: the new landscape of global conflict**. Macmillan, 2001.

_____. **Blood and oil: the dangers and consequences of America's growing petroleum**. New York: Metropolitan Books, 2004.

_____. **The race for what's left: the global scramble for the world's last resources**. Macmillan, 2012.

KPMG International Cooperative. **Shale Gas – A Global Perspective**, 2011, 28 p. [pdf]

KRAMER, Bradley. No Shale Slowdown: Marcellus, Utica Production Stays Strong Amid Low Prices. **Trenchless Technology**, 2016. Disponível em: <<http://trenchlessonline.com/no-shale-slowdown-marcellus-utica-production-stays-strong-amid-low-prices/>> Acesso em 14 fev. 2016.

KRESSE, Timothy M. *et al.* Shallow groundwater quality and geochemistry in the Fayetteville Shale gas-production area, north-central Arkansas, 2011. **US Geol. Surv. Scient. Invest. Rep.**, v. 5273, 2012.

LAWLER, Alex., EL GAMAL, Rania. Venezuela's call for emergency OPEC meet gets doubtful response. **Reuters**, 2016. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/us-opecc-venezuela-idUSKCN0UY102>> Acesso em 15 jan. 2016.

LAWRENCE, Kirk S. Energy use and world-systems dynamics, In: BABONES, S., CHASE-DUNN, C. (orgs.), **Routledge Handbook of World-Systems Analysis**. Londres: Routledge, 2012.

LINS, Hoyedo. Economia Política dos Recursos Energéticos: Novos Movimentos e Inquietações em Escala Mundial. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, nº 44, junho-setembro, 2016.

LUCA, J. Cenários Energéticos para o futuro. **Potência Brasil**. Porto Alegre: Laser Press Comunicação, 2008. 144 p.

LUUKKANEN, Jyrki. *et al.* Structural change in Chinese economy: Impacts on energy use CO2 emissions in the period 2013-2030, 2014. **Technological Forecasting and Social Change**. Disponível em: <<http://www.qualenergia.it/sites/default/files/articolo-doc/Structural%20change%20in%20Chinese%20economy.pdf>> Acesso em 08 dez. 2016.

MACKINDER, Halford J. The geographical pivot of history. **Royal Geographical Society**, 1904.

MARINHO, Ilmar Penna Jr. **Petróleo: Política e Poder**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1989.

MARQUES, Bruno; SALVADOR, Regina. **Geopolítica do Petróleo: De Estrabão às Guerras do Iraque**, 2005. Disponível em: <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/764/1/Geopolitica_do_Petroleo_de_Estrabao_a_s_Guerra_s_do_Iraque.pdf> acesso em 14 mai. 2013. [pdf]

MILLER, Scot M. *et al.* Anthropogenic emissions of methane in the United States. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 50, p. 20018-20022, 2013.

MILLS, Mark P. After the carnage, shale will rise again. **The Wall Street Journal**, 2016. Disponível em:
<<http://www.wsj.com/articles/after-the-carnage-shale-will-rise-again-1453162664>> Acesso em 24 jan. 2016.

MOLOFSKY, Lisa J. *et al.* Methane in Pennsylvania water wells unrelated to Marcellus shale fracturing. **Oil & Gas Journal**, v. 109, n. 19, p. 54-54, 2011.

OECO. **O que é efeito estufa**, 2013. Disponível em:
<<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27698-o-que-e-o-efeito-estufa/>> Acesso em 27 mar. 2017.

OLIVEIRA, Lucas K. **Petróleo e Segurança Internacional: Aspectos Globais e Regionais das Disputas por Petróleo na África Subsaariana**. 191 p. Tese (Mestrado em Relações Internacionais). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/11150/000607059.pdf?sequence=1>> Acesso em 15 abr. 2013. [pdf].

_____. **Energia como recurso de poder na política internacional: Geopolítica, estratégia e o papel do centro de decisão energética**. 400 p. Tese (Doutorado em Ciência Política). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. [pdf]

OLIVEIRA, Lucas K. *et al.* **Transição Hegemônica e Energia: Considerações Analíticas para Compreender a Transição Energética na América Latina**, 2016. Trabalho apresentado no X Colóquio Brasileiro em Economia Política dos Sistemas-Mundo, Florianópolis, 2016.

ORECCHINI, Fabio. The era of energy vectors. **International journal of hydrogen energy**, v. 31, n. 14, p. 1951-1954, 2006.

OSBORN, Stephen G. *et al.* Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 20, p. 8172-8176, 2011.

PODOBNIK, Bruce. **Global energy shifts: Fostering Sustainability in a Turbulent Age**. Filadélfia: Temple University Press, 2006. 248 pp.

_____. Toward a sustainable energy regime: a long-wave interpretation of global energy shifts. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 62, n. 3, p. 155-172, 1999.

_____. Global energy inequalities: exploring the long-term implications. **Journal of World-Systems Research**, v. 8, n. 2, p. 252-274, 2002.

POPULATION CONNECTION. **The peopling of our planet**, 2015. Disponível em:

<<https://www.populationeducation.org/sites/default/files/peopling-of-our-planet.pdf>> Acesso em 01 dez. 2016.

PRIGOGINE, Ilya. **Introduction to thermodynamics of irreversible processes**. New York: Interscience, 3rd ed., v. 1, 1967.

QUINTAS, Humberto; QUINTANS, Luiz Cezar P. **A História do Petróleo: no Brasil e no mundo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2009.

REED, Stanley. OPEC holds production unchanged; prices fall. **The New York Times**, 2014. Disponível em:

<http://www.nytimes.com/2014/11/28/business/international/opec-leaves-oil-production-quotas-unchanged-and-prices-fall-further.html?_r=0> Acesso em 14 fev. 2016.

REZAEI, Reza. **Fundamentals of gas shale reservoirs**. John Wiley & Sons, 2015.

RIDLEY, Matt. **The shale gas shock**. Global Warming Policy Foundation, 2011.

RIFKIN, Jeremy. **La economía del hidrógeno: la creación de la red energética mundial y la redistribución del poder en la tierra.**

Barcelona: Paidós, 2002.

RIVA, Joseph. The petroleum resources of Russia and the commonwealth of independent states. In: Orgs. KAUFMAN, R; HARDT, J. **The Former Soviet Union in Transition.** Nova Iorque: M.E. Sharpe, 1993.

ROMM, Joe. Trump just proposed ending all federal clean development. **Think Progress**, 2016. Disponível em:
<<https://thinkprogress.org/trump-zero-out-federal-clean-energy-56cca794790#.vssogj5d>> Acesso em 16 out. 2016.

ROSENBERG, Matthew; SHEAR, Michael. In Reversal, Obama Says U.S. Soldiers Will Stay in Afghanistan to 2017. **The New York Times**, 2015. Disponível em:
<http://www.nytimes.com/2015/10/16/world/asia/obama-troop-withdrawal-afghanistan.html?_r=1> Acesso em 22 jul. 2016.

SALINAS, Samuel Sérgio. A Batalha do Oriente Médio. **Vermelho**, 2010. Disponível em:
<http://www.vermelho.org.br/coluna.php?id_coluna=33&id_coluna_texto=3255> Acesso em 16 jun. 2013.

SHELLENBERGER, Michael; NORDHAUS, Ted. A boom in shale gas? Credit the feds. **The Washington Post**, 2011. Disponível em:
<https://www.washingtonpost.com/opinions/a-boom-in-shale-gas-credit-the-feds/2011/12/07/gIQAecFlzO_story.html?utm_term=.5abc86c10803> Acesso em 30 out. 2016.

SINDING, Kate. *et al.* The Regulation of Shale Gas Development. In: FINKEL, Madelon L. (Ed.). **The Human and Environmental Impact of Fracking: How Fracturing Shale for Gas Affects Us and Our World.** ABC-CLIO, 2015, p. 131-154.

SMIL, Vaclav. **Energy transitions: history, requirements, prospects.** Nova Iorque: Praeger, 2010.

SPERLING, Daniel; CANNON, James S. **The hydrogen energy transition: cutting carbon from transportation**. Academic Press, 2004.

STADDON, Philip.; DEPLEDGE, Michael. Implications of Unconventional Gas Extraction on Climate Change: A Global Perspective. In: FINKEL, Madelon L. (Ed.). **The Human and Environmental Impact of Fracking: How Fracturing Shale for Gas Affects Us and Our World**. ABC-CLIO, 2015, p. 81-94.

STEPHENSON, Michael. **Shale gas and fracking: the science behind the controversy**. Elsevier, 2015.

STOCKER, T. *et al.* IPCC, 2013: climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. **IPCC**, 2013. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WGIAR5_SPM_brochure_en.pdf>

TIEZZI, Enzo. **Tempos históricos, tempos biológicos**. NBL Editora, 1988.

TOKIC, Damir. Shale Gas: Energy Policy for the Next Wave of Globalization. **The Business & Management Review**, v. 3, n. 3, p. 61, 2013.

TOLMASQUIM, Maurício T. Fontes renováveis de energia no Brasil. **CENERGIA**, COPPE-Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação em Engenharia, UFRJ-Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

U.K. Met Office. **Global Surface Temperature**, 2015. Disponível em: <<http://www.metoffice.gov.uk/research/monitoring/climate/surface-temperature>> Acesso em 07 mar. 2016.

UNITED NATIONS. **Total Population – Both sexes**. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2016. Disponível em:

<[https://esa.un.org/unpd/wpp/DVD/Files/1_Indicators%20\(Standard\)/EXCEL_FILES/1_Population/WPP2015_POP_F01_1_TOTAL_POPULATION_BOTH_SEXES.XLS](https://esa.un.org/unpd/wpp/DVD/Files/1_Indicators%20(Standard)/EXCEL_FILES/1_Population/WPP2015_POP_F01_1_TOTAL_POPULATION_BOTH_SEXES.XLS)> Acesso em 08 jul. 2016.

_____. **World Population Prospects, the 2015**

Revision. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015. Disponível em:

<<https://esa.un.org/unpd/wpp/>> Acesso em 03 ago. 2015.

U.S. CENSUS Bureau. **World Population**, 2016. Disponível em:

<https://www.census.gov/population/international/data/worldpop/table_history.php> Acesso em 05 ago. 2016.

U.S. ENERGY Information administration. **Annual Energy Outlook 2015 with projections to 2040**, 2015. Disponível em:

<[http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2015\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2015).pdf)> Acesso em 07 nov. 2016.

_____. **Japan**, 2015b. Disponível em: <<https://www.eia.gov/beta/international/analysis.cfm?iso=JPN>> Acesso em 16 jul. 2016.

_____. **International Energy**

Statistics, 2015c. Disponível em:

<<http://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#?ord=CR&cy=2013&v=T&vo=0&so=0&io=0&start=1980&end=2013&vs=INTL.44-1-AFRC-QBTU.A~INTL.44-1-ASOC-QBTU.A~INTL.44-1-CSAM-QBTU.A~INTL.44-1-EURA-QBTU.A~INTL.44-1-EURO-QBTU.A~INTL.44-1-MIDE-QBTU.A~INTL.44-1-NOAM-QBTU.A~INTL.44-1-WORL-QBTU.A&pin=p>> Acesso em 20 jul. 2016.

_____. **Short-Term Energy**

Outlook, 2016. Disponível em:

<<http://www.eia.gov/outlooks/steo/report/prices.cfm>> Acesso em 26 jul. 2016.

_____. A brief history of the department of energy. **Department of Energy**, 2016a. Disponível em:

<<http://energy.gov/management/office-management/operational-management/history/brief-history-department-energy>> Acesso em 26 maio 2016.

_____. **Modern Shale Gas Development in the United States: A Primer.** **Department of Energy**, 2009. Disponível em:

<https://energy.gov/sites/prod/files/2013/03/f0/ShaleGasPrimer_Online_4-2009.pdf> Acesso em 05 set. 2016.

_____. **World Shale Resource Assessments**, 2015d. Disponível em:

<<https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>> Acesso em 04 dez. 2016.

_____. **Annual Energy Review**, 2016b. Disponível em:

<<http://www.eia.gov/totalenergy/data/browser/xls.cfm?tbl=T01.03&freq=a>> Acesso em 12 nov. 2016.

_____. **Natural Gas**, 2016c.

Disponível em: <<http://www.eia.gov/naturalgas/data.cfm>> Acesso em 13 nov. 2016.

_____. **Annual Energy Outlook 2016 with projections to 2040**, 2016d. Disponível em:

<[http://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2016).pdf)> Acesso em 03 dez. 2016.

_____. **AEO2016 Market trends - Figure data**, 2016e. Disponível em:

<http://www.eia.gov/outlooks/aeo/excel/figmt46_data.xls> Acesso em 25 nov. 2016.

_____. **Shale in the United States**, 2016f. Disponível em:

<http://www.eia.gov/energy_in_brief/article/shale_in_the_united_states.cfm> Acesso em 19 nov. 2016.

. **Carbon Dioxide Emissions Coefficients**, 2016g. Disponível em: <http://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.cfm> Acesso em 21 set. 2016.

. **U.S. coal exports declined 23% in 2015, as coal imports remained steady**, 2016h. Disponível em: <<http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=25252>> Acesso em 27 set. 2016.

. **U.S. Imports by Country of Origin**, 2016i. Disponível em: <https://www.eia.gov/dnav/pet/pet_move_impcus_a2_nus_ep00_im0_m_bbl_a.htm> Acesso em 10 out. 2016.

U.S. White House. **Fact Sheet: Energy Independence and Security Act of 2007**, 2007. Disponível em: <<https://georgewbush-whitehouse.archives.gov/news/releases/2007/12/20071219-1.html>> Acesso em 20 jul. 2016.

. **Fact Sheet: President Obama to Announce Historic Carbon Pollution Standards for Power Plants**, 2015. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/08/03/fact-sheet-president-obama-announce-historic-carbon-pollution-standards>> Acesso em 15 jan. 2016.

U.S. GEOLOGICAL Survey. **Earthquake Statistics**, 2016. Disponível em: <<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/browse/stats.php>> Acesso em 27 set. 2016.

U.S. NATIONAL Aeronautics and Space Administration. **Global Temperature**, 2015. Disponível em: <<http://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>> Acesso em 07 mar 2016.

. **What Are Climate and Climate Change?**, 2011. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-climate-change-58.html>> Acesso em 27 mar. 2017.

WALLERSTEIN, Immanuel. **O sistema mundial moderno**. Volume I. Porto: Afrontamento, 1990.

_____. **The decline of American power: The US in a chaotic world**. Nova Iorque: The New Press 2003.

_____. **The Essential Wallerstein**. Nova Iorque: The New Press, 2000.

_____. **Ecology and capitalist costs of production: no exit**. (In) GOLDFRANK, Walter L.; GOODMAN, David; SZASZ, Andrew. Ecology and the world-system. Greenwood Publishing Group, p. 3-12, 1999.

_____. **World-systems analysis: An introduction**. Duke University Press, 2004.

White House, 2015. **Fact Sheet: President Obama to Announce Historic Carbon Pollution Standards for Power Plants**. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/08/03/fact-sheet-president-obama-announce-historic-carbon-pollution-standards>> Acesso em 15 jan. 2016.

WORLD BANK. **Energy imports, net (% of energy use)**, 2014. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/EG.IMP.CON.S.ZS>> Acesso em 28 jul. 2016.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **How many species are we losing?**, [2016]. Disponível em: <http://wwf.panda.org/about_our_earth/biodiversity/biodiversity/> Acesso em 20 ago. 2016.

_____. **Pegada Ecológica? O que é isso?**, [2016]. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/o_que_e_pegada_ecologica/> Acesso em 29 mar. 2015.

YERGIN, D. The prize: The epic quest for oil, money & power. Simon and Schuster, 2011.

_____. **A busca: energia, segurança e reconstrução do mundo moderno.** Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

_____. Ensuring energy security. **Foreign affairs**, v. 85, n.2, p. 69-82, 2006.