



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFCH
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA
DOUTORADO EM CIÊNCIA POLÍTICA

RENAN CABRAL DA SILVA

**A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DOS EMERGENTES NO SÉCULO XXI: Brasil e
China em foco**

Recife
2018

RENAN CABRAL DA SILVA

**A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DOS EMERGENTES NO SÉCULO XXI: Brasil e
China em foco**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Pernambuco, para a obtenção do título de Doutor em Ciência Política.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ferreira da Costa Lima

Recife
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

S586t Silva, Renan Cabral da.
A transição energética dos emergentes no século XXI : Brasil e China em foco /
Renan Cabral da Silva. – 2018.
147 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ferreira da Costa Lima.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-graduação em Ciência Política, Recife, 2018.
Inclui referência.

1. Ciência Política. 2. Desenvolvimento econômico – Aspectos ambientais. 3. Mudanças climáticas. 4. Sustentabilidade. 5. Energia – Fontes alternativas – Brasil. 6. Energia – Fontes alternativas – China. I. Lima, Marcos Ferreira da Costa (Orientador). II. Título.

320 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2019-098)

RENAN CABRAL DA SILVA

**A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA DOS EMERGENTES NO SÉCULO XXI: Brasil e
China em foco**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Política da Universidade Federal de Pernambuco, para a obtenção do título de Doutor em Ciência Política.

Tese aprovada em 08 de agosto 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Ferreira da Costa Lima (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Ciência Política – UFPE

Prof. Dr^a Andrea Steiner (Examinadora Titular Interna)
Programa de Pós-Graduação em Ciência Política – UFPE

Prof. Dr. Heitor Costa Lima da Rocha (Examinador Titular Interno)
Programa de Pós-Graduação em Comunicação - UFPE

Prof. Dr. Jean De Mulder Fuentes (Examinador Titular Externo)
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco - Facepe

Prof^a Dr^a Joyce Helena da Silva (Examinadora Titular Externa)
Faculdade Damas

À Laura Cabral

“Pie en la Patria, casual o elegida;
corazón, cabeza, en el aire del mundo.”

(JIMÉNEZ, Juan Ramón. 2012)

AGRADECIMENTOS

Fruto de tempos de alegrias e agruras, essa tese não seria a mesma sem a ajuda de pessoas especiais, sobretudo a minha família.

Agradeço a Marcos Lima, orientador prestativo durante o doutorado, e aos membros da banca.

Agradecimentos especiais à Nilvânia Amorim, Suzana Melo e Lorielli Queiroz.

Agradeço também à Facepe, e à equipe do PPGCP-UFPE e aos colegas de curso.

E também a todos aqueles que de alguma forma contribuíram com a minha formação, e que eu tenha cometido o pecado de esquecer.

RESUMO

Este trabalho compara as políticas de Brasil e China, quanto ao estímulo das fontes solar e eólica como parte de uma estratégia contemporânea de segurança energética. Seus resultados apontam para o fato de que, apesar da China ser um país altamente poluidor a partir de sua matriz energética, ao mesmo tempo tem estimulado fortemente os renováveis em questão, logrando constituir uma indústria nacional próspera e inovadora em renováveis. Por outro lado, a trajetória brasileira é marcada, sobretudo, por descontinuidades. Como contribuição teórica, analisamos a emergência de um novo paradigma de desenvolvimento, que leva em consideração a sustentabilidade e a tomada de consciência da finitude dos recursos naturais, apresentando algumas vias de crítica ao modelo de desenvolvimento vigente e para a análise de possíveis alternativas, a partir de uma perspectiva ética. Por fim, busca-se discutir em que medida as práticas adotadas sugerem a adoção de um novo tipo de desenvolvimento, qualitativamente melhor e comprometido com valores como a sustentabilidade ambiental, em suma: se os emergentes sugerem um novo modelo de desenvolvimento.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Mudança Climática. Segurança energética. Energia de Baixo Carbono. Brasil. China.

ABSTRACT

This work compares the policies of Brazil and China regarding the stimulation of solar and wind energy sources as parts of a contemporary strategy of energy security. Their results point to the fact that although China is a highly polluting country considering its energy matrix, at the same time it has strongly stimulated the renewables in question, making it a prosperous and innovative national renewable energy industry. Meanwhile, the Brazilian trajectory is marked, mainly, by discontinuities. As a theoretical contribution, we analyze the emergence of a new development paradigm, which takes into account the sustainability and awareness of the finiteness of natural resources, presenting some critical avenues to the current development model and to the analysis of possible alternatives, from an ethical perspective. Finally, we try to discuss to what extent the adopted practices suggests a new kind of development, qualitatively better and committed to values such as environmental sustainability, in short: if the emerging ones suggest a new development model.

Key-words: Development. Climate Change. Energy Security. Low Carbon Energy. Brazil. China.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes de um aerogerador de eixo horizontal.....	99
Figura 2 - Evolução da capacidade eólica instalada (Brasil, 2017)	103

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Energias renováveis como parte adicionada da capacidade global.....	18
Gráfico 2 -	Anomalia global combinada nas médias da superfície terrena dos oceanos.....	37
Gráfico 3 -	Alteração global média do nível do mar.....	38
Gráfico 4 -	Concentração global média de gases causadores do efeito estufa.....	39
Gráfico 5 -	Emissões antropogênicas de CO ₂	40
Gráfico 6 -	Total anual da emissão antropogênica de gases GEE por tipo de gás (1970-2010).....	41
Gráfico 7 -	Demanda energética futura, por setor.....	45
Gráfico 8 -	Evolução do preço nominal do petróleo bruto em US\$ /barrel....	46
Gráfico 9 -	Geração de eletricidade na China (2005-2040).....	48
Gráfico 10 -	Capacidade de geração elétrica brasileira por combustível (2016).....	49
Gráfico 11 -	Participação de renováveis na geração de eletricidade (2004-2014).....	50
Gráfico 12 -	Demografia Ásia e BRIC, 2016.....	72
Gráfico 13 -	Oferta Total de Energia Primária (OTEP) -Brasil, 2015.....	73
Gráfico 14 -	Exportações brasileiras de petróleo bruto por país e região, 2016.....	74
Gráfico 15 -	Oferta Total de Energia Primária (OTEP) -Rússia, 2015.....	77
Gráfico 16 -	Destino das exportações russas de petróleo bruto e condensado, em milhares de barris/dia (2016).....	79
Gráfico 17 -	Destino das exportações russas de gás natural (em trilhões de pés cúbicos), 2016.....	80
Gráfico 18 -	Oferta Total de Energia Primária (OTEP) -Índia, 2015.....	82
Gráfico 19 -	Oferta Total de Energia Primária (OTEP) -China, 2015.....	85
Gráfico 20 -	Oferta Total de Energia Primária (OTEP) - África do Sul, 2015.	89
Gráfico 21 -	Evolução da Potência Eólica Instalada no Mundo, 2001-2016..	100
Gráfico 22 -	Dez países com maior capacidade eólica instalada.....	102
Gráfico 23 -	Desembolsos do BNDES em Economia Verde 2010-2016, em R\$ bilhões.....	106
Gráfico 24 -	Geração eólica chinesa / 109 kWh (2009-2015).....	107
Gráfico 25 -	Evolução da capacidade global em Solar FV, incluindo acréscimos anuais (2006-2016).....	110
Gráfico 26 -	Capacidade energética solar no Brasil (MV).....	111
Gráfico 27 -	Progressão no número de conexões de Geração Distribuída....	114
Gráfico 28 -	Capacidade de energia eólica instalada da China versus capacidade conectada à rede.....	122
Gráfico 29 -	Importações de Petróleo pela China (US\$) 1992-2015.....	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentração de CO ₂ na atmosfera	26
Tabela 2 - Conferência das partes (COP 1-10) 1995-2004	33
Tabela 3 - Conferência das partes (COP 11-24) 2005-2018	35
Tabela 4 - Justiça energética: uma ferramenta decisória	62
Tabela 5 - Investimento em energia renovável na china, Índia e Brasil, por setor em 2016 \$bn	107
Tabela 6 - Irradiação solar e área, por país	111
Tabela 7- Leilões de geração solar no Brasil	112
Tabela 8 - Contribuição de cada fator para as emissões de CO ₂ (1991-2014) (unidade: %).....	120
Tabela 9 - 10 maiores produtores de petróleo e sua participação na produção mundial total de petróleo em 2017	127
Tabela 10 - 10 maiores consumidores mundiais de petróleo e sua representação no consumo mundial de petróleo em 2015	128

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AR4	<i>Fourth Assessment Report</i> (Quarto Relatório de Avaliação) – relatório de 2007 do IPCC que sintetiza a pesquisa científica sobre mudança do clima à época
AR5	<i>Fifth Assessment Report</i> (Quinto Relatório de Avaliação) – relatório de 2014 do IPCC que sintetiza a pesquisa científica sobre mudança do clima à época
BAU	<i>Business as usual</i> (maneira habitual de fazer negócios): expressão utilizada para cenários climáticos em que não há mudança relevante na forma operar das empresas
COP	Conferência das Partes
CQNUMC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
EIA/EUA	<i>US Energy Information Administration</i> (Agência de Informação sobre Energia dos Estados Unidos)
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FIT	<i>Feed-in tariffs</i> (tarifas de alimentação): tarifas diferenciadas do sistema elétrico que podem ser utilizadas para custear fontes energéticas mais caras, como as renováveis
IED	Investimento estrangeiro direto
INEP	Instituto Nacional de Estudos Educacionais Anísio Teixeira
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IOE	Industrialização orientada para a exportação
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima)

ISI	Industrialização por substituição de importação
LNG	<i>Liquefied natural gas</i> (gás natural liquefeito)
LULUCF	<i>Land use, land use change and forestry</i> (gestão do uso da terra, mudanças no uso da terra e silvicultura)
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação MDL: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MEC	Ministério da Educação
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMC	Organização Mundial do Comércio
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PTF	Produtividade Total dos Fatores
REC	<i>Renewable Energy Certificate</i> (Certificado de Energia Renovável)
RPS	<i>Renewable Portfolio Standard</i> (Quota de Energia Renovável)
USPTO	<i>United States Patents and Trademark Office</i> (Escritório de Propriedade Industrial dos Estados Unidos)
TRIPS	<i>Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights</i> (Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	ENERGIA E ESCASSEZ: UMA REALIDADE EM PROCESSO DE MUDANÇA.....	23
2.1	A tomada de consciência da crise ambiental	23
2.2	Nosso planeta e seus limites.....	27
2.3	A mudança climática e a agenda internacional	29
2.4	O nexo causal entre a ação humana e a mudança climática.....	36
2.5	Energia: passado, presente e futuro.....	42
2.6	Energia e emissões: Brasil e China	46
3	O SURGIMENTO DE UMA AGENDA DE MUDANÇA: EM BUSCA DE UM NOVO PARADIGMA	53
3.1	O caminho até o desenvolvimento sustentável.....	53
3.2	O antropoceno e algumas visões rivais: capitoloceno, a sociedade solar e o chthuluceno.....	57
3.3	Extratativismo nos países periféricos, ética e justiça energética.....	60
3.4	Repensando a segurança energética no século XXI.....	63
3.5	A importância da dimensão da inovação	65
4	OS PAÍSES EMERGENTES EM FOCO: OFERTA DE ENERGIA, DESAFIOS E COOPERAÇÃO	71
4.1	A energia e os BRICS	71
4.2	Brasil	73
4.3	Rússia	76
4.4	Índia.....	81
4.5	China	85
4.6	África do Sul.....	89
4.7	Energias renováveis nos BRICS: perspectivas	91
4.8	O BRICS: esforços conjuntos.....	92
5	BRASIL, CHINA E O DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS EOLICA E SOLAR.....	94
5.1	Mecanismos de organização e regulação de mercado para o incentivo de energias renováveis	95
5.2	Os mecanismos de incentivo ao mercado no Brasil e na China.....	96
5.3	Energia eólica.....	98
5.4	A energia eólica no Brasil	103
5.5	A energia eólica na China	106
5.6	Energia solar fotovoltaica	109
5.7	A energia solar FV no Brasil	110
5.8	A energia solar FV na China	116
5.9	Brasil e China: olhando para o futuro?	122
6	BRASIL E CHINA: ENERGIA E POSSIBILIDADES DE COOPERAÇÃO NO SETOR	124
6.1	As relações Brasil-China.....	124
6.2	A China assimila o cenário de escassez	124

6.3	O petróleo como possibilidade de cooperação e comércio	129
6.4	O IED chinês no setor elétrico brasileiro.....	130
6.5	Desafios à cooperação.....	131
6.6	Considerações sobre a intensificação da relação sino-brasileira mediante o setor energético	132
7	CONCLUSÃO	133
	REFERÊNCIAS	136

1 INTRODUÇÃO

Esta tese tem como objetivo primordial analisar e comparar os esforços de Brasil e China rumo à transição energética, ou seja: as políticas desenvolvidas por esses dois países no sentido de desenvolver a geração de energia a partir de fontes consideradas renováveis e/ou limpas como forma de diversificar suas matrizes e compor suas estratégias de segurança energética.

O século XX foi marcado pela transição energética que fez do petróleo a energia dominante, dinamizando economias em todo o globo, com grande desdobramento para o abastecimento no setor de transporte, para a indústria e ao modo de vida considerado moderno em geral. Apesar de sua relevância, essa mudança não mudou o fato de os combustíveis fósseis constituírem a base do crescimento econômico desde a Primeira Revolução Industrial, no século XVIII.

Após a Segunda Guerra Mundial, a crise do petróleo pautou a década de 1970. Provocada pela suspensão do fornecimento do óleo para a Europa e os Estados Unidos por parte dos países da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que tem como membros fundadores a Arábia Saudita, o Kuwait, o Iraque, o Irã e a Venezuela, e serve, desde sua criação em 1960, como plataforma de reivindicação de uma política de preços mais favorável aos países produtores diante do cartel das empresas petroleiras ocidentais.

Durante a crise, que se estendeu praticamente até 1986, o preço do barril chegou a aumentar em 400%, gerando recessões e, conseqüentemente, uma grande desestabilização da economia mundial. Esse fenômeno, bem como diversas projeções acerca da finitude natural do petróleo (*peak oil*), suscitaram uma primeira onda relevante de investimentos em tecnologias energéticas no século XX após a adoção generalizada do petróleo. As então chamadas energias alternativas, passaram a ser pesquisadas intensamente, através do desenvolvimento de estudos sobre biocombustíveis, energia solar, eólica e provenientes de outras fontes, além daqueles com o objetivo de promover ganhos de eficiência energética.

Já no início deste século, as preocupações acerca do déficit de oferta, suscitado por razões geopolíticas como no caso da crise do petróleo, somaram-se à repercussão das fortes críticas ao modelo de desenvolvimento vigente, que ecoam pelo menos desde os anos 1960, quando ocorre a entrada definitiva na agenda internacional da questão dos danos ambientais, causados por um modo de ser do

humano devastador, altamente poluente, e que despreza a finitude dos recursos naturais. Soma-se a isso a comprovação da mudança climática, de grave potencial para a vida humana na Terra, decorrente do aquecimento médio da temperatura do planeta em que vivemos, provocado por emissões de gases nocivos resultantes da ação humana.

Para tentar escapar desse rumo perverso, uma das condições fundamentais é a redução das emissões de gases associados ao chamado efeito estufa em escala planetária. Nesse intento, a energia adquire papel fundamental uma vez que, segundo a International Energy Agency (IEA, 2016), a produção e a utilização da energia são responsáveis por dois terços das emissões mundiais de gases com efeito de estufa (GEE). Dessa forma, uma transição global dos combustíveis fósseis para fontes de energias renováveis, acompanhada de maior eficiência energética, ou; uma revolução de energia limpa é desejável e, acredita-se, viável para cumprir objetivos climáticos de longo prazo, como aqueles estabelecidos pela Convenção do Clima para a área de energia.

No atual contexto, no qual a demanda por energia só aumenta, devido em larga medida a fatores como o crescimento econômico e populacional, a industrialização, a urbanização e o acesso qualificado a energia em países emergentes, como os BRICS¹. Esse cenário, aliado às pressões domésticas e internacionais por descarbonização, forçam governos a buscar soluções sustentáveis como forma de consecução de objetivos de segurança energética e relativos ao meio ambiente (IRENA, 2017)

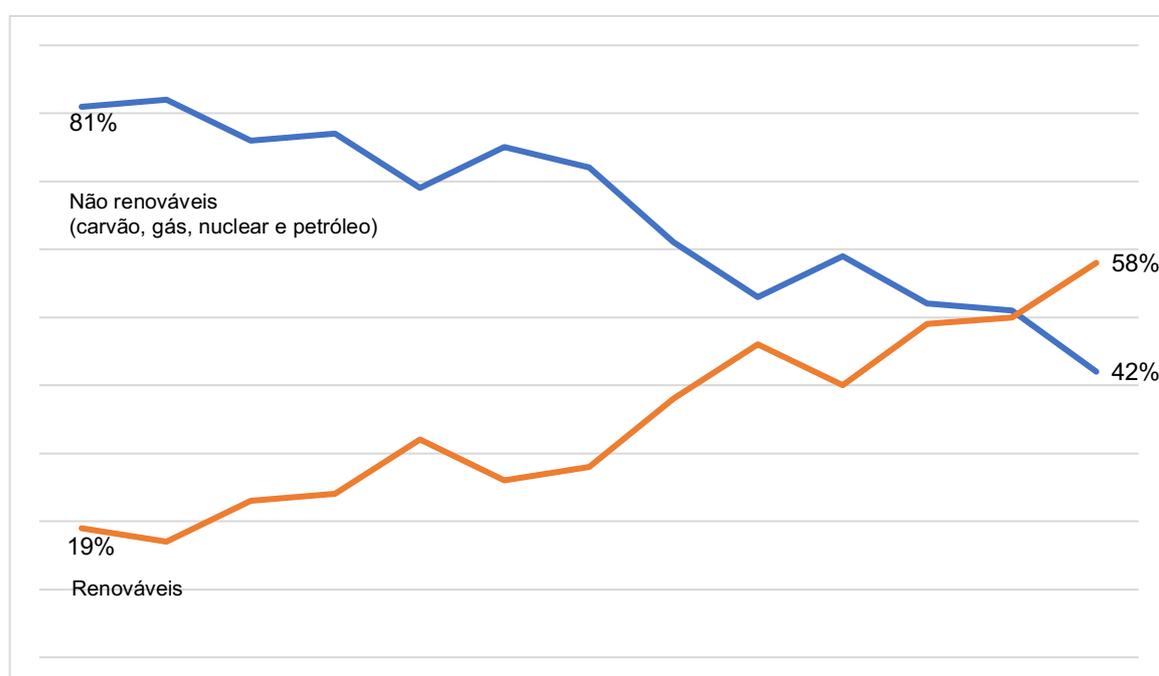
Os países emergentes representam hoje atores fundamentais no mercado global de energia (GÓMEZ et al., 2012), consolidando-se do ponto de vista da importação, mas também do desenvolvimento e exportação, não apenas de *commodities* ou de energia em seu estado bruto, mas também de conhecimentos e tecnologias relacionadas a fontes tradicionais e renováveis, para os quais o mundo se empenha em migrar.

O gráfico 1, adiante, demonstra um crescimento dos investimentos globais em energias renováveis desde o princípio deste século. Percebe-se a partir dele, entre os anos de 2001 e 2013, uma queda importante nos investimentos destinados a energias

¹ Originalmente BRIC é o acrônimo produzido a partir dos nomes dos seguintes países: Brasil, Rússia, Índia e China. O termo foi primeiro utilizado em 2001 por *Jim O'Neill*, analista do Goldman Sachs. Para O'Neill, esses emergentes tornar-se-iam países desenvolvidos até 2050.

não renováveis (carvão, petróleo, energia nuclear e gás natural), ao mesmo tempo em que ocorre aumento significativo nos investimentos em energias renováveis, desenhando uma tendência que faz com que as linhas que representam os investimentos nessas duas modalidades de energia se cruzem nos idos de 2012 e 2013, quando os investimentos em renováveis alcançam o percentual de 58%, superando aqueles destinados às energias não renováveis, 42% do total (GONÇALVES, 2015).

Gráfico 1 - Energias renováveis como parte adicionada da capacidade global



	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Capacidade total líquida adicionada por ano	104	134	150	153	134	180	200	174	185	232	234	233	207
Renováveis	20	22	34	36	41	47	56	67	85	94	115	116	120
Não renováveis	84	111	116	116	93	133	145	107	100	138	118	117	87

FONTE: IRENA, 2014. Elaboração própria.

Essa tendência nos leva a questionar de que modo os Estados têm participado desse processo, incentivando ou não, políticas que favoreçam à transição energética. Assim, considerando as discussões sobre o papel dos Estados emergentes na esfera internacional, selecionamos para este estudo dois países emergentes, a saber, Brasil e China, que estão entre os principais desenvolvedores e consumidores de energias renováveis neste começo de século (IRENA, 2015).

Nesse contexto, temos duas realidades distintas. O Brasil, por exemplo, está situado em posição relativamente favorável, se comparado aos países da OCDE, com

uma matriz em boa medida composta por hidroeletricidade e outras fontes renováveis, mas como veremos, encontra problemas recentes de carbonização, na contramão das tendências internacionais. Já a China, apesar de ser um país emergente altamente poluidor, dá mostras de compreensão da gravidade da crise pela qual estamos passando e, aparentemente, desenvolve sua ciência energética para os desafios do século XXI.

Para a elaboração deste trabalho, recorreremos a uma revisão bibliográfica e contamos com dados secundários, estatísticos e qualitativos de fontes de reconhecida autoridade, como agências governamentais dos países em questão, a International Energy Agency (IEA), a Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) dentre outras fontes, analisados a partir da discussão acadêmica sobre o conceito de segurança energética e sua evolução, além de autores críticos ao modelo predatório levado a cabo pelo desenvolvimento do capitalismo vigente.

Além desta introdução, o trabalho está organizado em cinco seções principais mais uma conclusão. Na seção 2, narramos o processo de tomada de consciência sobre o problema ambiental, da emergência do regime internacional de mudanças climáticas e o que eles implicam para a política energética dos países em questão, apresentamos os conceitos de energia renovável e energia sustentável, além de analisarmos alguns prognósticos e tendências do setor energético até 2040.

Na seção 3, analisamos a emergência de um novo paradigma de desenvolvimento, que leva em consideração a sustentabilidade e a tomada de consciência da finitude dos recursos naturais, apresentando o conceito de antropoceno e algumas perspectivas críticas a ele, além de uma revisão das contribuições sobre a questão da segurança energética, de modo a subsidiar nossa análise final dos dados.

Na seção 4, considerando a importância crescente dos países emergentes Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul como motores da economia global, além da relevância – presente e futura – da questão demográfica, discutimos a atual oferta de energia desses países, dedicando atenção aos esforços políticos desses países rumo à transição energética, considerando inclusive as ações no âmbito da plataforma internacional BRICS.

Na seção 5, discute-se as razões para que esses países invistam em energias renováveis bem como os incentivos por eles oferecidos às fontes eólica e solar, com

atenção a seus mecanismos regulatórios, de mercado, estratégicos, de domínio em tecnologia e inovação nesse setor promissor.

Na seção 6, examinamos a necessidade e as medidas de cooperação energética adotadas entre Brasil e China, bem como o investimento externo direto chinês no setor energético brasileiro considerando ações entre governos e empresas de modo a contribuir para a segurança energética de ambos os países, contribuindo – ou não – para realizar a transição de ambas as matrizes energéticas para uma realidade de maior participação de renováveis em detrimento dos combustíveis fósseis, ou seja: a *descarbonização* dessas economias.

A partir desse percurso, que privilegia a análise das políticas dos emergentes, em especial Brasil e China, rumo à transição energética, busca-se conhecer as formas de incentivo a essas fontes e compreender em que medida as práticas adotadas contribuem para suas respectivas seguranças energéticas, e para a consecução de um desenvolvimento qualitativamente melhor, comprometido com valores como a sustentabilidade ambiental. Dessa forma, consideramos duas hipóteses principais:

- H¹ A análise comparada das políticas de promoção de energia renovável de Brasil e China, permite identificar quais incentivos políticos e ações estratégicas têm sido utilizados pelos emergentes como forma de assegurar segurança energética em sentido amplo, considerando não apenas o abastecimento, mas também a redução de emissões a partir do consumo de energia, e;
- H² Como Brasil e China têm interagido entre si e no âmbito do BRICS quanto ao tema da energia, dos pontos de vistas da cooperação e do comércio de energia.

O que pretendemos aqui explicar, nossa variável dependente (Y), é o próprio desenvolvimento recente das políticas de estímulo as energias renováveis eólica e solar no Brasil e na China como parte de suas estratégias de segurança energética.

Como causas, ou variáveis independentes (X), consideramos os preços dos recursos energéticos tradicionais, a escassez dos mesmos, os constrangimentos domésticos dados pela poluição, os compromissos assumidos internacionalmente no campo energético com relação à redução de emissões, o desenvolvimento de novas tecnologias, a atuação do estado por meio de políticas de planejamento estratégico

regulatórias, de mercado e internacional, além do quadro de dependência externa em relação à segurança energética.

As trajetórias históricas desses países, os modelos econômicos e políticas energéticas adotadas, além de particularidades e o modo como a segurança energética é percebida, são entendidos como variáveis intervenientes, úteis para evidenciar mecanismos e motivações dos atores que interagem na tradicional relação causa-feito entre variáveis independentes e as variáveis dependentes. Ao fim, esperamos dar conta de como esses elementos se articulam no desenvolvimento das políticas energéticas de Brasil e China.

A pesquisa assume o paradigma do pluralismo metodológico, utilizando-se tanto de fontes de evidência qualitativas e quantitativas. Encaramos este exercício como um estudo comparativo do tipo “n pequeno”. Segundo Lijphart (1971), este método é útil para se estabelecer proposições gerais, a partir da análise sistemática de relações empíricas entre as variáveis em questão, considerando um pequeno número de casos.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso se aplica a explicação de fenômenos complexos demais para serem abordados através de estratégias experimentais ou de levantamento de dados. A técnica serve para descrever um contexto empírico no qual uma intervenção ocorreu; demonstrar as ligações causais entre intervenções; explicar as variáveis causais de um fenômeno em situações complexas; avaliar uma intervenção em curso e modificá-la com base num estudo de caso ilustrativo, e/ou; explorar aquelas situações nas quais a intervenção não tem clareza no conjunto de resultados.

É pertinente também estabelecer que autores como Van Evera (1997), postulam que a estratégia de análise de caso é adequada quando interessa ao pesquisador inferir explicações que o permitem compreender as articulações entre variáveis dependentes e independentes dentro de certas condições iniciais. Também, entendemos que o estudo de caso é a ferramenta mais apropriada de abordagem devido a sua densidade e a suas possibilidades no intuito de desenvolver uma baseada em mecanismos causais (GEERRING, 2007).

A operacionalização desta modalidade de estudo, utiliza múltiplas fontes de evidência que são utilizadas de forma alternada para se apreender a totalidade do fenômeno estudado. É uma abordagem que considera qualquer unidade social como

um todo, e sua importância é justificada por reunir informações numerosas e detalhadas com vistas a apreender a totalidade de uma situação.

Consideramos este estudo justificável, com base no fato de que a segurança energética e a redução de emissões são hoje dois dos temas prioritários na agenda do século XXI, e inclusive constam na chamada Agenda 2030 da Onu. Quanto aos Estados emergentes, sobretudo os selecionados, há um investimento nada desprezível no desenvolvimento e aumento da capacidade instalada de energias renováveis como formas de compor suas respectivas estratégias de segurança energética.

Entendemos, que a literatura dedicada à segurança energética no âmbito da política internacional comparada dá pouca atenção à discussão sobre a consecução desses objetivos com a participação de fontes renováveis. Considerando os investimentos crescentes nessas fontes, tal qual ilustrado no gráfico 1, entendemos ser relevante tomar para análise as políticas referentes às energias renováveis afim de explorar suas potencialidades como parte de uma estratégia de segurança energética de forte repercussão ambiental.

Assim, este estudo comparado entre Brasil e China almeja somar elementos a uma melhor compreensão sobre de que forma os países emergentes têm utilizado de uma política de segurança energética composta em parte relevante por energias provenientes de fontes renováveis, promovendo o desenvolvimento econômico, em tempos em que fiar a segurança energética em fontes tradicionais como o petróleo – que tem inclusive apresentado preços crescentes –, mostra-se cada vez mais delicado, devido não apenas às razões políticas de costume, mas também a questões ambientais.

2 ENERGIA E ESCASSEZ: UMA REALIDADE EM PROCESSO DE MUDANÇA

2.1 A tomada de consciência da crise ambiental

A partir da segunda metade do século XX, desenvolveu-se uma consciência aprimorada sobre a finitude dos recursos do planeta Terra. Consolidou-se na agenda internacional, a ideia de que os seres humanos e seu modo de vida deixam rastros ou pegadas na Terra (WACKERNAGEL & REES, 1996) – que nem sempre a biocapacidade é capaz de absorver, como no caso das agressões dadas pelo alto consumo de energia fóssil.

Parte da explicação desse processo, tem a ver – como voltaremos a tratar mais adiante – com a forma como o homem gradualmente se separou da natureza no âmbito das ideias e, conseqüentemente, na prática. Esse processo resultou na desvalorização da natureza (MOORE, 2016), concebida como espécie de despensa, de onde retiramos tudo aquilo que necessitamos, mas também como nosso depósito de lixo, onde descartamos todos os nossos resíduos sem mais (BUARQUE In. SACHS, 2002).

Uma das explicações pertinentes para isso, está no fato do capitalismo, primoroso em gerar riqueza e desigualdades, demonstrar imensa resistência e dificuldade em precificar – como costumeiramente o faz –, e em internalizar os custos da natureza. A racionalidade hegemônica das chamadas falhas de mercado, conduziu a um grande período de “natureza barata”, tanto como insumo quanto como ambiente de descarte, período esse que dá mostras cada vez mais abundantes e evidentes de esgotamento (MOORE, idem).

Teoricamente, um dos marcos ou importantes pontos de virada dessa concepção foi a publicação de *A vingança de Gaia* (LOVELOCK, 2006). No livro, o contraditório cientista britânico James Lovelock, logrou promover uma visão sistêmica que tenta nos reconectar à natureza. Gaia, a Terra em sentido metafórico utilizado pelo autor, é um sistema autorregulado de componentes físicos, químicos, biológicos e humanos, cujas interações e retornos são complexos.

Dessa maneira, o autor argumenta que após inúmeras agressões, Gaia deve comportar-se reativamente e, no limite, promoveria transformações que levariam a extinção do mal que a assola: a humanidade. A bem da verdade, Lovelock foi bastante

alarmista em seu tempo, em todo caso é um dos que contribuíram de modo decisivo para a tomada de uma nova consciência coletiva que, esperamos, se consolide quando ainda for possível reverter o quadro dramático que vivemos.

No mesmo período, a publicação de *Os limites do Crescimento* (1972)² causou celeuma! O relatório tornou-se um sucesso, alarmando a humanidade quanto às ameaças a seu desenvolvimento futuro, considerando aspectos como poluição, saúde, saneamento etc. De modo sucinto, o relatório argumenta sobre a incapacidade de suporte da Terra em dar conta da crescente população, que demanda cada vez mais recursos naturais e energéticos, aumentando a degradação do meio ambiente.

Anos depois, apesar de algumas previsões soarem demasiado alarmantes à época, em geral os problemas apontados se agravaram, a população mundial sequer estagnou e seu controle é tratado como tabu pela maior pelas principais correntes de pensamento, mantendo vivo o argumento geral do relatório de que o planeta não tem como suportar a pressão crescente sobre seus recursos, de uma população mundial que deve atingir quase 10 bilhões de seres humanos em 2050, demandando uma vida digna baseada nas conquistas – inclusive materiais – consideradas modernas para o bem-estar e padrões de consumo que teimam em não se racionalizar.

Assim, estão postos o agravamento de antigos problemas e o surgimento de outros novos. A fome, a redução das desigualdades sociais, a manutenção dos estoques de água potável, a vida nas megalópoles, a produção de energia limpa e renovável, a promoção de eficiência energética e o controle do avanço do aquecimento global, se misturam e concorrem enquanto problemas.

Já há alguns anos, diversos estudos, inclusive os do biólogo Eugene F. Stoermer e do químico Paul Crutzen, descrevem com detalhes cada vez mais ricos, o período em que a ação humana passa a ter impacto decisivo no clima da Terra, por meio de seus ecossistemas. Stoermer e Crutzen, chamaram este novo tempo, no qual os humanos passam demonstrar sua ampla capacidade destrutiva levando ao aumento do clima no planeta como antropoceno, conceito que se popularizou bastante com o passar dos anos.

² Vale lembrar, que alguns autores consideram a publicação de *Primavera Silenciosa* (1962), de autoria de Rachel Carson, como o pioneiro nas discussões internacionais sobre o meio ambiente.

Apesar de não haver consenso na literatura sobre a demarcação de seu início, Crutzen (STEFFEN ET AL., 2007) estabelecem esse início por volta do fim do século XVIII, quando a Primeira Revolução Industrial promove um impacto sem precedentes ao planeta Terra. Em suma, o que se passa a considerar é a ação humana compreendida como força geológica, rivalizando com as forças regulares da natureza, o que leva a uma grande incerteza quanto à manutenção da vida humana na Terra.

Contribuindo para esse cenário ameaçador, desde a era industrial, os combustíveis fósseis elevaram o consumo energético em níveis de quatro a cinco vezes maiores que os das sociedades agrárias (STEFFEN ET AL. idem). A transição para uma sociedade intensiva no uso de energia fóssil, possibilitou um aumento populacional global antes inconcebível e a um modo de vida mais confortável se considerado desde uma perspectiva histórica. A partir dela, seria possível estocar, transferir e utilizar energia, sobretudo carvão, petróleo e gás, tecnologias mais flexíveis que opções como a tração animal, ou aquelas baseadas em água e vento, então muito mais dependentes de contextos locais e sujeitas à sazonalidade.

Essas inovações, promoveram um rápido crescimento populacional e econômico por todo o globo. Steffen et al. (ibidem), afirmam que entre 1800 e 2000 a população cresceu mais de seis vezes, a economia global mais de cinquenta vezes e o uso de energia mais de quarenta vezes. Transformações dessa magnitude, trouxeram consigo problemas de grandeza similar, e em vários casos irreversíveis, como: a extinção de um grande número de espécies, o desmatamento e processos de desertificação³ e savanização⁴, aumento da temperatura da terra e dos oceanos dentre outros efeitos perversos. Maior parte desse impacto deve-se à queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás e ao manejo de animais e solo que têm como fim a alimentação humana.

Steffen et al. (ibidem), dividem o chamado antropoceno em estágios. Após o estágio 1 do antropoceno (1800-1945), viria segundo os autores aquilo que chamam de “grande aceleração” ou estágio 2 do antropoceno (1945-2015), quando o petróleo se torna o combustível da economia mundial, o número de veículos a motor cresce

³ O termo desertificação refere-se a um conjunto de fenômenos capaz de tornar áreas determinadas em desertos ou a condição semelhante, ameaçando a biosfera em seu conjunto. como resultado de mudanças climáticas determinadas naturais ou por pressão de ações antrópicas.

⁴ Savanização é o processo de transformação do clima úmido e quente para a condição de seco e quente, fazendo com que áreas de floresta tropical transformem-se em territórios que se assemelham a uma savana africana. O processo tem causas diversas, que vão desde o desmatamento e incêndios até o aquecimento global.

absurdamente, ocorre grande industrialização e a radicalização da globalização e de padrões de consumo considerados modernos. Então, a queima de combustíveis fósseis aumenta dramaticamente, com efeitos que ultrapassam limites locais e regionais, impactando de modo sistêmico a civilização através de um fenômeno hoje resultado comprovado da ação humana: o aquecimento global. Nesse período, a evolução da concentração de CO₂ na atmosfera é rápida, intensa e notória, conforme Tabela 1, abaixo:

Tabela 1 - Concentração de CO₂ na atmosfera

Anos/Período	Concentração de CO ₂ na atmosfera (ppmv) ¹
250.000-12.000 anos antes do presente ² :	
Varição durante períodos interglaciais:	262 - 287
Mínimo durante os períodos glaciais:	182
12.000-2.000 anos antes do presente :	260-285
Holoceno (atual interglacial)	
1000	279
1500	282
1600	276
1700	277
1750	277
1775	279
1800 (Inicia o estágio I do Antropoceno)	283
1825	284
1850	285
1875	289
1900	296
1925	305
1950 (Inicia o estágio II do Antropoceno)	311
1975	331
2000	369
2005	379

¹ Os dados de concentração de CO₂ foram obtidos em: (a) <http://cdiac.ornl.gov/trends/trends.htm> para o período de 250.000-12.000 anos e para o período de 1000 aD-2005. Mais especificamente, os dados foram obtidos a partir de (34; 250 000-12 000 AP), (35; 1000-1950 dC) e (36; 1975-2000 dC). (b) As concentrações de CO₂ para o período de 12 000-2000 AP (o Holoceno) foram obtidas a partir de (37). ²O período de 250.000 a 12.000 anos AP abrange dois períodos interglaciais anteriores ao atual período interglacial (o Holoceno) e dois períodos glaciais. Os valores listados na tabela são o registro máximo e mínimo de concentração de CO₂ durante os dois períodos interglaciais e a concentração mínima de CO₂ registrada nos dois períodos glaciais. De acordo com evidências de mtDNA, a primeira aparição de seres humanos totalmente modernos foi de aproximadamente 250.000 anos AP.

FONTE: Steffen et al. (2007). Elaboração própria.

O estágio 3 do antropoceno tem início a partir de 2015 quando já somos cômicos do nosso dano ao Planeta Terra, trazendo o desafio de promovermos a

sustentabilidade uma vez que os efeitos a ação humana na terra já são consideravelmente diagnosticados, bem como a consciência de problemas como o aquecimento global se estabeleceu, tornando os homens um ator consciente. Não obstante sua relevância, como veremos adiante inclusive em atenção aos seus críticos, a noção de antropoceno, apesar do mérito de considerar o homem como ator geológico, peca ao reificar a separação entre homem e natureza, bem como ignorar importantes fatores históricos e sociais.

2.2 Nosso planeta e seus limites

Atentos em precisar melhor os limites de dano aos sistemas essenciais de suporte à vida no planeta terra, e o quanto a ação humana já os comprometeu, um grupo de pesquisadores do *Stockholm Resilience Centre*, liderados por Johan Rockstrom (ROCKSTROM ET AL., 2009) estabeleceram o que chamam de fronteiras planetárias, no sentido de definir o espaço seguro para que a humanidade se desenvolva de maneira sustentável.

A ideia de fronteiras planetárias está intimamente ligada ao conceito de resiliência, que é definido como a capacidade de um sistema absorver processos de mudança, recuperando-se e prosseguindo seu desenvolvimento. Relativamente à questão ambiental, considera-se a resiliência do sistema socioecológico, ou seja, busca-se compreender de modo integrado as conexões entre economia, sociedade e o planeta. Desse modo, o conceito é fundamental para se pensar a sustentabilidade, considerando esta como um modo de garantir a resiliência do sistema socioecológico a longo prazo.

Essa zona de segurança, é composta de nove dimensões e fronteiras, para a manutenção intergeracional da vida humana na Terra, são elas:

1. Mudanças climáticas: ligada ao comprometimento da capacidade de filtro da radiação ultravioleta;
2. Perda da integridade da biosfera;
3. Destruição do ozônio estratosférico;

4. Acidificação dos oceanos, problema que ocorre uma vez que grandes quantidades de CO₂ são absorvidas pelos oceanos, aumentando sua acidez e prejudicando a vida marinha;

5. Fluxos biogeoquímicos (ciclos do fósforo e do nitrogênio), causados em grande medida pelo uso intensivo de fertilizantes nitrogenados, que acabam sendo jogados nas águas, comprometendo seus ecossistemas;

6. Mudança do sistema terrestre (por exemplo, o desmatamento);

7. Utilização da água doce, dado que a oferta de água potável no mundo é bastante limitada e, no entanto, este recurso continua a ser desperdiçado e poluído, isso considerando o fato de que a parcela majoritária do mundo despeja esgoto na natureza sem o devido tratamento, de modo que mesmo grandes cidades globo já sofrem com problemas de abastecimento;

8. Carga atmosférica de aerossóis (partículas microscópicas na atmosfera que afetam o clima e os organismos vivos), e;

9. Introdução de novas entidades (por exemplo, poluentes orgânicos, materiais radioativos, nanomateriais e microplásticos) que comprometem a saúde humana e dos ecossistemas.

Ao ler os nomes dessas fronteiras estabelecidas por Rockstrom e sua equipe algumas delas podem parecer complexas demais e/ou distantes. Mas, se tomarmos para aproximação o problema plástico que jogamos na natureza, hoje estima-se que 13 milhões de toneladas de plástico são jogados nos oceanos a cada ano. Isso, tem óbvio efeito poluidor, para as águas e para a vida marinha em geral, sendo comum imagens de animais mortos por asfixia e danos decorrentes da ingestão de plástico.

Quanto aos microplásticos – partículas plásticas menores do que cinco milímetros –, o sal de origem marinha já aparece em grande parte das prateleiras dos mercados pelo mundo, contaminado com quantidades significativas, com efeitos potencialmente danosos aos homens e outros seres, ainda que não densamente conhecidos. Hoje, já existe mais plástico que algas marinhas e plânctons nos oceanos e, estima-se que se medidas de monta não forem tomadas, deveremos encontrar mais quilos de plástico que de peixes em duas ou três décadas. Chegamos a um ponto, em que a “poeira que jogamos em baixo do tapete” passou a ser tanta que não há mais como ocultar.

Das nove fronteiras estabelecidas por Rockstrom e equipe, estima-se que hoje quatro delas já foram ultrapassadas como resultado da ação humana. Duas delas

consideradas muito essenciais, as mudanças climáticas e a perda de integridade da biosfera, além da mudança do sistema terrestre e fluxos bioquímicos. Boa parte do dano que impomos ao planeta e nos faz ultrapassar essas fronteiras de segurança, decorre do uso intensivo de combustíveis fósseis e de atividades relacionadas à alimentação humana como a agricultura industrial e a pecuária. Assim, é cada vez mais assimilada a questão da finitude dos recursos naturais e a necessidade de mudança, sobretudo desse fatores chave, sob risco de colapso da civilização.

2.3A mudança climática e a agenda internacional

Os geólogos têm observado que o clima da terra está mudando, tornando-se mais quente. Mais que isso: esta mudança se deve à ação humana, capaz de desmatar florestas, desenvolver uma agricultura em escala predatória e intensiva em agrotóxicos, e especialmente a partir da queima de combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão, que liberam gases nocivos que provocam o aquecimento da atmosfera. Como resultado, o clima no planeta torna-se estranho e mais imprevisível que de costume. Esse processo tem sua história longa, mas aqui a resumimos nos limitando a situar o leitor quanto à entrada da questão na agenda política internacional.

Na segunda metade do século XX, num contexto de ampla contestação da noção de crescimento econômico entre intelectuais e na opinião pública, ocorre a publicação de “Os limites do crescimento” (MEADOWS et al, 1972) pelo chamado Clube de Roma, que alertava para os problemas associados ao crescimento econômico e, a partir de modelos matemáticos, concluía que o planeta Terra não seria capaz de suportar a crescente pressão sobre os recursos naturais e o aumento da poluição, baseados na ação de uma população mundial crescente.

O Clube de Roma foi uma iniciativa do empresário e economista italiano Aurélio Peccei em conjunto com o cientista escocês Alexander King. Peccei, persuadiu a Fundação Agnelli a financiar um grande debate entre especialistas de diversas áreas e nacionalidades nos dias 7 e 8 de abril de 1968, em Roma, com o intuito de discutir suas ideias sobre a globalidade dos problemas enfrentados pela humanidade e da necessidade de atuar a nível global.

Concomitantemente, um estudo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), sob liderança de Jay Forrester considerava as implicações de fatores como o crescimento econômico contínuo, o aumento da população, a depleção de recursos

não renováveis e a poluição. Forrester, ofertou ao Clube de Roma adaptar seu modelo dinâmico para lidar com problemas globais. Feito o acordo, incumbiu parte de sua equipe, Donella Meadows, Denis Meadows, Jørgen Randers e William Behrens III, a adaptar o modelo, que previa, em condições constantes, um colapso da civilização em cem anos. Esse esforço, resultou na publicação do “Relatório Meadows”, que viria a se tornar a publicação sobre meio ambiente mais vendida da história.

Na agenda política internacional, o marco de entrada da questão ambiental na agenda política foi a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, também chamada de “Conferência de Estocolmo”, em junho de 1972, fruto do esforço conjunto de estados, comunidade científica e da própria ONU.

Como questões, emergiram segundo Le Preste (2000): a tomada de consciência da questão, a partir da associação de desastres ambientais à ação humana; as mudanças climáticas; a questão da água potável; o crescimento de economias e cidades sem planejamento devido, e; problemas ambientais como chuvas-ácidas e poluição.

Dessas discussões, originou-se um documento com 26 princípios no qual se destaca que Estados e organizações internacionais têm por responsabilidade proteger o meio ambiente (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, 1972). No mesmo ano, as Nações Unidas lançaram o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com o objetivo de auxiliar a elaboração e implementação de boas práticas ambientais, traduzidas nos estados em políticas públicas. Esse processo de politização da questão ambiental sob os auspícios de um organismo político global, fortaleceu definitivamente os movimentos ambientalistas e suas demandas.

Com o objetivo de equilibrar as dimensões de desenvolvimento e proteção ambiental, as Nações Unidas apresentaram em 1974, após a Conferência de Estocolmo (1972), o conceito de ecodesenvolvimento, atribuído a Maurice Strong. O conceito, tentava harmonizar objetivos econômicos e uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio ambiente. Estava dado um passo importante no sentido de qualificar o conceito de desenvolvimento.

Em 1979, em Genebra, ocorreu a primeira Conferência Climática Mundial, promovida pela Organização Meteorológica Mundial (em inglês, WMO) das Nações Unidas, que se tornou a primeira grande conferência a tratar da questão da mudança climática. Como resultado, os países participantes concluíram que a queima de

combustíveis fósseis, as mudanças no uso do solo e o desmatamento haviam aumentado a concentração de CO₂ na atmosfera em 15% durante os cem anos que precederam a conferência (BRAZ, 2003, p. 140).

Nos anos 1980, a Onu compôs sua Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD), cuja chefia ficou a cargo de Gro Harlem Brundtland, médica e política norueguesa que entre 1983-87 estabeleceu e presidiu a CMMAD, dedicando esforços no estudo da relação entre o progresso, meio ambiente e a mudança climática.

Fruto dessa empreitada, o relatório “Nosso Futuro Comum” (CMMAD, 1988) é um dos marcos da crítica ao modelo de desenvolvimento adotado por países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, baseado na ideia força de que o desenvolvimento baseado na depleção de recursos naturais, portanto, sem capacidade de suporte dos ecossistemas ameaçava o futuro humano no planeta.

O documento foi considerado bastante inovador e cunhou no discurso público o conceito de desenvolvimento sustentável – o qual discutiremos mais adiante. O cerne da sustentabilidade é a perspectiva que preza pelos sistemas naturais que permitem a vida no planeta ao mesmo tempo em que observa uma ideia de certa harmonização intergeracional, ou seja: de realização do potencial e da satisfação humana no presente, sem comprometer as aspirações das populações no futuro. Em resumo, trata-se de suprir as necessidades atuais, sem com isso comprometer as futuras gerações.

O relatório ainda trazia dados sobre os danos à camada de ozônio e o aquecimento global, além já considerar a mudança do padrão energético como fundamental, destacando pontos como: a urgente necessidade de um novo padrão energético, sustentável e seguro capaz de viabilizar o progresso; ganhos em eficiência energética; os riscos atrelados a alternativa nuclear; ressaltando a necessidade de cooperação e que as mudanças necessárias à um novo padrão energético global teria que necessariamente contar, não apenas com o mercado mas também com os governos dado que vários ao redor do mundo têm papel decisivo na produção e também no consumo energético.

Posteriormente, com o objetivo de integrar e consolidar o conhecimento de pesquisas independentes em torno do tema da mudança climática foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), em 1988. O *First Assessment Report*, do IPCC subsidiou a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente

e o Desenvolvimento (CNUMAD), também chamada de RIO-92 ou Cúpula da Terra que, posteriormente, resultou na aprovação do tratado mais significativo sobre o tema até hoje: a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC, ou UNFCCC).

A Convenção do Clima, passou a vigorar em 21 de março de 1994 e, hoje, conta com a participação de 196 países signatários, as partes da Convenção. A CQNUMC é um tratado ambiental internacional com o objetivo de deter o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera resultantes das ações humanas, de modo a evitar os problemas decorrentes da mudança climática. Disso deriva a ideia de “responsabilidade comum, mas diferenciada” entre as partes da Convenção, conforme suas contribuições para o problema, bem como suas capacidades de prevenção, redução e controle dos danos ao planeta.

Dentre as primeiras edições da Conferência das Partes, a mais relevante foi seguramente a de 1997 (COP-3), na cidade japonesa de Quioto, que atualizou a Convenção do Clima através do Protocolo de Quioto, hoje ratificado por 192 países. Este tratado complementar estipulou metas rígidas, sobretudo para os países desenvolvidos, além de um calendário para que os países reduzissem a emissão de gases do efeito estufa em, no mínimo, 5,2% em comparação aos níveis de 1990, entre 2008 e 2012, prazo posteriormente estendido para 2020, com base no acordado na COP-18 (2012). A seguir, recapitulamos todas as edições da Conferência das Partes, destacando as discussões essenciais.

Tabela 2 – Conferência das Partes (COP 1-10) 1995-2004

COP	Ano	Local	Destaques
1	1995	Berlim, Alemanha	Foi firmado o Mandato de Berlim para tratar de ações mais ativas quanto ao combate do efeito estufa, com estabelecimento de metas e prazos.
2	1996	Genebra, Suíça	O Fundo Global para o Meio Ambiente tornou-se acessível para os países em desenvolvimento, os quais poderiam solicitar auxílio financeiro para abordar temas referentes à redução da emissão de gases na atmosfera.
3	1997	Quioto,	Aprovação do Protocolo de Quioto, considerado um grande marco nas discussões sobre mudanças climáticas, estabelecendo metas em prol causas climáticas para os países desenvolvidos. Vale salientar que os Estados Unidos não ratificaram o acordo.
4	1998	Buenos Aires, Argentina	Elaboração do Plano de Ação de Buenos Aires, visando explicar a importância do Protocolo de Quioto, e reforçando a perspectiva de esforço mútuo e mais ativo dos envolvidos. Foi estabelecido prazo do ano 2000 para pôr em prática as ações políticas levantadas pelo programa de metas para execução das ações do Protocolo de Quioto.
5	1999	Bonn, Alemanha	Esforços voltados para a implementação do Plano de Ação de Buenos Aires, observando a importância de capacitação de países em desenvolvimento. Bem como abordagem sobre LULUCF (<i>Land Use, Land-Use Change and Forestry</i>), constituindo-se de ações de recuperação dos danos causados pelo gás carbônico, através de medidas, como por exemplo, o reflorestamento.
6	2000	Haia, Países Baixos	Definição das regras operacionais do Protocolo de Quioto, porém com a falta de consenso entre os participantes, o encontro foi remarcado para o ano seguinte
6.2	2001	Bonn, Alemanha	Firmado o Acordo de Bonn, com concessões aos participantes em conflito na edição passada, gerando o consenso e findando a especulação de ser a última COP a ser realizada. Geração de créditos aos países do grupo Umbrella, para garantir a permanência de países no Protocolo de Quioto, no que diz respeito aos sumidouros.

7	2001	Marrakeche, Morrocos	Firmado o Acordo de Marrakeche, abordando mecanismos de flexibilização, assuntos adicionais ao protocolo e ao Comitê Executivo do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) e retorno das discussões sobre créditos ambientais.
8	2002	Nova Déli, Índia	Retorno das acometidas acerca de pontos do Acordo de Marrakeche. Com destaque para a inserção do setor privado e ONGs ao Protocolo de Quito.
9	2003	Milão, Itália	Definição de regras conjuntamente ao MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) em função de projetos de reflorestamento e florestamento, além de tratar de crédito de carbono.
10	2004	Buenos Aires, Argentina	Acepção dos Projetos Florestais de Pequena Escala (PFPE), Com a aprovação de regras e ações para o Protocolo de Quioto ficou notável mais veementemente a implementação do protocolo, o qual, de fato entrou em vigor na COP seguinte.

Fonte: Onu. Elaboração própria.

Essas edições da Conferência das Partes, serviram para avançar em torno dos objetivos colocados, sobretudo pelo protocolo de Quito, e também na busca de alternativas comuns que vão além da redução de emissões, como é o caso de medidas que de algum modo tentam recuperar alguns dos danos provocados ao planeta, como no caso de medidas de reflorestamento.

Tabela 3 - Conferência das Partes (COP 11-24) 2005-2018

COP	Ano	Local	Destaques
11	2005	Montreal, Canadá	Início das discussões sobre possíveis regimes pós-Quito (pós 2012), sendo a primeira COP após entrada em vigor do Protocolo de Quioto. Observou-se discussões acerca de emissão de gases, uso da terra, reflorestamento, florestamento e o próprio desmatamento em si, com teor científico e político.
12	2006	Nairobi, Kenya	Revisão do Protocolo de Quioto, com estabelecimento de regras para projetos de financiamento. Tentativa de acordo sobre as ações de redução para o período de 2008 a 2012, ou seja, segunda fase do Protocolo.
13	2007	Bali, Indonésia	Definição das primeiras diretrizes para o pós 2012 (fim da validade do Protocolo de Quioto), com enfoque no tema florestal, estabelecendo o ano de 2009 como prazo de apresentação da meta de redução do desmatamento e emissões para os países desenvolvidos.
14	2008	Poznan, Polônia	Buscou-se um acordo climático global, com destaque para países que assumiram postura de maior compromisso na redução da emissão de gases, tais como Brasil, China, Índia, México e África do Sul. Em contrapartida, os países desenvolvidos pouco apresentaram quanto a ações relevantes para reversão do quadro.
15	2009	Copenhague, Dinamarca	Solicitação sem sucesso de 100 bilhões de dólares americanos por ano para o "Fundo Verde para o Clima" e o "Centro e rede de Tecnologia do Clima" (CTCN)
16	2010	Cancún, México	Criação do Fundo Verde, para financiamento de ações referentes aos problemas climáticos, incentivando iniciativas dos países em desenvolvimento e Criação do Comitê Executivo de Tecnologia no âmbito de pesquisa e cooperação tecnológica com países em desenvolvimento.
17	2011	Durban, África do Sul	Definição da Plataforma de Durban, segunda fase do Protocolo de Quioto, para o tratamento da questão climática, aumentando as metas de redução de emissões.

18	2012	Doha, Catar	Prorrogação do Protocolo de Quioto como documento válido para pautar as ações de combate aos prejuízos ambientais.
19	2013	Varsóvia, Polônia	Impasse diante da responsabilização dos países por suas emissões de gases, sendo os países desenvolvidos apontados como grandes emissores pelos países em desenvolvimento. Ficou decidido o regime de ressarcimento por perdas e danos (<i>loss and damage</i>), onde os países com emissão reduzida ganhavam créditos como forma de compensação.
20	2014	Lima, Peru	Aprovação do Lima para Ação Climática, conjunto de medidas para minimizar o efeito estufa, focado em vias de diminuição da temperatura global e redução de suas consequências negativas.
21	2015	Paris, França	Firmou-se o Acordo de Paris, o mais importante desde o Protocolo de Quioto, com o objetivo de diminuir a temperatura global através de estratégias conjuntas dos atores participantes de forma sustentável, utilizando de tecnologias de pesquisa, adaptação dos países e financiamentos.
22	2016	Marraqueche, Morrocos	Focada nos países mais afetados pelo efeito estufa, enfatizou a necessidade de conservar e ampliar o estoque florestal, observando o Acordo de Paris que definiu metas para os países atuarem em prol da minimização da emissão de gases do efeito estufa na atmosfera.
23	2017	Bonn, Alemanha	Estabeleceu o teto 2°C máximos de aquecimento global até 2100, analisando medidas para se alcançar tal meta. Como por exemplo, políticas de transição energética.
24	2018	Katowice, Polônia	Previsão de realização entre os dias 3 e 14 de dezembro.

Fonte: Onu. Elaboração própria.

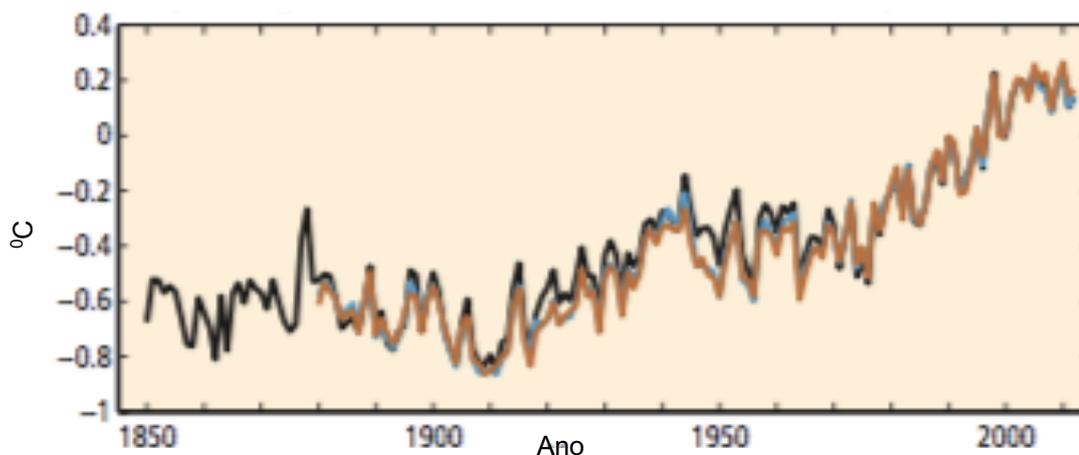
2.40 nexos causal entre a ação humana e a mudança climática

O relatório *Climate Change 2014*, editado pelo IPCC, traz uma série de dados que reforçam a associação entre as emissões antropogênicas de GEE, as maiores da história em tempos recentes, e o aquecimento global. Desde a década de 1950, observa-se o crescimento de alguns fatores inter-relacionados, como o aquecimento

da atmosfera e dos oceanos, o degelo e aumento do nível do mar, dentre outros, conforme expomos a seguir.

As temperaturas atmosférica e oceânica têm aumentado (vide gráfico 2, a seguir) seguindo a mesma trajetória ascendente. No caso dos oceanos, a alteração de sua temperatura, relacionada à própria temperatura atmosférica decorrente do efeito estufa e combinada a contaminação ambiental tem originado às chamadas zonas mortas, com escassa ou nenhuma oxigenação, essencial para manutenção dos seres vivos que ali habitam, com impactos especialmente evidentes e preocupantes para populações que dependem do mar para subsistência. Nesse sentido, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), estima que no mundo cerca de um quinto da proteína animal consumida por 3,2 bilhões de pessoas em 2015 veio do peixe.

Gráfico 2 - Anomalia global combinada nas médias da superfície terrena dos oceanos

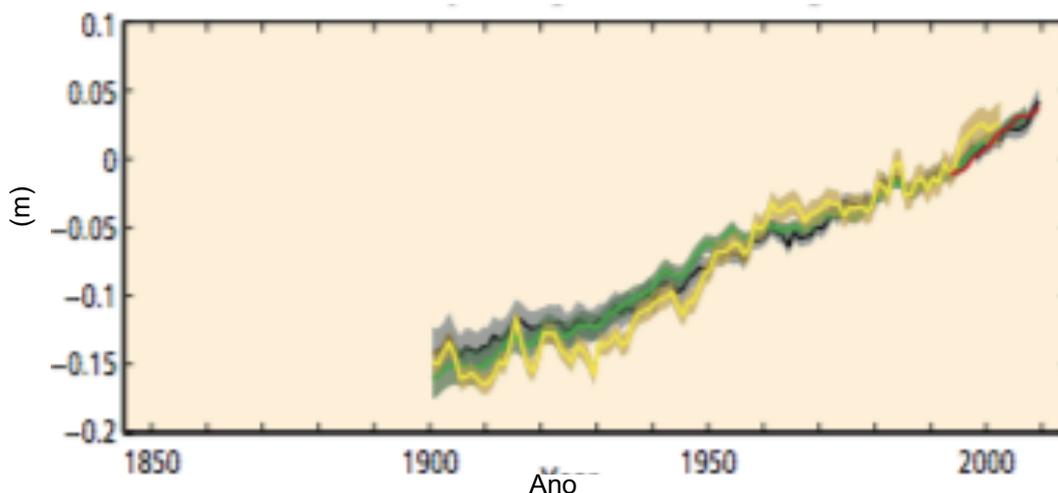


Fonte: IPCC, 2014. Tradução própria.

O gráfico acima traz as o registro das médias combinadas das anomalias nas temperaturas atmosférica e oceânica globais durante o período que vai de 1986 a 2005. As cores indicam diferentes conjuntos de dados. Obviamente, repetindo essa tendência de aumento, a alteração global média do nível do mar tem acompanhado o aumento das temperaturas em terra e mar, conforme registra o gráfico 3, a seguir, para o período de 1986 a 2005. Nesse caso, as cores também indicam diferentes conjuntos de dados que convergem para o mesmo diagnóstico, alinhando-se até

registrarem o mesmo valor em 1993, o primeiro ano de dados de altimetria por satélite, em vermelho.

Gráfico 3 - Alteração global média do nível do mar



Fonte: IPCC, 2014. Tradução própria.

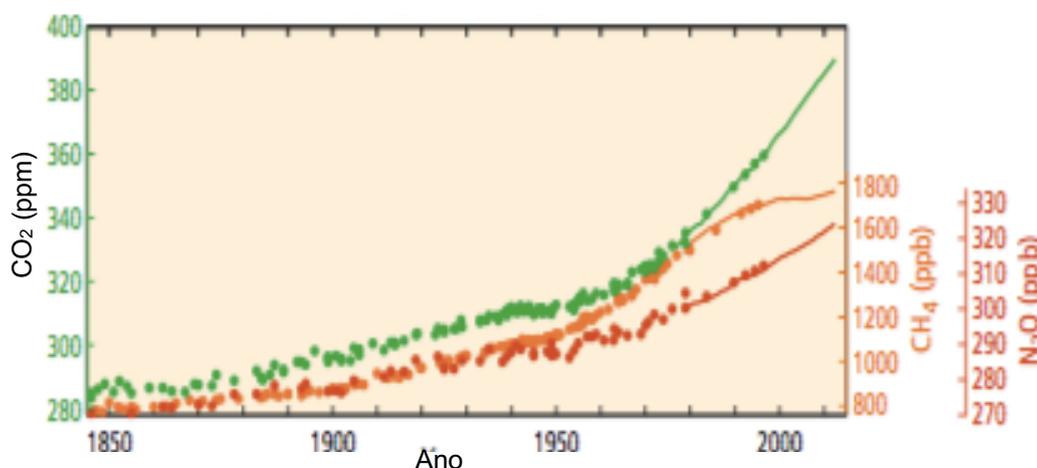
Fatores como a contaminação ambiental, o aumento do nível do mar e de sua temperatura, desencadeiam alterações de parâmetros essenciais para a vida marinha, como os índices de salinidade, a própria temperatura e os níveis do pH (potencial hidrogeniônico) que especifica a acidez ou basicidade da água. A água do mar costuma ser levemente alcalina, mas impactos ambientais como o aumento de sua temperatura, decorrente da maior concentração de CO_2 na atmosfera, e da reação da água marinha com o CO_2 , que reage formando o ácido carbônico, têm resultado na acidificação dos oceanos, que segundo estudos já estaria 26% mais ácida do que antes do início da industrialização, e pode até 2100, tornarem-se 170% mais ácidos. Fenômenos como esses, tem amplo potencial de alterar radicalmente o ecossistema marinho, reduzindo drasticamente sua biodiversidade.

A poluição e contaminação ambiental da água também impacta fortemente sobre os organismos marinhos. O plástico despejado nos oceanos em toneladas – inclusive o microplástico –, por exemplo, já prejudica fortemente esses ecossistemas. A contaminação química dos oceanos, em muitos lugares destino final do esgoto urbano, leva, por exemplo, à presença preocupante de fármacos e mesmo de drogas ilícitas como a cocaína, em suas formas metabólica – quando transformadas pelo

organismo do usuário – e pura, alterando células e DNA de animais marinhos, que em alguns casos têm como destino final a alimentação humana.

A seguir, o gráfico 4 apresenta série histórica para as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa: dióxido de carbono (CO_2 , em verde), metano (CH_4 , em laranja) e óxido nitroso (N_2O , em vermelho) determinados a partir dos dados do núcleo de gelo (pontos) e das medidas atmosféricas diretas (linhas).

Gráfico 4 - Concentração global média de gases causadores do efeito estufa

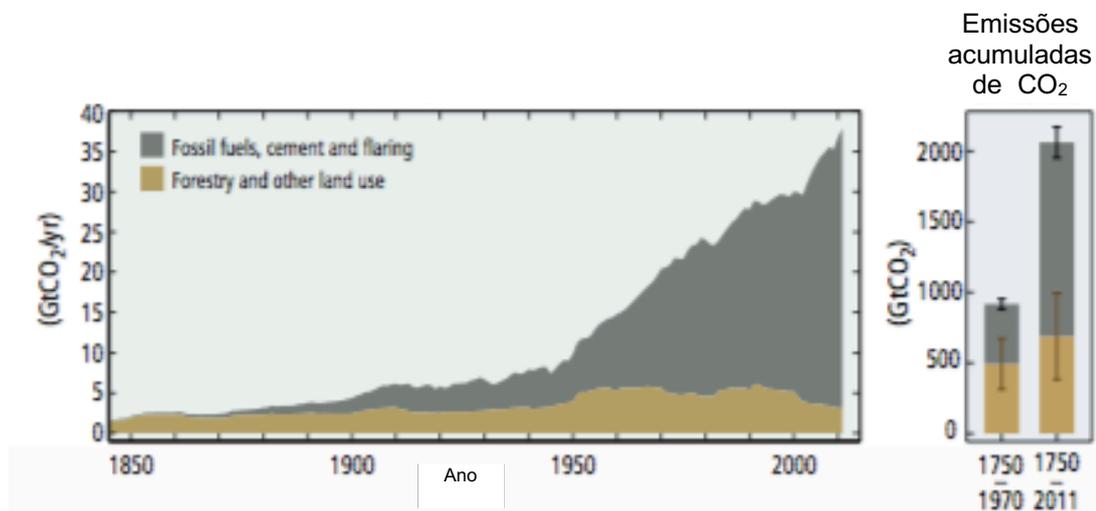


Fonte: IPCC, 2014. Tradução própria.

As emissões antropogênicas globais de CO_2 provenientes da silvicultura e outros usos da terra, bem como da queima de combustíveis fósseis, da produção de cimento e queimadas. As emissões cumulativas de CO_2 dessas fontes e suas incertezas são mostradas como barras e bigodes, respectivamente, no lado direito. Os efeitos globais da acumulação de emissões de CH_4 e N_2O são mostradas abaixo, no gráfico 5.

Gráfico 5 - Emissões antropogênicas de CO₂

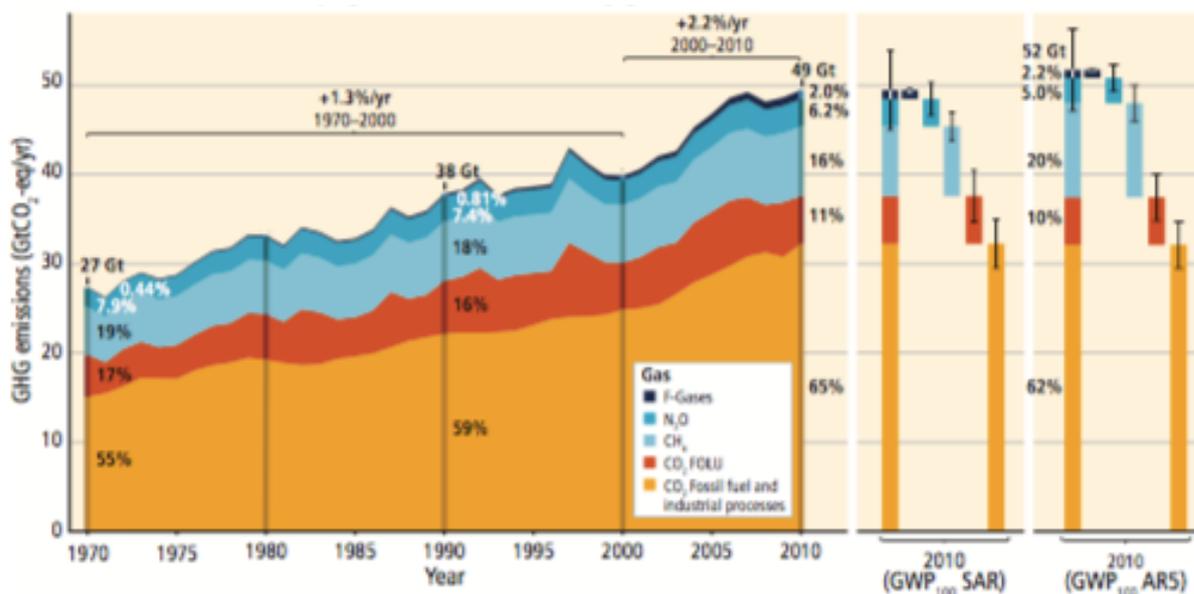
As informações quantitativas das emissões de CH₄ e N₂O na série temporal de 1850 a 1970 são limitadas



Fonte: IPCC, 2014. Tradução parcial própria.

Alguns gases afetam decisivamente a temperatura no planeta. O dióxido de carbono (CO₂), produzido principalmente a partir da queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão), resíduos sólidos, árvores e produtos de madeira. O Metano (CH₄), resultante, por exemplo, de práticas pecuárias e agrícolas e da decomposição anaeróbia de resíduos orgânicos em aterros municipais de resíduos sólidos. O óxido nitroso (N₂O), emitido na combustão de fontes fósseis e resíduos sólidos, muito comuns em atividades agrícolas e industriais. Os gases fluorados (*F-gases*). Abaixo, no gráfico 6, a evolução recente da contribuição antropogênica em gases do efeito estufa (GEE).

Gráfico 6 - Total anual da emissão antropogênica de gases GEE por tipo de gás (1970-2010)



Fonte: IPCC, 2014.

Apesar da diversidade de gases nocivos ao planeta, é evidente que o CO₂, produzido amplamente a partir da queima de combustíveis fósseis como carvão e petróleo, utilizados de modo generalizado para suprir as necessidades energéticas na indústria, nos transportes e na geração de energia elétrica, é aquele que mais estamos a lançar na atmosfera.

Conforme populações e economias crescem, as emissões desses gases as acompanham e hoje são as maiores da história! A cada novo relatório do IPCC, a confiança nessas tendências é reforçada, e hoje é possível dizer que é “extremamente provável” que mais da metade do aumento observado na média global da temperatura na superfície da terra, entre 1951 e 2010 foram causadas pelo aumento da concentração de GEE, motivadas pelo homem.

As emissões cumulativas de CO₂ determinam em grande parte o aquecimento médio global da superfície no final do século XXI e além. As projeções de emissões de gases de efeito estufa estão associadas, sobretudo, ao tamanho da população, atividade econômica, estilo de vida, uso de energia, padrões de uso da terra, tecnologia e política climática.

O mesmo IPCC também afirma que foi observada associação entre a ação humana e eventos climáticos extremos a partir 1950. O Painel destaca ser muito provável que ondas de calor ocorram mais frequentemente e durem por mais tempo, e que os eventos como precipitação extrema se tornarão mais intensos e frequentes em muitas regiões. O oceano continuará aquecido e acidificará, e o nível médio do mar médio aumentará. O IPCC também alerta que os riscos são distribuídos de forma desigual e geralmente são maiores para comunidades e pessoas desfavorecidas.

Para o IPCC, reduções substanciais de emissões nas próximas décadas podem reduzir os riscos climáticos do século XXI e de mais longo prazo, aumentando as perspectivas de adaptação efetiva, reduzindo custos e tornando mais fáceis os desafios da mitigação a longo prazo, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Para vencer o desafio, o mundo precisará – dentre outras ações e instrumentos – de instituições efetivas e governança, inovação e investimentos em tecnologias e infraestruturas ambientalmente saudáveis, meios de subsistência sustentáveis e uma sensível alteração no estilo de vida que temos adotado.

2.5 Energia: passado, presente e futuro

O século XX foi marcado pela transição energética que fez do petróleo a energia dominante, dinamizando economias em todo o globo, com grande desdobramento para o abastecimento no setor de transporte, para a indústria e ao modo de vida considerado moderno em geral. Nas palavras de André Furtado (2015, p.335):

“A maior descontinuidade energética da história da humanidade ocorreu na Revolução Industrial, quando as energias fósseis substituíram as fontes renováveis e houve uma crescente mecanização do trabalho humano. Novos minerais e materiais sintéticos foram incorporados em uma gama crescente de bens. A partir daquele momento, passou-se a usar fontes não renováveis no lugar de renováveis e ampliou-se enormemente o consumo energético per capita, que passou a ser compreendido, então, como sinônimo de desenvolvimento”.

Fundamental, esse processo consolidou os combustíveis fósseis como a base do desenvolvimento desde a Revolução Industrial do Século XVIII.

Com maior vigor apenas a partir dos anos 1970, a busca e desenvolvimento de energias alternativas teve um *boom*, motivada pelas crises do petróleo. Em realidade, o petróleo sempre foi uma fonte de energia considerada vulnerável, conforme veremos

mais adiante. A título de exemplo, segundo dados de 2016 (BP, 2016) quase metade das reservas provadas de petróleo estão no Oriente Médio, que recentemente vive grande instabilidade, notadamente em países chave como Iraque, Síria e Iémen.

Além disso, as rotas de abastecimento de petróleo e gás também são sensíveis a problemas de ordem semelhante. O que equivale a dizer que a mudança rumo à inovação e consumo de energias renováveis tem um fundamento, em grande medida, político, derivado do chamado xadrez energético global.

Outra importante ameaça ao abastecimento em petróleo, foi sugerida nos anos 1980, quando o mundo começou a usar mais petróleo do que descobria, o que despertou preocupações sobre o chamado pico petróleo (YERGIN, 2014), ou seja: uma crise de abastecimento dada pelo desnível entre o volume da sua produção e o das reservas recém-descobertas e passíveis de serem exploradas num futuro relativamente próximo, o que poderia levar a altas significativas do preço do óleo e, conseqüentemente, a um caos global.

O fato é que, posteriormente, grandes descobertas de novas reservas de petróleo *offshore* (caso do pré-sal brasileiro), além do progresso técnico que motivou o *shale boom* (fenômeno da exploração de petróleo e gás a partir do xisto) nos Estados Unidos, ou a exploração de petróleo de baixa qualidade (arenoso) no Canadá, fizeram os preços dos combustíveis fósseis baixarem e trouxeram tranquilidade ao mercado.

Isto dito, considerando que a busca de alternativas ao petróleo sempre contou com grande estímulo das altas no preço do próprio óleo, e considerando o potencial poluidor e, como hoje é sabido, de emissões a partir da queima de hidrocarbonetos, tendemos a concordar com Sachs (2007), quem ao citar Henri Prévot nos provoca, colocando que o maior risco a humanidade não consiste na falta de energia fóssil, mas na sua sobreabundância. Para o autor, a economia baseada em hidrocarbonetos tem semelhanças com a economia da droga: “uma abundância que arruína a saúde e conduz à morte na falta da vontade de se privar deste produto perigoso” (PRÉVOT, 2007, p.8).

Com a consolidação da agenda de contenção de emissões de carbono afim de evitar a mudança climática, mesmo a alternativa nuclear foi sugerida por cientistas importantes para o pensamento ambiental como (LOVELOCK, 2006). No entanto, especialistas como Benjamin K. Sovacool (2008a, 2008b, 2008c, 2010/ Sovacool & Cooper (2008)) corroboram a hipótese de que há tecnologias em eletricidade

renovável mais viáveis, capazes de minimizar os riscos de problemas de abastecimento e de reduzir o dano ambiental.

Para Sovacool (2010), os reatores nucleares modernos são caros, propensos a acidentes, suscetíveis falhas de abastecimento de urânio enriquecido, além de poluir vastas quantidades de água durante o ciclo termoelétrico, sem contar nas emissões de GEE e o problema da alocação dos resíduos nucleares para a terra e o meio ambiente. Há ainda o argumento relacionado à segurança (YERGIN, 2006), seja em decorrência de atos deliberados, como ataques terroristas e desvio de combustível para a fabricação de armas nucleares, seja em consequência de desastres naturais, como recentemente em Fukushima Daiichi, no Japão.

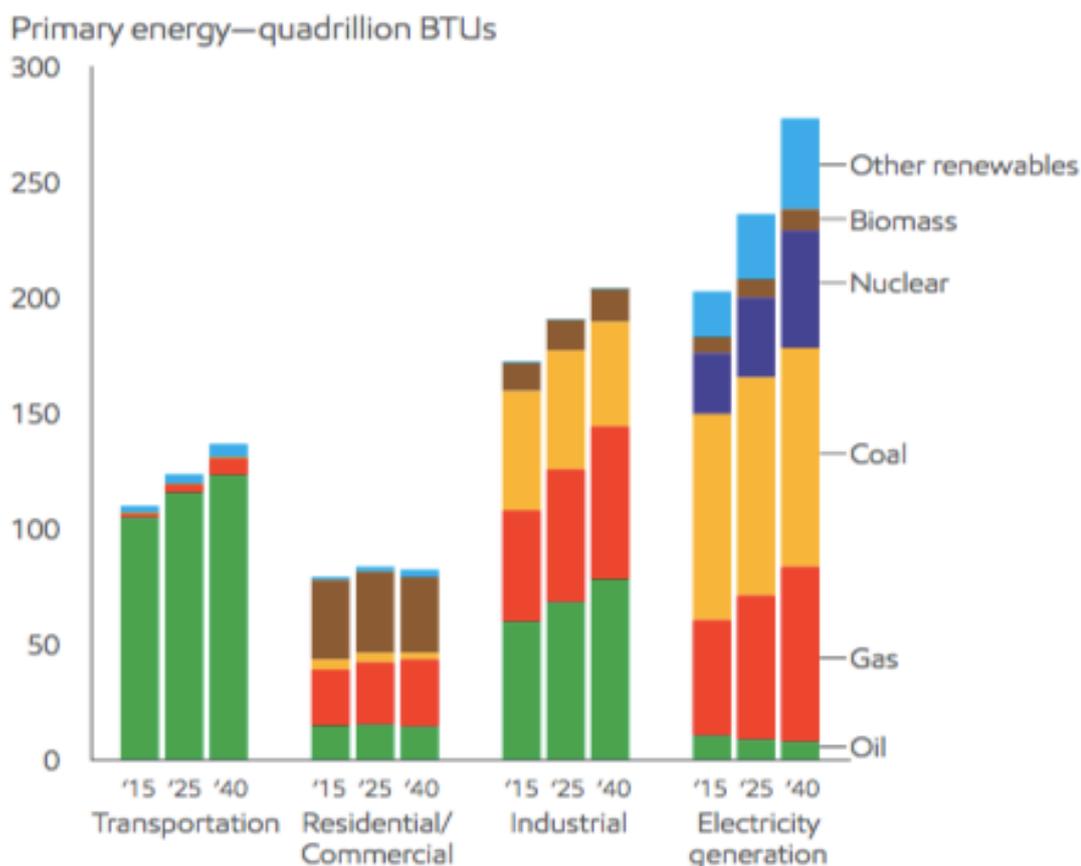
Eventos como o de Fukushima, atacaram a credibilidade da “solução nuclear”. Nesse sentido, Gabriel Weber (2012, p.62), detalha o que chama de a epidemia do *German Angst* (medo alemão), a partir do referido acidente, que acelerou as políticas rumo de transição energética (ou; *Energiewende*) na Alemanha, levando à gradual redução da energia nuclear naquele país, e a ambiciosas ações de redução de gases do efeito estufa e o desenvolvimento de energias renováveis.

Mesmo Assim, Veiga (2011), defende que a energia nuclear continuará a ter papel relevante, sobretudo em países como os Estados Unidos, e em países emergentes como China, Rússia e Índia, em consequência da vulnerabilidade energética e prevê um renascimento dessa indústria.

Sobre o futuro, os prognósticos disponíveis apontam o crescimento da participação dos renováveis na energia mundial, mas as mudanças não chegam a ser radicais. Baseado em dados da ExxonMobil (2017), podemos afirmar que a tecnologia tem contribuído para se fazer mais com menos recursos. Com isso a intensidade energética (a quantidade de energia utilizada por unidade de PIB) vem diminuindo globalmente em 1% desde 1970. Projeta-se, ainda, que a intensidade energética caia 2% ao ano entre 2015 e 2040.

Apesar das mudanças na demanda energética, o petróleo continuará a ser a principal fonte de energia do mundo, pelo menos, até 2040, reunindo cerca de um terço da demanda, conforme gráfico 7 a seguir:

Gráfico 7 - Demanda energética futura, por setor

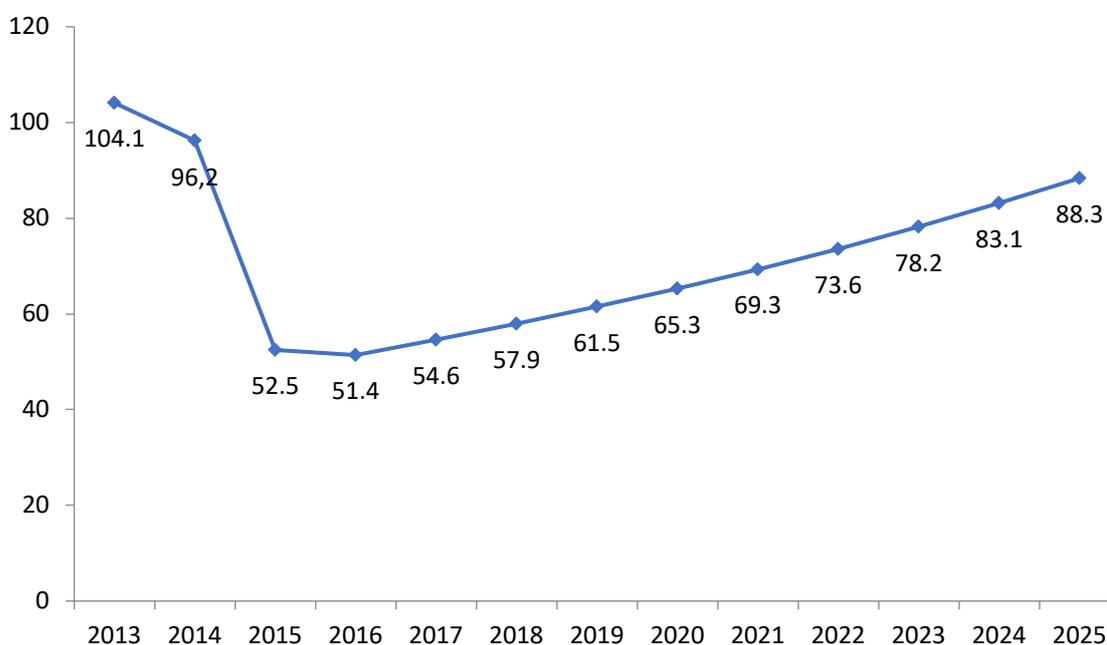


Fonte: ExxonMobil (2017). Reprodução.

No transporte e indústria, o petróleo ainda deve ter papel preponderante. Já na geração de eletricidade, aumenta grandemente a demanda por renováveis, através de diversos tipos de geração, há um notório processo de gaseificação (aumento da participação do gás natural), bem como um salto da energia nuclear, em detrimento do consumo de petróleo, e também de carvão que tende a se estabilizar e começar a cair.

O consumo do carvão, apesar de esperar-se estagnar em 2025, mesmo contribuindo com menos de 30% na eletricidade mundial em 2040, ainda será muito relevante em termos de emissões de CO₂. Já a demanda por petróleo deve crescer afim de suprir as necessidades em químicos e transportes, e inclusive seu preço também deverá subir, conforme indicam uma série de projeções, inclusive a da própria OPEP, reproduzida abaixo no gráfico 8.

Gráfico 8 - Evolução do preço nominal do petróleo bruto em US\$ /barril



Fonte: OPEP. Elaboração própria. *Números projetados a partir de 2017.

Outra tendência, é que a energia elétrica passe a ser estocada em baterias de nova geração. Hoje, a empresa norte americana Tesla já comercializa suas *powerwall*, capazes de garantir abastecimento a uma residência por dias, além de novas soluções para o sistema de transportes movidos a motores elétricos. Escolhemos iniciar dessa maneira, com o intuito de situar o leitor comum, uma vez que alguns dos resultados da pesquisa que originou este trabalho, convergem para essas tendências gerais.

2.6 Energia e emissões: Brasil e China

A descarbonização das economias do globo é chave para deter a mudança climática. Nesse sentido, apesar de inicialmente não serem tão responsabilizados como os países desenvolvidos no regime internacional, quanto mais os países emergentes cumprem a promessa de crescimento econômico, mais países como Brasil, Rússia, Índia e China precisam agir para deter suas emissões, considerando alguns fatores observados nesses países, como a própria atividade econômica, o crescimento populacional, mudanças no estilo de vida e de consumo, uso de energia etc.

Em 2015, foi realizada em Paris a 21ª Conferência das Partes (COP21), com as representações de 196 nações membro da CQNUMC, que aprovaram o Acordo de Paris. O acordo, objetiva limitar o aumento da temperatura global a 2°C (graus Celsius) e, se possível, mantê-lo em 1,5°C. Para tanto, os países apresentaram suas Contribuições Pretendidas, Determinadas em Nível Nacional (em inglês, as INDCs) detalhando planos, objetivos e o nível ao qual planejavam reduzir as emissões que passaram a valer a partir do momento em que o acordo entra em vigor. O Acordo de Paris entrou em vigor em 4 de novembro de 2016.

Mas, os estudos a respeito do tema não encontram consenso sobre qual exatamente seria uma margem segura para conter os eventos desencadeados pelo aquecimento global. Para se ter ideia da gravidade do problema em tela, uma variação de 1°C, marca batida no ano de 2015, já é considerada capaz de promover grande impacto. Desse modo, a meta de limitar o aumento da temperatura abaixo dos 2°C, e preferencialmente a 1,5°C até 2100 é vista por muitos com ceticismo, pois, segundo o IPCC, para limitar em 2°C o aquecimento global, seriam necessárias reduções nas emissões em cerca de 70% até 2050, e estamos muito distantes dessa trajetória.

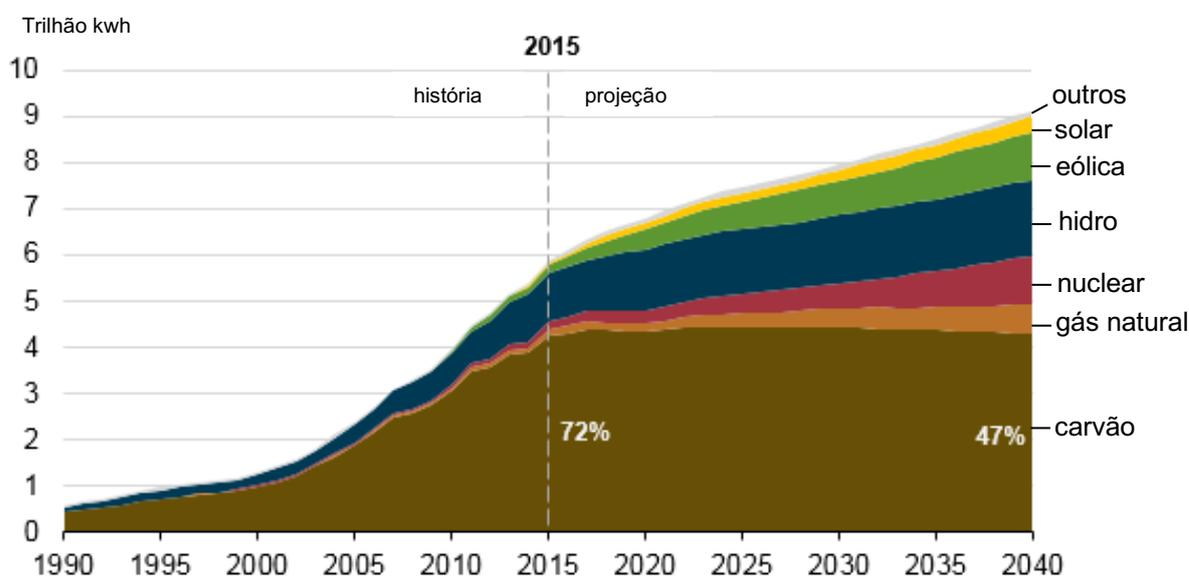
Outro problema, seria que, segundo alguns estudiosos, a sensibilidade da Terra a variações no CO₂ atmosférico aumenta conforme o aquecimento do clima. Ou seja: o fato de vivermos uma fase quente, um período interglacial, aumenta a sensibilidade climática, fazendo com que o clima fique mais sensível às emissões que noutras fases. Desse modo, estima-se que a temperatura global poderia chegar a algo em torno de 4,78°C e 7,36°C até 2100, colocando o planeta em condições climáticas extremas, inauditas há cerca de 800 mil anos, fazendo desaparecer por completo países mais vulneráveis, como pequenas ilhas, mais suscetíveis a elevação do nível dos oceanos

A própria Onu já afirmou que a soma das INDCs apresentadas por mais de 150 países sozinhas seriam capazes apenas de limitar o aquecimento a algo em torno de 2,7°C e 3,5°C. Esse quadro, aponta para saídas complexas, que envolvem desde projetos de reflorestamento em larga escala, passando pelo financiamento e transferência de tecnologias para países mais pobres, para que possam se desenvolver, reduzindo desigualdades, além de um acordo entre as grandes potências do globo, como os Estados Unidos, a China e a União Européia, que poderiam liderar a transição mundial para uma economia verde.

Algumas estimativas mostram ser possível atingirmos o patamar de emissões de 850 ppm até fins deste século, o que por sua vez implicaria 70% de chance de um aumento na temperatura global de 5°C em relação a 1850. Para se ter uma ideia da gravidade desse aumento, na última Era do gelo – ou, cerca de 10 mil anos atrás – o planeta Terra era exatamente 5°C mais frio que hoje (MATIAS, 2014, p.33). O cenário a partir disso é potencialmente catastrófico, com áreas se desertificando, outras submersas e eventos extremos acontecendo, sendo esperado, no mínimo, um grande redesenho geográfico do planeta.

Nesse sentido, os dois casos que examinaremos com mais detalhe no curso deste trabalho apresentam quadros distintos. Por um lado, a China é hoje o grande emissor de GEE mundial e tem uma matriz energética dominada pelo carvão, fonte altamente poluente, vide gráfico 9 a seguir. Por outro, apesar de à primeira vista o Brasil estar em situação de relativo conforto considerando suas emissões de GEE a partir do consumo de energia, veremos que nosso país tem sofrido recentemente um processo de carbonização da sua matriz energética. Vejamos os dados e projeções sobre a geração elétrica para China e Brasil:

Gráfico 9 - Geração de eletricidade na China (2005-2040)



Fonte: U.S. Energy Information Administration, International Energy Outlook 2017. Tradução própria.

A China é o maior consumidor mundial de carvão e maior parte da sua eletricidade, cerca de 72%, é proveniente desta fonte. Suas emissões de GEE, também estão grandemente associadas à queima de carvão. Espera-se que, até 2040, o consumo de carvão seja estabilizado (EIA, 2017), por outro lado, combustíveis

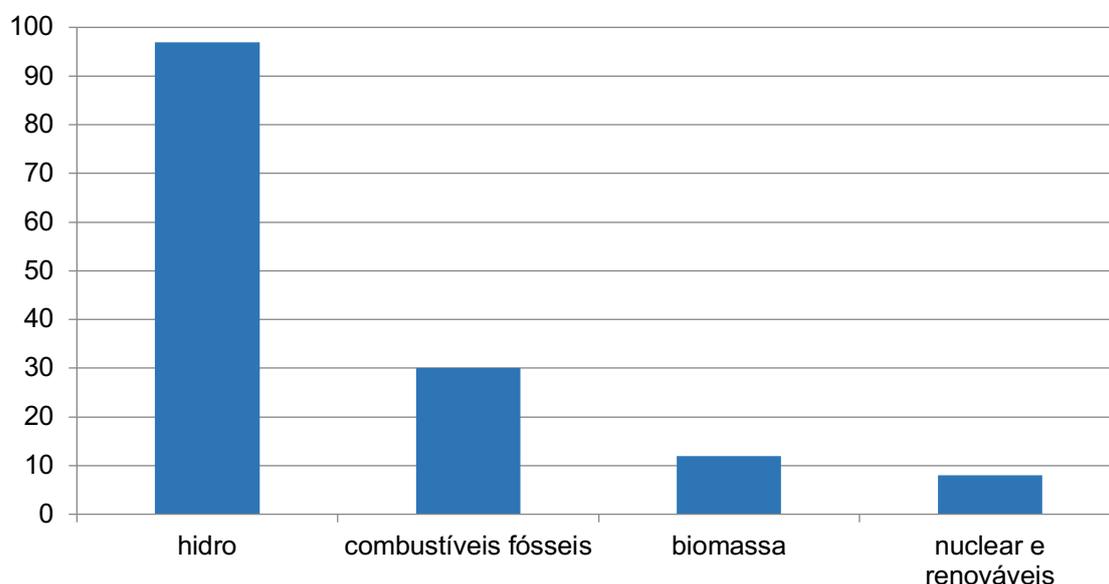
renováveis ou com menos emissões, como o gás natural e a energia nuclear, deverão avançar em participação na matriz elétrica chinesa.

O Brasil, conta com uma parcela considerável de renováveis na sua matriz energética. Em 2016, o Brasil tinha capacidade de produção instalada de 137 gigawatts (GW) e gerou 560 bilhões de kilowatts-hora de eletricidade. No período, a hidroeletricidade respondia pela maior parte da capacidade geradora do Brasil (87 GW), com o restante fornecido por fontes de combustível fóssil (30 GW), biomassa (12 GW) e pequenas quantidades de energia eólica e nuclear.

Com grande potencial hidrelétrico aproveitado, o Brasil é o segundo maior produtor de energia hidrelétrica do mundo, atrás apenas da China. A energia hidrelétrica atualmente representa mais de 70% da geração de eletricidade no país, seguida não muito de perto pelas fontes fósseis, biomassa e renováveis e nuclear, conforme gráfico 10, abaixo.

Gráfico 10 - Capacidade de geração elétrica brasileira por combustível (2016)

gigawatts



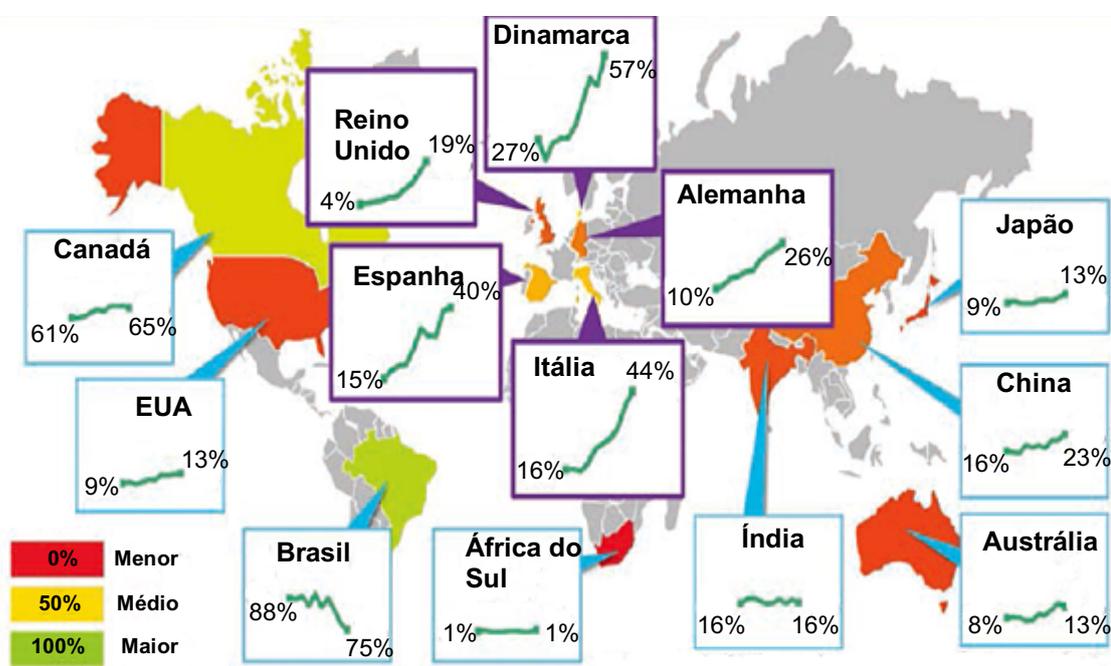
Fonte: U.S. Energy Information Administration, International Energy Outlook 2016. Elaboração própria.

Viola e Basso (2016), destacam que enquanto as emissões chinesas estão grandemente relacionadas à queima de combustíveis fósseis, sobretudo na produção de energia elétrica, no Brasil o grande vilão para o aumento de GEE é o desmatamento. De todo modo, os mesmos autores admitem que as emissões

advindas do consumo de energia, especialmente em tempos recentes em que o desmatamento diminuiu, têm representando uma parcela considerável das emissões, aumentando sua contribuição.

A questão básica que colocamos é: enquanto a China parece se esforçar rumo a um processo de transição energética como modo de descarbonizar sua economia, embora isso represente um desafio gigantesco nesse particular, o Brasil tem seguido na contramão dessa que é uma tendência mundial, conforme o gráfico 11 a seguir.

Gráfico 11 - Participação de renováveis na geração de eletricidade (2004-2014)



Fonte: Bloomberg, 2016. Tradução própria.

Segundo especialistas como Ferraz (2017), urge a necessidade de uma reforma da organização do Setor Elétrico Brasileiro (SEB), caracterizado, segundo ela, por altos preços e grandes riscos de ruptura de abastecimento. A mesma autora, destaca ainda que o sistema tem falhado em aumentar a participação das renováveis na matriz elétrica, conforme podemos verificar no gráfico 11, acima, que registra uma queda de 88% para 75% da participação dos renováveis na matriz elétrica brasileira para o período entre os anos de 2004 e 2014. Desse modo, constata-se que o Brasil tem andado na contramão da tendência mundial, carbonizando sua matriz elétrica.

Ferraz (idem) destaca ainda que algumas tendências referentes à transição energética se consolidam pelo mundo, mas o Brasil ainda não dispõe de regulação adequada para elas. Nesse sentido, merecem atenção os *prosumers* (consumidores profissionais) e sua possibilidade de geração *off-grid*, que com a utilização de tecnologias de estocagem podem vir a prescindir das distribuidoras e da rede, a necessidade de redes elétricas inteligentes capazes de lidar melhor com fontes intermitentes, descentralização dessas redes etc. O atraso do SEB em lidar com essas tendências, explica em parte o desempenho insuficiente da geração distribuída como se verá mais adiante, além de ser um modelo ineficiente na gestão dos distintos ambientes de contratação de eletricidade.

Mesmo no Brasil, de matriz elétrica relativamente limpa, o setor está longe de ser irrelevante quanto às emissões. Até por isso, dentre as metas do compromisso brasileiro com a Convenção do Clima para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, está a de reduzir as emissões do setor elétrico, por meio de um aumento da participação de energias renováveis não hídricas, como biomassa, solar e eólica para, no mínimo, 23% da matriz elétrica nacional até 2030.

Nesse sentido, um estudo recente do Instituto Escolhas (2017), constatou que zerar as emissões do setor elétrico no Brasil até 2050, levaria a uma redução nas emissões de gases de efeito estufa do setor entre 58,5 Mt CO₂e, num o cenário otimista, a 40,1 Mt CO₂e, num cenário pessimista. O mesmo estudo, esclarece ser possível substituir completamente as fontes fósseis, por outras como solar, eólica e biomassa, sem com isso comprometer a segurança energética do país.

Por sua vez, por ocasião da COP21, a China estabeleceu as seguintes metas quanto à relação energia-clima para o ano de 2030: 1. Chegar ao pico de emissões de CO₂ por volta de 2030 ou antes; 2. Uma redução das emissões de CO₂ por unidade PIB entre 60% e 65% em relação ao nível de 2005; 3. Aumentar a participação das fontes de energia não fósseis (renováveis e nuclear) no mix de energia para cerca de 20%, e; 4. Aumentar o volume de estoque florestal em cerca de 4,5 bilhões de metros cúbicos em comparação aos níveis de 2005.

Essas perspectivas e compromissos demonstram, para nós, que as fontes renováveis de energia são chave para a consecução de objetivos amplos de segurança energética, que considerem a redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente considerando a saturação da solução de grandes hidrelétricas para o Brasil, que inclusive podem ter sua produtividade prejudicada em razão de

mudanças no padrão climático. A hidroeletricidade porque sensível ao regime de chuvas que pode ser afetado pela própria mudança climática. Além de outras fontes, como a biomassa, porque que dependente não apenas de regime adequado de chuvas, mas também porque sensível à mudanças de temperatura.

3 O SURGIMENTO DE UMA AGENDA DE MUDANÇA: EM BUSCA DE UM NOVO PARADIGMA

3.1 O caminho até o desenvolvimento sustentável

Na segunda metade do século XX, num contexto de ampla contestação da noção de crescimento econômico entre intelectuais e na opinião pública, o conceito de desenvolvimento passou a ser densamente problematizado. A publicação de “Os limites do crescimento” (Meadows et al, 1972), pelo chamado clube de Roma, além de contribuições como o conceito de ecodesenvolvimento, atribuído a Maurice Strong (1974), compõem essa história do esforço de tentar harmonizar objetivos econômicos, na concepção mais *mainstream* e restrita do termo, a uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio ambiente.

A evolução do debate, rumo a qualificar o conceito de desenvolvimento, teve um novo ponto alto quando a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU apresentou o documento *Nosso Futuro Comum* (CMMAD, 1988), que cunhou o termo desenvolvimento sustentável. Com isso, consagrou-se o valor da sustentabilidade, exprimindo a possibilidade de suprir as necessidades atuais, sem com isso comprometer as futuras gerações. Em resumo, sucedeu que diversas perspectivas do desenvolvimento sustentável tentaram conciliar ao menos três dimensões básicas: bem-estar social, prosperidade econômica e proteção ambiental intergeracional.

Ignacy Sachs é um dos autores que conseguiram definir de modo mais bem-acabado o conceito, propondo uma concepção ampla de desenvolvimento sustentável, afirmando que a sustentabilidade econômica:

(...) deve ser tornada possível através da alocação e do gerenciamento mais eficiente dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados. Uma condição importante é a de ultrapassar as configurações externas negativas resultantes do ônus do serviço da dívida e da saída líquida de recursos financeiros do Sul, dos termos de troca desfavoráveis, das barreiras protecionistas ainda existentes no Norte e do acesso limitado à ciência e tecnologia. A eficiência econômica deve ser avaliada em termos macrossociais, e não apenas através do critério da rentabilidade empresarial de caráter microeconômico (SACHS, 1993 p. 37).

Essa perspectiva, é mais consciente que outras da escassez e da necessidade de pensar o desenvolvimento em termos qualitativos, posta na agenda pela

divulgação de documentos como o Relatório Meadows, que impactou de modo considerável o pensamento econômico latino americano.

Destaca-se ainda na América Latina a reflexão de Celso Furtado, especialmente em “O mito do desenvolvimento econômico” (FURTADO, 1974). Nesse livro, o economista paraibano critica as contradições da concepção de progresso linear amplamente difundida que nos levaria a um cenário de destruição, permeado por problemas ambientais, poluição e esgotamento dos recursos naturais derivados do seu próprio sucesso.

Para Furtado, o desenvolvimento econômico alcançado pelos países centrais tomaria para os países subdesenvolvidos como o Brasil a forma de mito, uma vez que não poderia ser generalizado nos mesmos moldes, dada a escassez de recursos naturais, bem como problemas estruturais relacionados às desigualdades sociais e ao consumo de poucos privilegiados disseminadas pelo próprio sistema. Desse modo, escreve:

[...] que acontecerá se o desenvolvimento econômico, para o qual estão sendo mobilizados todos os povos da terra, chegar efetivamente a concretizar-se, isto é, se as atuais formas de vida dos povos ricos chegam efetivamente a universalizar-se? A resposta a essa pergunta é clara, sem ambiguidades: se tal acontecesse, a pressão sobre os recursos não renováveis e a poluição do meio ambiente seriam de tal ordem (ou alternativamente, o custo do controle da poluição seria tão elevado) que o sistema econômico mundial entraria necessariamente em colapso (FURTADO, 1974, p. 19).

Assim, o modelo atual de desenvolvimento é um mito, pois além de não resolver problemas tradicionais como a pobreza e a desigualdade, conjuga a esses problemas mais tradicionais a destruição do meio ambiente, através da poluição e do esgotamento de recursos.

Outro expoente do pensamento da Cepal, Raúl Prebisch, publicou em 1980, no contexto da segunda crise do petróleo, o artigo “Biosfera e desenvolvimento” (PREBISH, 1980) em que alerta para as consequências do modelo econômico dominante intensivo na utilização do petróleo, destacando a irracionalidade na exploração desse recurso energético dadas suas consequências ambientais e sociais. A exemplo de Furtado, Prebisch também tece fortes críticas à sociedade de consumo e ao capitalismo imitativo.

Na mesma direção, Costa Lima & Oliveira (2014) trazem um inventário de ideias força sobre a crise do sistema capitalista de modo multidimensional, observando facetas como a política, a econômica, a social e a ambiental da questão.

A primeira que nos chama atenção vem de Karl Polanyi (2000, apud) quem critica o domínio do mecanismo liberal de mercado enquanto definidor dos destinos ambiental e humano, alertando para a falência da sociedade.

Ao citarem Adam Smith, trazem aquilo que o economista liberal concebia como sociedade civilizada, ou seja: alguns humanos que habitavam a Europa de então, restringindo os demais ao âmbito da natureza, a saber: algo a ser utilizado, explorado ou coisificado, e; só, talvez, civilizado.

Os mesmos autores, citam ainda a contribuição de Claude Lévi-Strauss (1951) no desenvolvimento do conceito de *selvagem*. Para o antropólogo, foi com base na separação entre homem e natureza, que considerava esta última como algo a ser usado - e, eventualmente, descartado -, que os europeus justificaram a violência, o extermínio e a escravidão dos ameríndios. Essa concepção julgava os *selvagens* como espécie subumana, distanciando-os e extinguindo possibilidades de empatia e compaixão, uma vez que os nativos não se comunicavam como humanos, mas se comportavam de modo animalesco, ou: *selvagem*.

Essas concepções sobre os povos americanos e a natureza, arraigadas ao pensamento ocidental, são elementos essenciais na história de dominação do continente americano, do desrespeito às populações nativas e da crise ambiental que estamos vivendo.

Assim, Naomi Klein (2014), recorda que a concepção de natureza como uma espécie de máquina inanimada, como algo que deve se curvar aos desejos dos homens é recente e tem sua origem nas ideias de Francis Bacon. A autora traz a esse respeito:

Acredita-se que o filósofo, cientista e estadista inglês convenceu as elites britânicas a abandonar, de uma vez por todas, as noções pagãs da Terra como uma figura materna e provedora, a quem devemos respeito e reverência (mais do que temê-la) e a aceitar o papel de seu mestre de masmorras. (...) Escreveu Bacon em *De Augmentis Scientiarum*, em 1623 “e você poderá, quando quiser, guiá-la e levá-la depois ao mesmo lugar novamente. Tampouco um homem deve ter o escrúpulo de entrar e penetrar nesses buracos e esquinas, quando a inquisição da verdade é seu único objetivo”.⁵

⁵ Tradução livre do autor para: *The English philosopher, scientist, and statesman is credited with convincing Britain's elites to abandon, once and for all, pagan notions of the earth as a life-giving mother figure to whom we owe respect and reverence (and more than a little fear) and accept the role as her dungeon master. (...) Bacon wrote in De Augmentis Scientiarum in 1623, “and you will be able, when you like, to lead and drive her afterwards to the same place again. . . . Neither ought a man to make scruple of entering and penetrating into these holes and corners, when the inquisition of truth is his sole object.”*

No que se refere a nossa discussão, a autora traz que ao contrário da energia que substituiu, os combustíveis fósseis sempre requerem mais e mais “zonas de sacrifício”, entendidas como o preço que vale a pena ser pago em troca da embriagante promessa de libertação do carvão do mundo físico - uma liberdade que desencadeou a força total do capitalismo industrial para dominar os trabalhadores e outras culturas. Essas zonas de sacrifício, como ela exemplifica, não poupa sequer as democracias consolidadas, como no caso da exploração do óleo de xisto nos EUA ou a devastação gerada pela extração de areias betuminosas no Canadá. Nas suas palavras:

O extrativismo é uma relação não recíproca, baseada na dominância com a Terra, uma relação que objetiva apenas tomar. É o oposto de uma administração responsável, que envolve tomar, mas também cuidar para que a regeneração e a vida futura prossigam. O extrativismo é a mentalidade do removedor do topo da montanha e do velho desbravador. É a redução da vida a uma objetificação para o uso alheio, não lhes conferindo integridade ou valor - transformando ecossistemas complexos vivos em "recursos naturais", montanhas em *overburden* ("sobrecarga"), como a indústria de mineração denomina florestas, rochas, e fluxos que ficam no caminho de seus tratores. É também a redução dos seres humanos para o trabalho a ser brutalmente extraídos, empurrados para além dos seus limites, ou, alternativamente, para o fardo social, problemas a serem trancados nas fronteiras e trancados em prisões ou reservas. Em uma economia extrativista, as interconexões entre esses vários componentes objetivados da vida são ignoradas; as consequências de rompê-las não são preocupantes.⁶

Nota-se, portanto, que extrativismo, colonialismo e capitalismo estão ligados e, ainda hoje nós sofremos as consequências dessas concepções predatórias sobre a natureza.

⁶ Tradução livre do autor para: *Extractivism is a nonreciprocal, dominance-based relationship with the earth, one purely of taking. It is the opposite of stewardship, which involves taking but also taking care that regeneration and future life continue. Extractivism is the mentality of the mountaintop remover and the old-growth clear-cutter. It is the reduction of life into objects for the use of others, giving them no integrity or value of their own—turning living complex ecosystems into “natural resources,” mountains into “overburden” (as the mining industry terms the forests, rocks, and streams that get in the way of its bulldozers). It is also the reduction of human beings either into labor to be brutally extracted, pushed beyond limits, or, alternatively, into social burden, problems to be locked out at borders and locked away in prisons or reservations. In an extractivist economy, the interconnections among these various objectified components of life are ignored; the consequences of severing them are of no concern.*

3.2 O antropoceno e algumas visões rivais: capitoloceno, a sociedade solar e o chthuluceno

Na tentativa de dar conta de uma leitura de nosso potencial transformador e destruidor do nosso próprio planeta, os especialistas têm discutido a relevância de nomear períodos e estabelecer razões chave para transformações em escala, motivadas pela ação humana, caso de conceitos como antropoceno, plantationoceno e capitoloceno. Essas abordagens, tentam sob a tentativa de uma compreensão sistêmica dos fenômenos, mas sempre parcial, situar os efeitos das interações das pessoas com planeta.

Jason Moore (MOORE ET AL., 2016), tecem importante crítica ao conceito de antropoceno, considerando-o um conceito geológico satisfatório, mas historicamente problemático. Para os autores, ao mesmo tempo em que o conceito tem o mérito de colocar a ação humana como força geológica e definidora de uma nova era, oculta os processos históricos que promovem tal dano, sobretudo as forças capitalistas que violentam à natureza, incluindo o próprio homem (MOORE, idem).

Moore compartilha do diagnóstico de Rockstrom et al. (2009), e considera que ao transpormos tantas fronteiras, especialmente àquelas referentes à mudança climática e à biodiversidade, o planeta encontra-se em um estado localizado no limiar para uma mudança drástica, que ameaça a vida existente na Terra tal como conhecemos. Estamos em crise. Embora atores chave não compreendam o cenário como tal e relutem em agir de modo decisivo, sim: estamos em crise.

Jason Moore, (2015a) critica o dualismo natureza/sociedade implícito na noção de antropoceno, bem como a ocultação de um processo fundamental nesse processo: o capitalismo, fundamentado, dentre outras formas, numa estratégia de acumulação que considera a natureza algo barato. A desvalorização da natureza, ou seu barateamento (*cheap nature*), se processa ao se considerar elementos como os frutos da natureza – em especial a comida, a energia, as matérias primas e mesmo a vida humana –, como algo barato em termos de preço, mas também ao degradar a natureza, como no caso das chamadas “zonas de sacrifício” descritas por Naomi Klein (2014).

Nesse sentido, o argumento elaborado pela World-Ecology Research Network, coordenada por Jason Moore é contundente, ao dar conta do esgotamento do período

de natureza barata, uma vez que a maior parte das reservas naturais da Terra já foram esgotadas ou prejudicadas e exauridas de algum modo, comumente sem possibilidade de reversão. Em suma: a abundância acabou, já comprometeu e/ou extinguiu o refúgio de bastantes seres, e agora ameaça o nosso.

As tais zonas de sacrifício são lugares abandonados pelo Estado, onde permite-se que a devastação industrial ocorra, causando imenso prejuízo ao meio ambiente e para a saúde de comunidades locais devido a existência de necessidades que atores em posição de poder julgam ser maiores. Essas zonas ditas excepcionais, expandem-se em número e tamanho a cada dia.

Desse modo, Moore propõe considerar o que chama de capitoleceno, ou seja: o modo como o capitalismo arranja e se utiliza da natureza. Para autores como ele e Elmar Altvater (in. Moore, 2016), não se trata apenas de racionalização e do processo de acumulação capitalista, mas de uma racionalidade microeconômica de exterminação promotora de externalidades, para utilizar o linguajar *mainstream*, brutais.

O mesmo autor, critica a tendência do sistema que costumeiramente propõe soluções pontuais para problemas que não cabem nesses limites, falando da necessidade urgente de se requalificar o que se entende por riqueza, considerando a sustentabilidade e a manutenção da vida – inclusive a humana – na terra como fundamentais. Enfim, trata-se de uma proposição que enseja o desejo de uma transformação ontológica, para além de preocupações distributivas.

O capitalismo tem certos interesses obsessivos e comportamentos repetitivos, é “autista”, na medida que suas categorias fundamentais – como valor, mercadoria e dinheiro – têm uma natureza antissocial e destrutiva, imposta pelo mercado sobre a sociedade (ALTVATER, 2010). Dada a insustentabilidade dos mecanismos do capitalismo, estamos alcançando limites – externos ao sistema – para além dos quais inexistem desenvolvimento ou progresso social e econômico possível, estabelecendo um horizonte sombrio de catástrofes sociais e ecológicas.

Um desses limites, impostos externamente é o esgotamento de fontes tradicionais de energia fóssil, como por exemplo, o petróleo, segundo autores como Elmar Altvater. Esse cientista político enxerga no que chama de sociedade solar, a utilização de fontes limpas e renováveis de energia como solar, eólica e geotérmica entre outras, o princípio estruturante de uma nova vida coletiva, baseada na produção

e consumo local, de menor gasto supérfluo de energia e menor destruição dos recursos naturais.

Assim, o problema que se apresenta inicialmente como externo, o esgotamento das fontes fósseis de energia, na realidade é um problema interno ao capitalismo, que leva o autor a questionar não apenas a necessidade de substituição das fontes de energia hoje dominantes, mas também a forma social atual.

Donna Haraway (in. Moore, 2016), destaca que os processos antrópicos têm efeitos planetários em sua relação com outros e demais espécies desde que nos constituímos enquanto tal, e depois a partir do momento em que adotamos a agricultura em escala, e a indústria. Para a autora, não somos os únicos seres vivos a transformar a terra, as bactérias e similares, por exemplo, fazem isso há ainda mais tempo.

De todo modo, vale lembrar que nós, os seres humanos, apesar de contabilizarmos apenas cerca de 0,01% da vida na Terra, parte dos 5% que não estão no grupo dos 13% relativos às bactérias nem dentre os 82% relativos à vida das plantas, temos apresentado um grande potencial destruidor que, estima-se, já destruiu 83% dos mamíferos selvagens. Nesse sentido, Haraway nos provoca ao afirmar que nosso potencial destruidor é limitado e, provavelmente incapaz de fazer a Terra desaparecer do universo, mas certamente capaz de tornar nosso mundo tão inóspito, a ponto de nos extinguir como espécie.

Em termos históricos, estabelecem-se pontos de inflexão, em que as consequências do nosso modo de ser no mundo promovem repercussões que ultrapassam a mais comumente discutida questão das mudanças climáticas. Trata-se, por exemplo, também da poluição e esgotamento de oceanos, lagos, rios e do solo, a partir da interação com técnicas de produção e modos de vida que consideramos modernos, promovendo por vias como a da contaminação química a simplificação de ecossistemas e grandes genocídios de pessoas e outros seres (HARAWAY, 2016).

Haraway, defende que o número de habitantes da terra como espécie merece ser encarado como um problema. Embora seja um tabu político, esse ponto dá mostras de, se não observado devidamente, ajudar a deteriorar (radicalmente e ainda mais) a vida humana no planeta. Nesse sentido, é sabido que há comunidades que hoje desaparecem, mas outras que crescem grandemente como no caso daquelas

localizadas nos países emergentes, em especial os Brics. Mais ainda nos casos de Índia e China. Fica no ar a pergunta, em condições constantes, quantos planetas são necessários para que todas essas populações adotem modos de vida ocidentais considerados modernos?

Para Haraway, vivemos no Chthuluceno, referência da autora ao destruidor monstro Cthulhu, da obra do escritor de ficção científica H. P. Lovecraft. Para a autora, se quisermos viver e morrer bem, precisaremos unir forças para reconstituir refúgios, possibilitando uma parcial e robusta recuperação e recomposição biológica-cultural-política-tecnológica que, segundo a autora, deve incluir o luto por perdas irreversíveis, inclusive as que estão por vir. É preciso, então, um intenso compromisso e trabalho colaborativo com outros terranos, não apenas os humanos, fazermos-nos parentes, num rico arranjo multiespécies.

3.3 Extrativismo nos países periféricos, ética e justiça energética

Manuela L. Picq (2015) tece uma crítica contundente ao modelo de desenvolvimento adotado na América Latina, chamando atenção para o que define como dependência extrativista. Para a autora, a região continua a preservar lógicas próprias da era colonial e oligárquica afim de abastecer com *commodities* (petróleo, minérios, soja etc.) o centro da economia global.

Essas práticas, são profundamente custosas em termos ecológicos e sociais, gerando lixo tóxico, desalojando populações - especialmente as indígenas -, e escassez de recursos básicos à vida como a água e a terra, provocando assim conflitos sociopolíticos. A título de exemplo, a autora traz (idem, p.217) que no Chile, a mineração consome cerca de 37% da eletricidade produzida no país, e que, na Guatemala, a mina de Marlin, em uma hora, consome a mesma quantidade de água que uma família camponesa local utiliza em 22 anos.

A partir da mesma autora, podemos dizer que o projeto da usina de Belo Monte é, em tempos recentes, um exemplo nefasto de surdez dos governantes à contestação popular e às demandas dos povos indígenas. Trata-se, uma vez mais, da replicação de uma solução autoritária consagrada pelo governo militar, que sob a retórica de erradicação da pobreza e promoção da sustentabilidade do crescimento econômico,

expropria as comunidades tradicionais – infelizmente, é necessário lembrar, seres humanos – e comercializa a natureza, negligenciando desdobramentos, inclusive, para a própria crise ambiental.

A questão chave, segundo a autora, é que esse desenvolvimento ignora um elemento comum às cosmovisões dos indígenas: a interdependência entre homem e meio ambiente que, não por acaso, os fez preservar a natureza porque entendem que são parte dela. Assim, considera-se nosso território como *terra nullius*⁷, justificando-se violentas apropriações de terras a despeito do que considera serem externalidades negativas.

Nesse sentido, é imperativo pensar amplamente, observando a relevância de aspectos éticos. Por exemplo, Sen (1999), deixa claro que a história da economia tem em sua origem duas dimensões fundamentais claras e que em princípio se conjugavam, ambas relacionadas à política. A primeira, está relacionada à bonomia, que o autor chama de ética, e a outra de engenharia. Sen, analisa que o progressivo esquecimento da dimensão ética nos estudos de economia positiva contemporâneos levou a área a desenvolver majoritariamente um saber não-ético e empobrecido nas universidades e na vida prática.

Assim, o economista indiano ressalta que (...) questões como “o que é justo”, ou até “como devemos viver” estão dissociadas das questões analisadas nos cursos de economia (SEN, 1999, p. 18). Nessa linha, Rodrigues Filho critica a visão hobbesiana, que considera que a subjetividade deve se reduzir à matemática e coloca que: (FILHO, 2017, p.221-222) (...) *se a Economia está envolvida com a distribuição de bens e serviços necessários aos diversos aspectos da vida humana em sociedade (terra, capital trabalho tecnologia, etc..) ela deve estar imersa em questões éticas, uma vez que a distribuição de bens e serviços são questões políticas.*

No que se relaciona à nossa questão, a partir dessa necessidade de pensar a dimensão ética, Benjamin Sovacool e Michael Dworkin (2015, p.437) propõem o conceito de justiça energética (*energy justice*), que significa “(...) *um sistema de energia global que difunde de modo justo os benefícios e os custos dos serviços energéticos, possuindo decisões de tomada de decisão representativas e imparciais*”⁸.

⁷ Expressão latina que designa “terra que pertence a ninguém”, utilizada pela Doutrina de Descoberta do século XV.

⁸ Tradução livre do autor para: (...) *we define the concept of “energy justice” as a global energy system that fairly disseminates both the benefits and costs of energy services, and one that has representative and impartial energy decision-making.*

Assim, os mesmos autores apresentam uma ferramenta de análise para sua aplicação prática, que leva em consideração oito pontos, conforme a tabela abaixo:

Tabela 4 - Justiça energética: uma ferramenta decisória

Princípio	Explicação
Disponibilidade (<i>availability</i>)	Todos merecem recursos energéticos suficientes de alta qualidade
Acessibilidade (<i>affordability</i>)	Todas as pessoas, incluindo as pessoas pobres, não devem pagar mais de 10% dos seus rendimentos em serviços de energia
Devido processo (<i>due process</i>)	Os países devem respeitar o estado de direito e os direitos humanos em sua produção e uso de energia
Boa governança (<i>good governance</i>)	Todas as pessoas devem ter acesso a informações de alta qualidade sobre energia e que as comunidades devem ter acesso a formas justas, transparentes e responsáveis de tomada de decisões energéticas;
Sustentabilidade (<i>sustainability</i>)	Refere-se ao dever de proteger o meio ambiente natural e sua sustentabilidade, bem como minimizar as ameaças ambientais relacionadas à energia, dessa forma, os recursos de energia não devem ser esgotados muito rapidamente
Equidade intrageracional (<i>intragenerational equity</i>)	Todas as pessoas têm direito a serviços de energia de acesso razoável
Equidade intergeracional (<i>intergenerational equity</i>)	As gerações futuras têm o direito de desfrutar de uma boa vida sem prejuízo dos danos que nossos sistemas energéticos infligem no mundo hoje
Responsabilidade (<i>responsibility</i>)	Todas as nações têm a responsabilidade de proteger o meio ambiente natural e minimizar as ameaças ambientais relacionadas à energia

Traduzido de Sovacool e Dworkin (2015, p.440). Elaboração própria.

Esses princípios estão ligados a tradições filosóficas diversas, e embora por vezes possam entrar em conflito, representam um esforço importante para se avaliar as decisões energéticas para o desenvolvimento humano, considerando que as transições energéticas precisam ser compreendidas a partir de múltiplas perspectivas e disciplinas, uma vez que têm forte relação sociopolítica. Não por acaso, a energia foi considerada pela Onu um dos meios para consecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável (SDG) e, portanto, está relacionada ao desenvolvimento, à equidade e a justiça. Nesse sentido, o sétimo dos itens da Agenda 2030 (SDG) reconhece o acesso a energia limpa e acessível como um direito universal (PNUD, 2016).

A mudança climática, conforme percebe-se a partir de princípios como os da sustentabilidade e da equidade intergeracional, coloca o problema da necessidade de se pensar a longo prazo, o que conflita com as perspectivas que governos e empresas estão acostumados a lidar, de modo que a questão ambiental deve ser incorporada ao conceito de segurança energética. (VON HIPPEL et al. (2010); SOVACOOOL e DWORKIN, idem)

3.4 Repensando a segurança energética no século XXI

O conceito de segurança energética remonta aos anos anteriores à Primeira Guerra Mundial, quando Winston Churchill, então Primeiro Lorde do Almirantado inglês, decidiu pela conversão dos navios da marinha inglesa do carvão para o petróleo, gerando vantagens estratégico militares.

Associada a essa transição energética importante, veio o risco do problema da oferta, o de depender dos suprimentos – não confiáveis – da região onde hoje se localiza o Irã. A resposta de Churchill a esse problema decisivo em relações internacionais é sintetizada na sua famosa frase de: “Segurança e certeza em petróleo estão na variedade, e na variedade apenas⁹”.

O termo é tradicionalmente ligado ao abastecimento de petróleo e gás, mas isso tem mudado. No século XXI, rivalidades geopolíticas, desastres naturais como o terremoto e tsunami que atingiram o Japão em 2011, gerando um terrível acidente nuclear, a ameaça terrorista a instalações energéticas, o nacionalismo sobre os recursos, questões ambientais, além de um “mercado (de petróleo) periodicamente restrito e de preços voláteis”(YERGIN, 2006) são alguns dos fatores que abalam aquilo que parece ser o cerne do conceito: o suprimento de energia confiável com vistas a fortalecer o crescimento econômico.

Segundo Yergin (idem), cada país, interpreta de forma distinta o que o termo significa e hoje as preocupações com segurança energética, consideram além do petróleo e do gás a confiabilidade nos sistemas de abastecimento de eletricidade. Considerando a centralidade desse conceito para ações práticas, discutimos a seguir inovações a seu respeito.

⁹ Tradução livre de: “*safety and certainty in oil lie in variety and variety alone*”. Winston Churchill, 1946.

King & Gullede (2013, p.38), a princípio extremamente céticos, empreendem uma grande revisão bibliográfica sobre onexo entre segurança energética e mudança climática e a partir desse esforço, encontram ligações significativas entre ambos. Para os autores, a mudança climática pode: 1) *criar efeitos de segunda ordem que exacerbam a instabilidade social e perturbam os sistemas de energia*; 2) *impactar diretamente no fornecimento e /ou sistemas de energia*; ou 3) *influenciar a segurança energética através dos efeitos das políticas relacionadas ao clima*.

Os autores deixam claro que a segurança energética deve considerar, ou ser pensada levando em conta a mudança climática e seus efeitos. Nesse sentido, destacam que o contexto deve ser considerado e citam a influente definição do *Center for a New American Security* (CNAS) que entende segurança energética como a manutenção de fontes de energia "geopoliticamente confiáveis, ambientalmente sustentáveis e fisicamente seguras.

Na literatura revisada no estudo, a relação mais forte entre mudança climática e segurança energética tem como base o nexo água-energia¹⁰. O aumento da frequência e severidade das tempestades, ondas de calor e secas, deve afetar segurança energética de várias maneiras, especialmente a opção hidrelétrica, que é considerada uma importante fonte renovável e utilizada largamente pelo Brasil e em medida considerável na China. A diminuição da capacidade da energia hidrelétrica, por sua vez, pode motivar o aumento do uso de energias baseadas em combustíveis fósseis. A escassez de água também é um fator limitante no setor de combustíveis líquidos, especialmente na produção de biocombustíveis e combustíveis sintéticos, intensivos em água, além de ser um recurso fundamental a existência humana.

Outros autores, como Von Hippel et al. (2010), colocam a consideração do meio ambiente como maior desafio à política de segurança energética orientada pela oferta e apontam para a necessidade de reformulação das políticas do setor considerando sobretudo dois tipos de problema inerentemente ligados ao consumo de energia, em especial de combustíveis fósseis: a mudança climática e a chuva ácida.

Quando o assunto é energia, a segurança da oferta ainda é a grande prioridade entre os especialistas e formuladores de políticas, mas as implicações devastadoras dos combustíveis fósseis para a vida no planeta parecem se consolidar na agenda

¹⁰ King & Gullede advertem que todas as tecnologias energéticas exigem água em algum estágio, e com frequência em grandes quantidades (42) e salientam que o setor de energia representa 8% das retiradas mundiais de água.

internacional. O conceito de segurança energética, tal como é entendido por figuras chave na bibliografia como a disponibilidade suficiente de recursos energéticos a preços razoáveis, afim de garantir o suprimento necessário ao crescimento econômico (Yergin 2006, pp. 69–71) tem evoluído.

Dadas as circunstâncias, entendemos que se deve incorporar a preocupação ambiental ao conceito tradicional de segurança energética e considerar este conceito de modo conjunto ao de sustentabilidade ambiental. Este argumento, apesar de não ser defendido amplamente pelo *mainstream*, não é exatamente novo. Nesse sentido, (citado por VIEIRA & DALGAARD, 2013), Elkind (2009, pp. 121-129), traz uma leitura que engloba quatro elementos importantes que devem ser considerados em conjunto: a disponibilidade de recursos (*availability*), viabilidade econômica (*economic affordability*), confiabilidade da oferta (*reliability of supply*) e a sustentabilidade ambiental (*environmental sustainability*).

Costumeiramente esses elementos são considerados de forma desequilibrada. Em geral, os países negligenciam a questão ambiental, privilegiando dimensões mais tradicionais como a viabilidade econômica, entendendo sua relação com a sustentabilidade como entre partes mutualmente excludentes (VIEIRA & DALGAARD, 2013, pp.613). Cabe ressaltar, que em alguns casos os renováveis ainda não são tão competitivos como as energias tradicionais, no entanto, deve-se observar se há incentivos governamentais, como por exemplo os que costumam ser destinados ao petróleo, geralmente bastante subsidiado em todo o globo.

Acreditamos quanto à política energética e sua repercussão para o meio ambiente, sobretudo com base nas suas emissões, que o desenvolvimento ético e de uma perspectiva de segurança energética que vá além da tradicional segurança da oferta é primordial para a consolidação de um novo modelo de desenvolvimento, em especial por parte dos países emergentes.

3.5 A importância da dimensão da inovação

Especialmente para países em desenvolvimento uma certa dimensão, essencial a consecução do desenvolvimento sustentável, merece atenção: o progresso técnico. Desse modo, lembramos Furtado (FURTADO, 1974, p. 80), para quem (...) “o desenvolvimento é ao mesmo tempo um problema de acumulação e progresso técnico, e um problema de expressão dos valores de uma coletividade”.

Hoje, a inovação ganha destaque de modo a tentar superar aquilo que Fajnzylber (1990) chamou de competição espúria, ou seja: uma inserção econômica na divisão internacional baseada na exportação de *commodities* e/ou exploração de recursos naturais finitos, o extrativismo do qual já tratamos.

Nesse contexto, visto que não só é necessário para o desenvolvimento inovar tecnologicamente, mas também assimilar a questão ambiental, inovar em energia renovável cumpre, no mínimo, essa dupla função. Desse modo, é possível pensar a superação do conflito entre a lógica utilitarista e a sustentabilidade, uma vez o uso ótimo, da teoria neoclássica, e o uso sustentável atendem a critérios distintos.

Além da escola neoestruturalista, os chamados neochumpeterianos conferem centralidade ao progresso técnico, considerando sua formação, difusão e endogeneização, estabelecendo-o como essencial enquanto motor do desenvolvimento.

O economista a inspirar essa corrente, Joseph Schumpeter elaborou uma teoria que entende a inovação como principal mecanismo de dinamismo econômico da sociedade capitalista. Nela, a inovação é promovida pelo empreendedor - pessoa ou organização¹¹ - que combina forças, materiais e imateriais, para introduzir inovações nos mercados de modo a se diferenciar e obter o lucro e demais vantagens resultantes desse processo.

Para além da invenção, portanto, a inovação é um desenvolvimento, que pode ser fruto de pesquisa científica e especializada, ou não, mas necessariamente inserida no mercado. Dessa forma, o autor manifesta:

“Sem inovações, não há empreendedores; sem as realizações do empreendimento, não há lucro capitalista nem propulsão capitalista. O clima das revoluções industriais – do ‘progresso’ – é o único em que o capitalismo pode sobreviver” (SCHUMPETER, 1939 apud MCCRAW, 2012, p.12).

Essa inovação implica destruição criadora, outro termo próprio do léxico de Schumpeter, uma vez que o novo surge ao lado do velho para superá-lo, pois a

¹¹ Em *Teoria do desenvolvimento econômico* (1982) Schumpeter descreve o empreendedor individual, famoso *Schumpeter Mark I*, porém em *Capitalismo, socialismo e democracia* (1961) toma como empreendedor a grande empresa, com seus especialistas de P&D em busca de soluções tecnológicas, conhecido como *Schumpeter Mark II*. Nos interessa aquele que Lundvall (2004) chama de *Mark III*, e que não existe no pensamento de Schumpeter: o empreendimento sistêmico.

inovação por um ator gera a defasagem tecnológica de seus concorrentes, implicando ganhos crescentes e acúmulo de capital do pioneiro, extinguindo velhas tecnologias, empresas, processos etc. A inovação do pioneiro tende a ser imitada por outros atores que assim, fazem a lucratividade dos pioneiros ceder, pondo fim a uma onda de inovação. Ou, dito em sua essência:

O capitalismo é, por natureza, uma forma ou método de transformação econômica e não, apenas, reveste caráter estacionário, pois jamais poderia tê-lo. [...] O impulso fundamental que põe e mantém em funcionamento a máquina capitalista procede dos novos bens de consumo, dos novos métodos de produção ou transporte, dos novos mercados e das novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista. [...] este processo de destruição criadora é básico para se entender o capitalismo. É dele que se constitui o capitalismo e a ele deve se adaptar toda a empresa capitalista para sobreviver (SCHUMPETER, 1961, pp. 106-107).

A partir dessa contribuição original, a teoria neoschumpeteriana expande o entendimento da inovação promovendo o processo às dimensões nacional e sistêmica enfatizando o papel do conhecimento:

Em nível nacional, a análise aponta para a conclusão de que investimentos infraestruturais de longo prazo em “capital mental” e seu aprimoramento são cruciais para o desenvolvimento econômico bem-sucedido e para o desempenho competitivo.” (FREEMAN, p. 23, 1982)¹²

Assim, percebe-se como estratégico fomentar saberes e articulá-los, numa economia em que o intangível, o conhecimento, se converte em ativo basilar. Nesse processo atores sociais, econômicos e políticos, e em especial as relações entre si e com seus contextos, ganham relevo no estudo da construção da inovação. Esses elementos ajudam a explicar de maneira sensata porque a simples importação de uma inovação tecnológica não implica que ela seja utilizada, copiada e internalizada devidamente, propiciando os efeitos e ganhos econômicos a ela associados.

Esse complexo, considerado no esforço de explicar a dinâmica capitalista a partir das forças que impulsionam o progresso técnico, é discutido pela perspectiva do sistema nacional de inovação (SNI) (LUNDVALL, 1992; FREEMAN, 1992),

¹² Tradução livre do autor para: *At the national level, the analysis points to the conclusion that long-term infra-structural investment in ‘mental-capital’ and its improvement is crucial for successful economic development, and for competitive performance.*

conceito que enfatiza as especificidades nacionais que influenciam as capacidades inovativas (LUNDVALL, 1992; EDQUIST, 1997).

As ideias básicas por trás do conceito de sistemas nacionais de inovação vêm do sistema nacional de produção, idealizados por Friedrich List (1841), que analisou a superação econômica da Inglaterra pela Alemanha, conferindo especial atenção à ciência, a tecnologia e ao aprendizado como motores do crescimento econômico em contraposição às teorias em voga. Neste sentido Lundvall (2005, p.26) destaca:

A análise de List é focada no desenvolvimento das forças produtivas em vez e na alocação de recursos. Ele foi crítico, e polemizou quanto a abordagem “cosmopolita” de Adam Smith, na qual o livre comércio é tido sempre como vantajoso, tanto para economias fortes quanto para as fracas. Referindo-se ao ‘sistema nacional de produção’, List apontou a necessidade da construção de infraestrutura e instituições, de modo a promover a acumulação de *mental capital* e utilizá-lo para avançar rapidamente o desenvolvimento econômico em vez de apenas de relaxar e acreditar que a “mão invisível” resolverá todos os problemas. Essa era a perspectiva e estratégia para o *catching-up* no início do século XIX na Alemanha.

Lundvall, em artigo de 2007, alerta que a abordagem do sistema nacional de inovação não deve ser confundida com outras como o modelo da hélice tripla, cuja sinergia derivada dos fluxos entre instituições do poder público, das empresas privadas e das instituições de pesquisa científica e tecnológica de um dado país levaria ao desenvolvimento. No entanto, esse autor destaca a utilidade desses modelos como ponto de partida para comparações, tais como a que empreenderemos.

O Sistema Nacional de Inovação é um conceito fundamentalmente heurístico, de modo que inexistente como tipo ideal ou ótimo (SZAPIRO, 2005). Assim, é sensível às particularidades do local, de sua trajetória histórica e de arcações institucionais implicando diferenças entre os SNI de cada país. O processo é entendido como interdependente, socialmente determinado e não linear. Embora localizada no tempo e no espaço, a inovação tem expressão que transcende a localidade.

Mazzucato e Penna (2016, p.7), explicitam alguns subsistemas atrelados ao SNI:

Uma abordagem *ampla* do Sistema Nacional de Inovação identifica quatro subsistemas: (i) de políticas públicas e financiamento público; (ii) de pesquisa e educação; (iii) de produção e inovação; e (iv) de fundos privados e

financiamento privado. Enquanto todos os subsistemas são, do ponto de vista teórico, de importância estratégica, o subsistema “de políticas públicas e financiamento público” têm, tradicionalmente, liderado o processo de mudanças tecnológicas e de desenvolvimento socioeconômico.

Para que a inovação aconteça, do ponto de vista da firma é necessário primar por fatores como estoque de capital e qualificar sua capacidade tecnológica, seu conhecimento, com vistas a desenvolver atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Embora fatores endógenos como as competências específicas da firma, sua estratégia, rotina e expectativas, capacidade de absorção e acesso às inovações sejam importantes, fatores exógenos como regulação, paradigma econômico, contexto macroeconômico e o sistema nacional de inovação em que se insere também importam (LUSTOSA, 1999).

É fundamental também que as ações do Estado, no âmbito da inovação e além dele, convirjam a fim de que se evite esforços conflitivos que prejudiquem o efeito pretendido (PEIXOTO, 2013). Nesse sentido, é importante que o Estado assuma uma missão, que oriente a atividade inovativa, segundo Mazzucato e Penna, sobre o Brasil (2016, p.6):

Para o Brasil, esta nova abordagem orientada por missões significa desenvolver, implantar e monitorar uma política de inovação estratégica baseada nos pontos fortes de seu sistema de inovação para superar as fragilidades do país e enfrentar seus desafios, aproveitando as oportunidades oferecidas por uma nação vasta e rica. É necessário colocar a inovação no centro da política de crescimento econômico – trazendo mais coerência entre as políticas do Ministério da Fazenda e aquelas promovidas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Buscando explicar os padrões de mudança tecnológica, Dosi (1982) propôs uma analogia a partir da ideia de sucessão de paradigmas científicos e revoluções científicas desenvolvida por Thomas Kuhn (1962), definindo paradigma tecnológico como o padrão que dirige a trajetória das mudanças tecnológicas:

“Definiremos um paradigma tecnológico como ‘modelo’ e ‘padrão’ de solução de problemas tecnológicos selecionados com base em princípios selecionados derivados das ciências naturais e de tecnologias materiais selecionadas” (DOSI, 1982, p. 152).¹³

¹³ Tradução livre do autor para : *We shall define a technological paradigm as ‘model’ and a ‘pattern’ of solution of selected technological problems based on selected principles derived from natural sciences and on selected material technologies.*

Perez (2009, p.3) compreende paradigma como uma lógica coletiva compartilhada acerca de um potencial tecnológico, econômico e social de tecnologias que se espalham por toda a economia, influenciando o comportamento das firmas e diferentes setores industriais no sistema econômico (Freeman e Louçã, 2001 e Perez, 2002). Este processo está associado à ideia de revolução tecnológica, em que uma tecnologia ou mais são capazes de modificar a estrutura econômica (PEIXOTO, 2013), visto que repercutem numa série de oportunidades para inovação, eficiência e eficácia.

Dentre as tendências tecnológicas em consolidação, alguns desenvolvimentos parecem apontar para a emergência de um novo paradigma de produção considerado “verde”, como as inovações relacionadas à geração, estocagem e transmissão de energia. Cassiolato et al. (2014) identificam o desenvolvimento de trajetórias tecnológicas de baixo carbono na fronteira do conhecimento e da inovação, em países como Estados Unidos, Alemanha, Japão e China.

No Brasil, Mazuccato e Penna (2016), apontam que apesar da falta de projeto sistêmico, a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), bem como políticas relacionadas ao meio ambiente e energia “possuem legislações favoráveis para a criação de programas de inovação orientados por missões que visem a superação de desafios ambientais.

Como vimos, a tecnologia traz pelo menos dois rumos possíveis: gerar mais dano ao meio ambiente e/ou ser parte da solução, no caso das energias renováveis, especialmente por mitigar a emissão gases do efeito estufa. É então como parte do nosso esforço de verificar o papel dos renováveis na segurança energética, e para a internalização da questão ambiental através de políticas efetivas de transição energética, que consideraremos também a questão da inovação nos casos escolhidos.

4 OS PAÍSES EMERGENTES EM FOCO: OFERTA DE ENERGIA, DESAFIOS E COOPERAÇÃO

Brasil e China, vem sendo tratados recentemente enquanto BRICS. No princípio, o termo BRIC foi um acrônimo formado a partir das letras de Brasil, Rússia, Índia e China, utilizado em 2001 por *Jim O'Neill*, analista do Goldman Sachs, para comunicar que o crescimento desses países no século XXI os converteria em alicerces da economia mundial, daí porque em inglês o termo soa como *brick* (tijolo). Ou seja: tratava-se de identificar os países em ascensão econômica e que representavam perspectivas de retorno aos investidores.

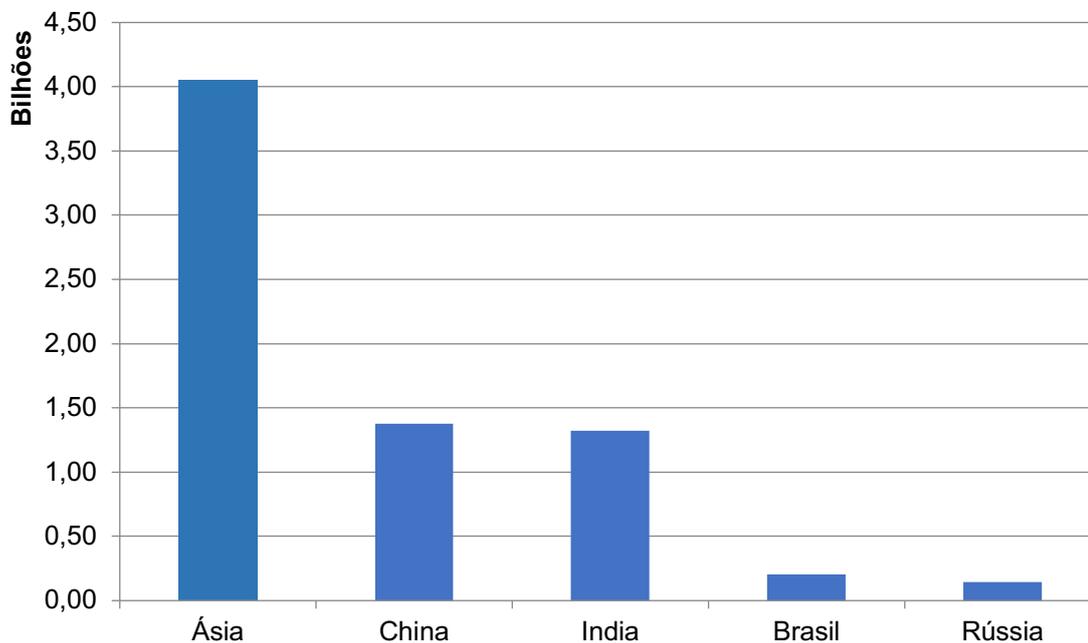
Apesar de características comuns, como o fato de serem países com grande extensão territorial, imensa população, potencialmente desenvolvidos e com tendência a serem lideranças regionais, esses países são bastante distintos. Ainda assim, o grupo deixou de ser apenas uma categoria de investimentos e se transformou em um grupo político que se esforça em se institucionalizar.

Com o avanço das negociações políticas entre esses países, houve a adição de um novo membro (a África do Sul), correspondente ao “S” dos BRICS, que se reúnem desde 2009 em reuniões de cúpula e trabalho, emergindo como bloco na política internacional, inclusive com frutos palpáveis como a criação do Novo Banco de Desenvolvimento (NBD), também chamado de “banco dos BRICS”.

4.1 A energia e os BRICS

O crescimento dos emergentes, aumenta a demanda global de energia. Esses países têm forte peso na oferta de energia para o globo, papel fundamental para segurança energética internacional além do fato de sua produção energética estar fortemente relacionada a boa parte das emissões de GEE mundiais. Especialmente dentre os BRIC, preocupa a questão demográfica, visto que os asiáticos China e Índia juntos possuem mais de um terço da população mundial, vide gráfico 12 abaixo.

Gráfico 12 - Demografia Ásia e BRIC 2016



Fonte: Banco Mundial. Elaboração própria

Conforme crescem economicamente, urbanizando-se, expandindo suas classes médias e adotando novos padrões de consumo, isso aumentará de forma ainda mais drástica a demanda global por energia, preferencialmente as menos poluentes possível, constituindo um grande desafio para a trajetória desses países já no presente.

Segundo dados do MME (Brasil, 2016), em 2015, o produto interno bruto (PIB) dos BRICS cresceu 4,6%, mais que a média mundial (3,1%), alcançando a cifra de 33.1 trilhão de dólares (constante PPP 2011). O grupo conta com cerca de 42% da população mundial e, em termos de demanda energética, respondeu no período por 37% da demanda mundial de energia e 41,4% das emissões de CO₂. Boa parte desse resultado, se deve ao intenso uso de carvão na matriz energética desses países, que emitiram 2.33 tCO₂/toe.

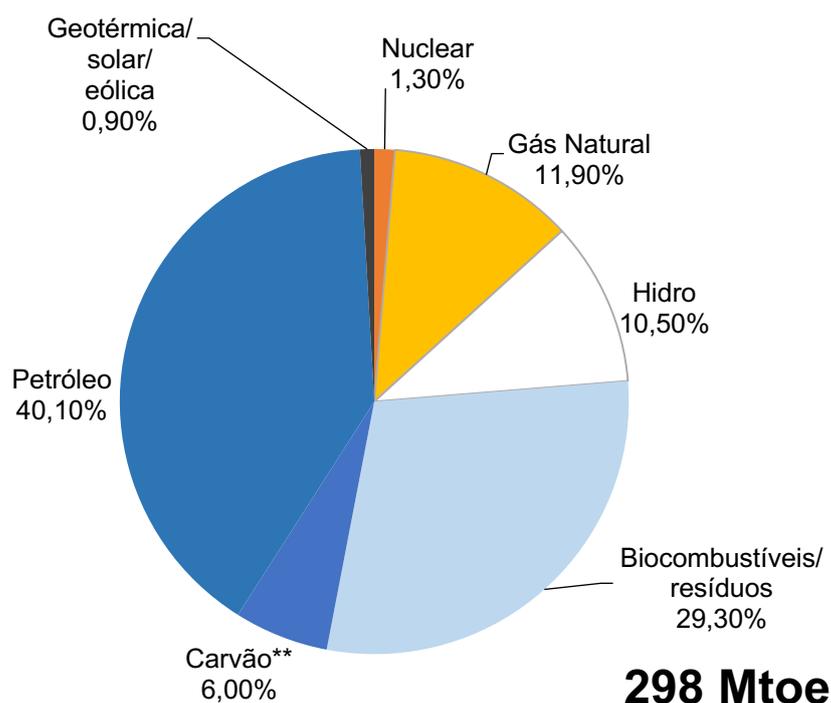
Autores como Hulbert (2011), definem que o sucesso dos BRICS está condicionado ao êxito da cooperação energética entre esses países. Esta parte do trabalho, argumenta que apesar dos críticos enxergarem nas diferenças entre os países BRICS uma pretensão a disfuncionalidade, no campo energético as diferenças significam complementariedade (SAHU, 2016), abrindo um horizonte para o

aprofundamento da cooperação entres esses países. A seguir, apresentamos as características da oferta de energia nos países em questão.

4.2 Brasil

O Brasil é hoje o nono maior produtor líquido de energia do mundo e o oitavo maior consumidor mundial. Como aponta o gráfico 13 abaixo, a Oferta Total de Energia Primária (OTEP) foi de 298 Mtoe em 2015, contando com participação significativa da produção energias renováveis como biocombustíveis e biomassa, hidrelétrica, geotérmica, solar e eólica.

Gráfico 13 - Oferta Total de Energia Primária (OTEP) – Brasil, 2015



Fonte: OCDE/IEA (2017). Elaboração própria.

Os combustíveis fósseis, especialmente petróleo e gás, têm participação expressiva na OTEP brasileira, embora menor se comparado aos demais BRICS. Recentemente, o país fez descobertas significativas de petróleo e gás: o chamado pré-sal. O Oil & Gas Journal, por exemplo, estima que, a partir de janeiro de 2017, o Brasil tinha 13 bilhões de barris de reservas de petróleo comprovadas, o equivalente

além de produtos petrolíferos diversos, tendo nos Estados Unidos maior fonte, representando, 229 mil b/d de importações em 2016.

O setor de transporte representa uma grande parcela da demanda por combustíveis, nesse sentido, destaca-se a política de biocombustíveis que promove o uso de etanol, do biodiesel, além da adição de 27% de etanol na gasolina. Em 2016, o Brasil exportou cerca de 30 mil b/d de etanol, o maior mercado de exportação no período foi a Ásia-Pacífico, com 45% das exportações, seguido dos Estados Unidos, com 13.700 b/d, representando 44% do total das exportações brasileiras de etanol.

Apesar disso, o país também importa etanol, basicamente dos Estados Unidos, devido a problemas como secas, sazonalidade das colheitas dentre outros. Também em 2016, o país produziu cerca de 65 mil b/d de biodiesel, mais três quartos do biodiesel é produzido a partir de óleo de soja. (ANP, 2017; USDA, 2016).

O Brasil também tem reservas significativas de gás natural, que em 2017 correspondiam a 15 trilhões de pés cúbicos (Tcf) de reservas, segundo na América do Sul após a Venezuela, de acordo com o Oil & Gas Journal. Apesar disso o gás natural representou apenas 11% do consumo total de energia primária do Brasil em 2016 e o país atualmente conta com a Bolívia para atender suas necessidades, importando sob um acordo de fornecimento que expira em 2019.

O Brasil tem grande capacidade de geração elétrica, em 2016 correspondiam a 150 gigawatts (GW) em 2016, um aumento de 6,8% a partir de 2015, de acordo com o MME (2016). A energia hidrelétrica representou 97 GW de capacidade de geração, fontes de petróleo e gás 24 GW, 3 GW de carvão, 14 GW de biomassa e menores quantidades de energia eólica, nuclear e solar, o restante. No total, as fontes renováveis representaram 81% da capacidade instalada total em 2016.

No mesmo ano, o Brasil gerou 381 bilhões de kWh de energia hidrelétrica (MME, 2016). Atualmente, o país depende da energia hidrelétrica para fornecer mais de dois terços da sua eletricidade, contando com usinas de gás natural e diesel apenas para atender a demanda de pico ou como fontes de base de backup. O aumento das secas no Brasil levou a preocupações com a geração de energia hidrelétrica. Os reservatórios de água sofrem com diminuição dos níveis de água desde 2013, piorados pelo evento El Niño de 2015 a 2016 na região sudeste que causou a pior escassez de água em 35 anos (EIA, 2016).

Ainda que o Brasil considere reduzir a energia hidrelétrica no mix de geração para mitigar o risco de falta de oferta, em 2017 passou a funcionar a polêmica usina

de Belo Monte, na bacia amazônica, que ao entrar em pleno funcionamento terá a terceira maior capacidade dentre as hidrelétricas do mundo atrás apenas das Três Gargantas, na China, e da barragem de Itaipu. Esse projeto contou com ampla contestação em razão do seu dano ambiental e social

A energia nuclear representou 1.990 GW da capacidade de geração instalada (1,5% do total) no Brasil em 2016, a partir das usinas de ANGRA 1 (640 megawatts (MW)) e a ANGRA de 1.350 MW. A Eletronuclear (2017) espera concluir uma terceira planta, a Central Nuclear de Almirante Álvaro Alberto de 1,405 MW (CNAEA), anteriormente ANGRA 3 prevista para entrar em operações comerciais em maio de 2018.

A geração eólica também vem crescendo, e em 2017 o país contava com 446 usinas eólicas em operação comercial, somando 11,3 GW de capacidade instalada, com crescimento de 19,7% em comparação com o ano anterior, segundo dados do CCEE.

A capacidade de geração solar fotovoltaica (PV) no Brasil, incluindo sistemas de geração distribuída (GD), aumentou 332% entre 2015 e 2016. Em junho de 2017, o Brasil possuía 273 MW de energia solar fotovoltaica no seu mix de geração, que cinco anos atrás era torno de 1 MW. Até 2024, o governo espera que a capacidade solar global do Brasil exceda 8 GW (BN AMERICAS, 2017).

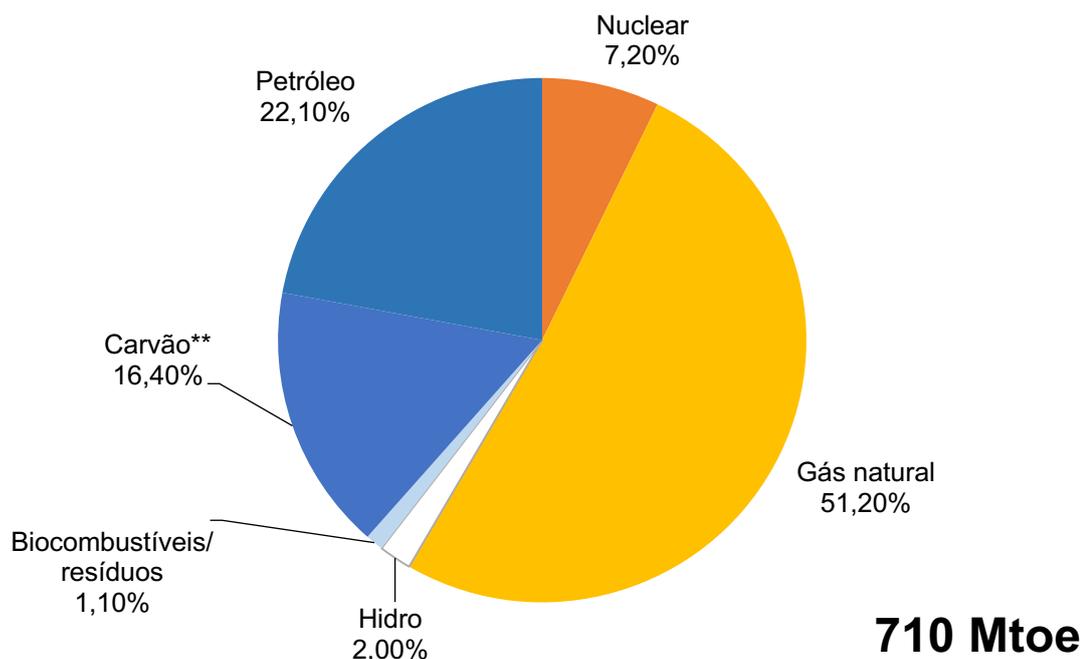
Como vimos, o domínio de energias renováveis, especialmente na geração elétrica brasileira, traz certo conforto em termos de segurança da oferta, bem como da relação entre consumo e produção de energia e suas emissões. Alguns projetos demonstram sucesso, muito embora tenham continuidade incerta, como no caso do etanol e do biodiesel. Começamos a amadurecer quanto geração eólica, além de estarmos crescendo também quanto à energia solar fotovoltaica, ainda contada em MW. De todo modo, será na seção seguinte onde analisaremos devidamente nossos esforços quanto às fontes eólica e solar.

4.3 Rússia

A Rússia é caracterizada pela grande disponibilidade reservas fósseis e por isso é considerada uma das grandes potências energéticas do mundo, tendo sua pauta de exportações composta majoritariamente por energia fóssil. Como aponta o gráfico 15, abaixo, a Oferta Total de Energia Primária (OTEP) foi de 710 Mtoe em

2015, demonstrando uma alta dependência do gás natural, como fonte de energia, acompanhados da produção petróleo e carvão, com espaço considerável também para a energia nuclear.

Gráfico 15 - Oferta Total de Energia Primária (OTEP) – Rússia, 2015



Fonte: OCDE/IEA (2017). Elaboração própria.

Na Rússia, petróleo e gás natural representam mais de um terço das receitas do orçamento federal (em 2016 representaram 36%) do orçamento federal (RUSSIA, 2017). A Rússia foi o maior produtor mundial de petróleo bruto, incluindo o condensado de arrendamento e o terceiro maior produtor de petróleo e outros líquidos (após a Arábia Saudita e os Estados Unidos) em 2016, com produção média de líquidos de 11,2 milhões de barris por dia (b/d). O país também foi o segundo maior produtor de gás natural seco em 2016, produzindo cerca de 21 trilhões de pés cúbicos (Tcf).

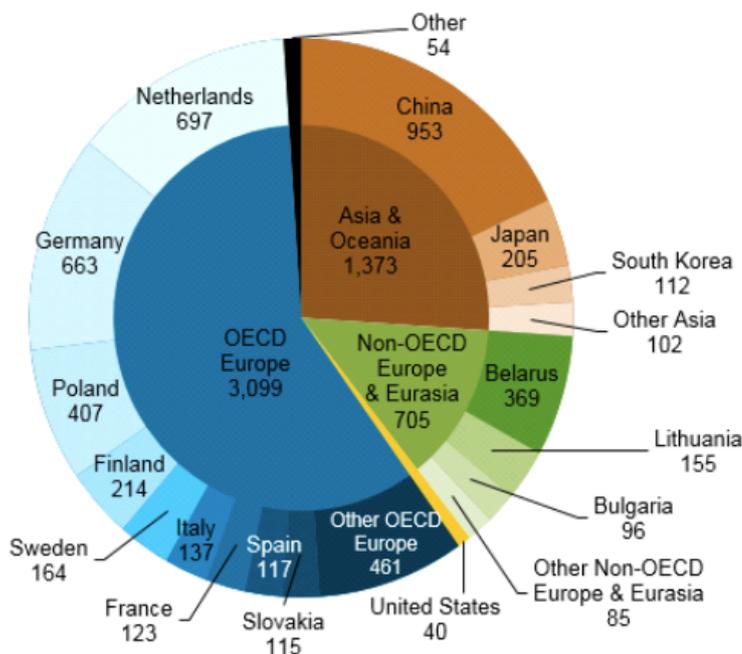
Rússia e Europa são profundamente ligados em razão da energia. O continente europeu necessita de abastecimento de petróleo e gás natural russos, enquanto a Rússia necessita da Europa como mercado consumidor. Em 2016, quase 60% das exportações russas de petróleo bruto e mais de 75% das exportações russas de gás natural foram para os países OCDE da Europa.

Recentemente, o país passou a sofrer com os menores preços do petróleo e as sanções econômicas dos países ocidentais em razão de sua disputa política com a Ucrânia. Esse fato, motivou a redução do investimento estrangeiro no país e levou a uma nova política de preços, a ameaça de empresas russas do setor, além de atuação do país junto à Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), em 2016, no sentido de acordar a limitação da produção de janeiro de 2016 a junho de 2016 afim de tentar estabilizar o mercado de petróleo.

Em maio de 2017, países OPEP e não-OPEP se reuniram e concordaram em prolongar os cortes de produção até o final de março de 2018. A Rússia também apresenta potencial para o desenvolvimento de recursos de xisto, mas devido à crise no setor, congelou os investimentos em projetos do tipo.

Em 2017, a Rússia contava com mais de 30 refinarias de petróleo com uma capacidade total de destilação de petróleo bruto de 5,1 milhões de b/d, de acordo com o Oil and Gas Journal (2016). Em 2016, a Rússia exportou mais de 5 milhões de barris/dia de petróleo bruto e condensado. A maioria das exportações russas (70%) foi para países europeus, em especial Holanda, Alemanha, Polônia e Bielorrússia (ver Gráfico 16, a seguir). Ásia e Oceania representaram 26% das exportações russas de petróleo bruto em 2016, com destaque para a parcela representada pela China. Vale dizer, em 2016 a Rússia foi o maior fornecedor de petróleo bruto para a China, superando a Arábia Saudita.

Gráfico 16 - Destino das exportações russas de petróleo bruto e condensado, em milhares de barris/dia (2016)

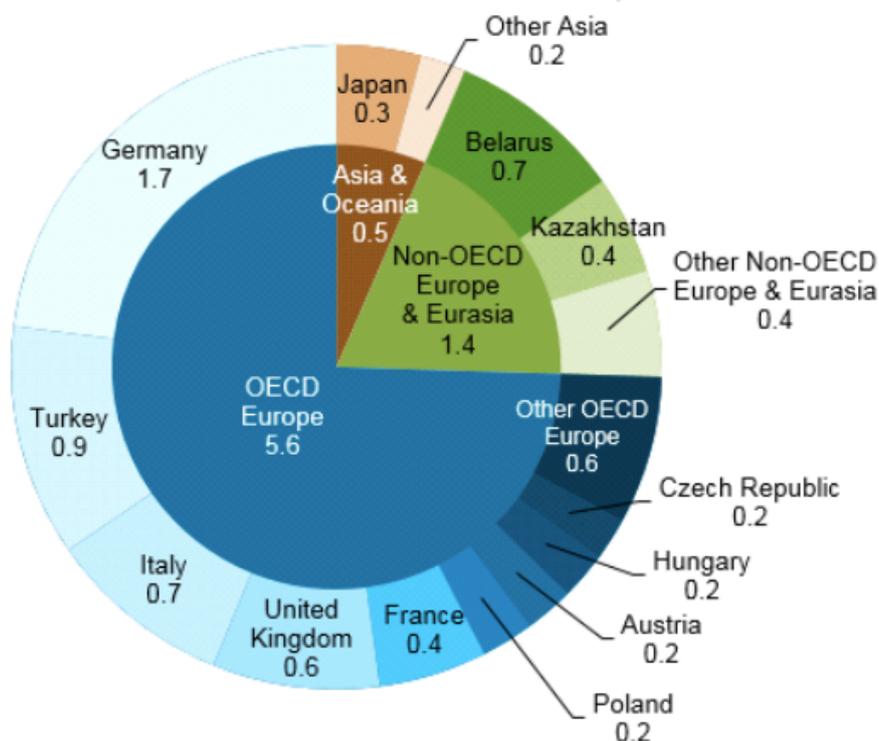


Fonte: U.S. Energy Information Administration

A Rússia possui as maiores reservas de gás natural do mundo, cerca de 1,688 trilhões de pés cúbicos (Tcf), segundo o Oil and Gas Journal em 2017, e é o segundo maior produtor de gás natural seco. A estatal Gazprom domina o setor de gás natural do país, muito embora a produção de outras empresas tenha crescido. A receita das exportações de gás natural em 2015 representou cerca de 13% das receitas totais de exportação russas (EIA, 2017).

Embora não se compare aos ganhos auferidos a partir da venda de petróleo, o gás cumpre importante papel na geração doméstica, e alguns países europeus como a Finlândia, os Bálticos e grande parte do Sudeste da Europa, recebem praticamente todo o seu gás natural da Rússia.

Gráfico 17 - Destino das exportações russas de gás natural (em trilhões de pés cúbicos), 2016



Fonte: U.S. Energy Information Administration

Em 2016, a geração bruta de energia elétrica russa totalizou 1.071 bilhões de quilowatts (BkWh) e o país consumiu cerca de 900 BkWh (Rússia, 2017). Combustíveis fósseis como petróleo, gás natural e carvão são utilizados na geração de cerca de dois terços da eletricidade, complementados majoritariamente pelas energias hidrelétrica e nuclear. A maior parte da geração de combustível fóssil vem de gás natural (Rússia, 2017).

Também em 2016, a Rússia foi o quarto maior gerador de energia nuclear do mundo, contando com a quinta maior capacidade nuclear instalada e sete reatores nucleares em construção (IAEA, 2017). O país tem uma capacidade nuclear instalada de mais de 26 milhões de quilowatts distribuídos em 35 reatores nucleares e pretende desenvolver a geração nuclear de forma audaciosa.

Como suas instalações nucleares estão envelhecendo, o país tem uma política destinada a aumentar a vida útil das atuais instalações e segundo o programa de metas federais prevê uma participação da energia nuclear de 45% a 50% na geração

total em 2050 e uma participação de 70% para 80% até 2100. Em 2017, haviam sete reatores nucleares em construção.

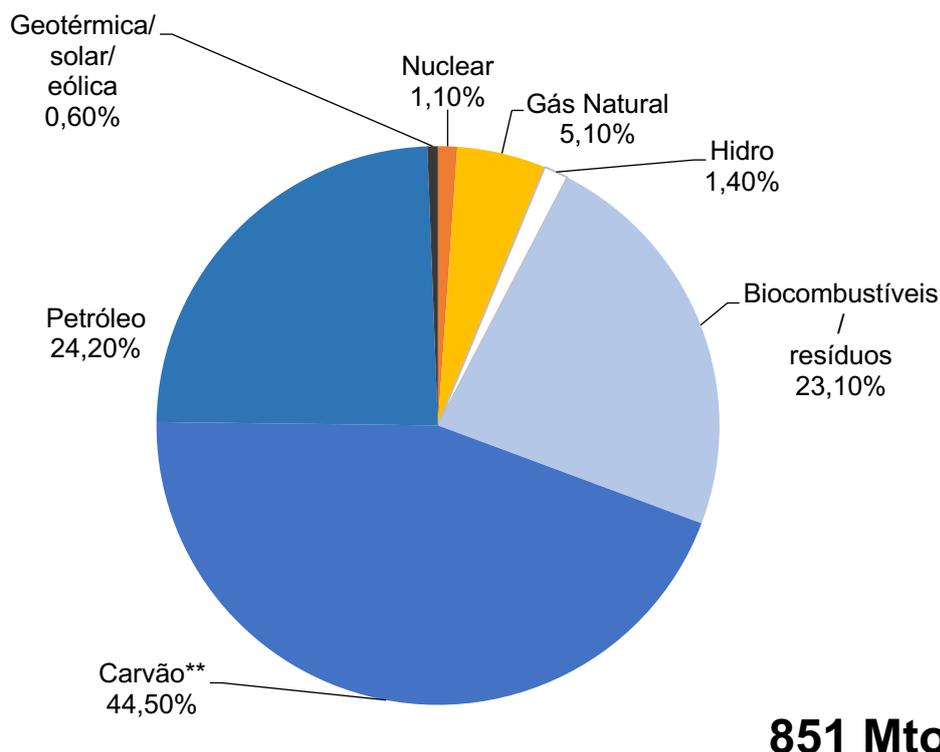
Quanto ao carvão, a Rússia tem reservas consideráveis e é o terceiro maior exportador mundial. Com 177 bilhões de toneladas curtas de carvão no final de 2016, a Rússia tinha então a terceira maior reserva de carvão recuperável do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos e da China. O país produziu 425 milhões de toneladas curtas em 2016, tornando-se o sexto maior produtor de carvão do mundo atrás da China, Índia, Estados Unidos, Austrália e Indonésia. Cabe salientar, que em 2016, 47% das exportações russas de carvão foram para a Ásia. As exportações totais de carvão da Rússia quase duplicaram na última década e deverão continuar a crescer no futuro.

Como se vê, a Rússia continua a seguir o cenário *business as usual*, ou uma concepção mais tradicional de segurança energética, baseando-se na energia gerada a partir de combustíveis fósseis, embora o gás natural (o mais limpo dos combustíveis fósseis) predomine. Sua aposta para século no setor está baseada na energia nuclear, que conforme já citamos, é considerada propensa a problemas graves relacionados à segurança.

4.4 Índia

Como aponta o gráfico 18, abaixo, a Oferta Total de Energia Primária (OTEP) indiana foi de 851 Mtoe em 2015, demonstrando uma alta dependência do carvão natural e do petróleo.

Gráfico 18 - Oferta Total de Energia Primária (OTEP) – Índia, 2015



Fonte: OCDE/IEA(2017). Elaboração própria.

Dados de 2013, colocam a Índia como o terceiro maior consumidor de energia do mundo, após a China e os Estados Unidos. O país tem na energia um grande problema: apesar de possuir recursos de combustível fóssil notáveis, vem se tornando cada vez mais dependente de importações, num momento em que cresce vigorosamente.

Em 2014, o país foi considerado a terceira maior economia do mundo em 2014, medida em termos de paridade do poder de compra (WORLD BANK, 2016). As deficiências em infraestrutura, energia e a volatilidade global dos preços da energia, estão entre os riscos enfrentados pela economia indiana (REUTERS, 2015). Para atender aos desafios da crescente demanda de energia, o governo busca promover e atrair projetos em energia e infraestrutura.

O consumo de energia primária na Índia mais do que duplicou entre 1990 e 2013, atingindo cerca de 775 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (IEA, 2016). Em 2014, o país tinha a segunda maior população do mundo, com quase 1,3 bilhão de pessoas em 2014, de acordo com dados do Banco Mundial (2016). Ao mesmo tempo, o consumo de energia per capita indiano é representado por um terço da média global, de acordo com a Agência Internacional de Energia (AIE), indicando

um enorme espaço crescimento a medida que o país cresce economicamente (IEA, 2015).

A Índia foi o quarto maior consumidor de petróleo e produtos petrolíferos no mundo em 2015, depois dos Estados Unidos, China e Japão. O país depende de petróleo bruto importado, principalmente do Oriente Médio, e aumentou suas importações líquidas totais de petróleo de 42% da demanda em 1990 para cerca de 75% da demanda em 2015. A Índia deve continuar a importar petróleo uma vez que sua produção permanece incapaz de acompanhar sua demanda. No momento, os indianos adotam uma política de reserva de barris de petróleo, representada pela The Indian Strategic Petroleum Reserves Limited (ISPRL).

De acordo com o Oil & Gas Journal (2015), a Índia tinha quase 53 Tcf de reservas de gás natural comprovadas no final de 2015. Cerca de 34% das reservas totais estão localizadas em terra e 66% são *offshore*, de acordo com o Ministério do Petróleo e Gás da Índia (2015). O país era autossuficiente em gás natural até 2004, quando passou a importar gás natural liquefeito (GNL) do Quatá pois não conseguiu criar uma infraestrutura de gás natural suficiente. Em 2015, foi o quarto maior importador de GNL do mundo em 2015 (IHS, 2016).

O carvão é a principal fonte de energia da Índia. O país possui uma das cinco maiores reservas de carvão do mundo, e ficou em terceiro lugar em termos de produção e consumo em 2013. Ao mesmo tempo, tornou-se o maior importador de carvão em 2015. O setor de energia é o maior consumidor de carvão, representando cerca de 65% do consumo de carvão em 2014 (IHS, 2015).

A Índia tinha mais de 300 gigawatts de capacidade de geração de eletricidade instalada conectada à rede nacional, segundo dados de 2016, principalmente a partir de plantas movidas a carvão. Devido à oferta insuficiente de combustível e geração de energia e capacidade de transmissão, o país sofre uma grave escassez de eletricidade, o que leva a apagões em horas de pico. Em julho de 2012, sofreu um apagão sem precedentes que afetou cerca de 680 milhões de pessoas nos estados do norte do país. A IEA estima a eletrificação doméstica geral na Índia em 81%, com 237 milhões de pessoas sem eletricidade, em 2013, sobretudo no meio rural (IEA, 2015).

A geração a partir de combustíveis fósseis, sobretudo o carvão, representou cerca de 81% da geração líquida de eletricidade da Índia, correspondendo a 1.208 terawatts hora (TWh) em 2014 (BP, 2015) e, de acordo dados do governo indiano, o

país adicionou 72 GW de capacidade de energia, a partir especialmente do carvão, no início de 2016 (ÍNDIA, 2012).

A Índia foi o sétimo maior produtor mundial de energia hidrelétrica em 2014, com cerca de 130 TWh de geração bruta (EIA, 2015). A capacidade instalada total de energia elétrica advindas de instalações hidrelétricas foi de cerca de 43 GW, em abril de 2016, sendo segunda maior fonte de produção de energia na Índia após os combustíveis fósseis (ÍNDIA, 2016). O país ainda tem grande potencial de aproveitamento de seus recursos hidrelétricos, estimados em cerca 148 GW (THE INDIAN EXPRESS, 2015).

A Índia tem 21 reatores nucleares operacionais em 7 usinas nucleares com uma capacidade de geração líquida de 5,3 GW, representando cerca de 2% da capacidade de geração total de serviços públicos. Desde 2016, seis reatores com uma capacidade instalada líquida combinada de 3,9 GW estão em construção e podem entrar em linha até 2017 (Índia, 2016; IAEA, 2016; WNA, 2016). O governo planeja aumentar a participação nuclear da geração total de 3% em 2014 para 25% até 2050.

A falta de eletricidade em algumas partes da Índia resulta em uso substancial da biomassa tradicional e dos resíduos principalmente para uso doméstico em áreas rurais. A biomassa e os resíduos são estimados como a segunda maior fonte de consumo de energia primária. Uma pequena porção de biomassa e bagaço contribui para a matéria-prima da planta de energia.

Muitas áreas rurais da Índia tendem a confiar na biomassa tradicional (incluindo lenha, esterco animal e resíduos agrícolas) para cozinhar, aquecer e iluminar porque essas áreas não têm acesso adequado a melhores suprimentos de energia. Os problemas disso decorrentes são importantes, por exemplo, o uso de combustíveis sólidos para cozinhar pode causar problemas à saúde devido a exposição ao lixo e à poluição (ÍNDIA, 2011).

A Índia também usa biomassa no setor de energia. De acordo com o Ministério das Indústrias de Energia Nova e Renovável da Índia, a Índia tinha 4,9 GW de capacidade instalada baseada em serviços públicos e quase 1 GW de instalações fora da rede usando biomassa, bagaço e resíduos até o início de 2016 (ÍNDIA, 2016). De todo modo, no país o uso de biocombustíveis ainda engatinha.

Recentemente, a Índia também fez investimentos consideráveis em renováveis, sobretudo na fonte eólica, posicionando-se globalmente em quarto lugar

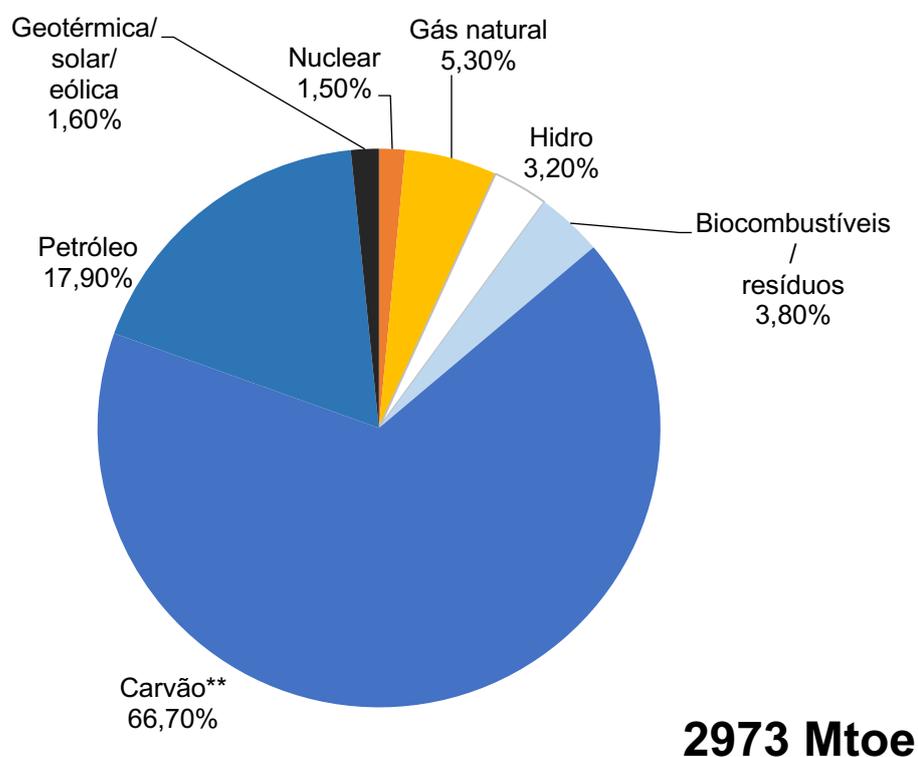
em capacidade eólica instalada (GWEC, 2016). O país também começa a investir em energia solar.

O referido país tem um imenso desafio pela frente, sua economia cresce a passos largos e é baseada sobretudo em carvão, que dentre os combustíveis fósseis é o mais poluente. Como seu consumo médio de energia é considerado baixo, espera-se uma grande alta conforme o país cresce. Nesse sentido, é decisivo buscar alternativas para uma estratégia de segurança energética bem-sucedida, levando em consideração energias limpas e renováveis, num plano que contemple também os mais pobres, capaz de reduzir suas emissões e ajudar a descarbonizar seu perfil energético.

4.5 China

Como aponta o gráfico 19, abaixo, a Oferta Total de Energia Primária (OTEP) chinesa foi de 2973 Mtoe em 2015, demonstrando uma alta dependência do carvão como fonte de energia, seguida da produção em petróleo e gás natural.

Gráfico 19 - Oferta Total de Energia Primária (OTEP) – China, 2015



Fonte: OCDE/IEA (2017). Elaboração própria.

A China é o país mais populoso do mundo (1,36 bilhões de pessoas em 2013) e tem uma economia em rápido crescimento, que impulsiona a alta demanda do país em busca de recursos energéticos (WORLD BANK, 2015). O país tornou-se o maior consumidor mundial de energia em 2011 e é o segundo maior consumidor de petróleo do mundo, atrás dos Estados Unidos. A China era um exportador de petróleo até o início dos anos 1990, mas tornou-se segundo a US Energy Information Administration (EIA) o maior importador líquido de petróleo e outros líquidos do mundo em 2013. O crescimento do consumo de petróleo na China representou cerca de 43% do crescimento mundial do consumo de petróleo em 2014.

Em março de 2013, Xi Jinping se tornou presidente e Li Keqiang assumiu o cargo de primeiro-ministro. A nova administração iniciou uma reforma econômica e financeira no país, com objetivos que incluem um crescimento sustentável a longo prazo. No setor de energia, o governo está se movendo em direção a preços baseados no mercado, eficiência energética e medidas de controle de poluição e competição entre empresas de energia, além de fazer grandes investimentos em áreas de hidrocarbonetos e projetos de energia renovável tecnicamente mais desafiadores.

O governo chinês estabeleceu como meta aumentar o consumo de energia de combustíveis não fósseis para 15% do mix de energia até 2020, e em 20% até 2030, em um esforço para aliviar a dependência do país do carvão. Além disso, a China vem aumentando o uso de gás natural afim de substituir o petróleo e o carvão e planeja usar o gás natural para 10% do seu consumo de energia até 2020 (WNN, 2014). Com o objetivo chinês de aumentar a eficiência energética e o de aumentar a sustentabilidade ambiental, a participação do carvão na economia deve diminuir consideravelmente.

Graças ao intenso uso de carvão, a China também é o principal emissor mundial de CO₂, tendo lançado 8.106 milhões de toneladas métricas de CO₂ em 2012. O governo da China planeja reduzir a intensidade de suas emissões globais de CO₂ em pelo menos 40% entre 2005 e 2020.

O atual plano de mudanças climáticas divulgado no final de 2014 reforçou o compromisso chinês de reduzir as emissões de carbono, principalmente nas indústrias de uso intensivo de energia até 2020.

A China é o maior gerador de energia elétrica do mundo, tendo superado os Estados Unidos em 2011. Sua geração de energia líquida foi estimada em 5.126

Terawatthours (TWh) em 2013, de acordo com as estimativas da EIA, com o setor industrial tendo enorme peso no consumo de eletricidade chinês.

A geração elétrica da China é controlada por *holdings* estatais, embora reformas limitadas tenham aberto o setor elétrico a alguns investimentos privados e estrangeiros. No setor, o carvão e a hidroeletricidade continuam a ser as principais fontes de geração do país. Para além disso, há esforços consideráveis no sentido de gerar mais energia de fontes nucleares, renováveis e gás natural, com base nas suas preocupações ambientais e diversificação da sua produção.

O governo chinês priorizou a expansão das usinas de energia nuclear, a gás natural e renováveis, bem como na estruturação de um moderno sistema de transmissão de eletricidade para conectar fontes de energia remotas às áreas densamente povoadas ao longo de sua costa. Embora o carvão continue a ser a principal fonte de geração de eletricidade, a China busca formas de reduzir a expansão da geração de carvão.

A geração nuclear representa uma pequena parcela do portfólio total de geração de energia do país, mas a China está promovendo ativamente a energia nuclear como uma fonte limpa, eficiente e confiável de geração de eletricidade. A China gerou 106 TWh de energia nuclear em 2013, representando apenas 2% de sua geração líquida total.

A capacidade instalada líquida da China foi de mais de 23 GW a partir de abril de 2015, após o país ter adicionado dez reatores com mais de 10 GW desde o início de 2013 (IAEA, 2015). O governo chinês planeja aumentar a capacidade nuclear operacional para 58 GW e ter 30 GW de capacidade em construção até 2020 (WNA, 2015).

O país, pretende construir estoques estratégicos e comerciais de urânio através de compras no exterior e continuar a desenvolver a produção, além de desenvolver instalações de reprocessamento de combustível nuclear (WORLD NUCLEAR ASSOCIATION, 2015.)

O governo chinês tem o objetivo declarado de produzir pelo menos 15% do consumo global de energia até 2020 de fontes de combustíveis não fósseis à medida em que assimila as questões ambientais. Dessa forma, hoje a China é o principal investidor no setor de energia renovável, num esforço relevante para reduzir suas emissões de carbono (BLOOMBERG, 2015).

Devido à sua rentabilidade e potencial de recursos consideráveis, a hidroeletricidade tornou-se a principal fonte de geração de energia renovável da China, levando o país a se tornar o maior produtor mundial de energia hidrelétrica em 2013. Naquele ano, o país gerou cerca de 894 TWh de eletricidade líquida a partir de hidrelétricas, representando 18% da geração total da eletricidade líquida do país, de acordo com as estimativas da EIA.

O maior projeto de hidrelétrica do mundo, a represa das Três Gargantas ao longo do rio Yangtze, foi concluído em julho de 2012 e inclui 32 geradores. A barragem gerou quase 99 TWh em 2014, o maior nível mundial de geração de energia hidrelétrica da história. Outro grande projeto inaugurado recentemente é a hidrelétrica Xiangjiaba, que entrou em operação em 2013.

Em 2013, a China foi considerada o segundo maior produtor eólico do mundo, gerando cerca de 132 TWh, um nível 38% superior ao de 2012, sendo que a capacidade instalada na China foi de 76 GW no final de 2013. A China também está investindo agressivamente na energia solar e espera aumentar sua capacidade de 15 GW (2013) para 100 GW até o final de 2020.

O uso de biomassa na China é relativamente baixo, utilizada principalmente para aquecimento e cozimento em áreas rurais e apenas para projetos de energia em pequena escala.

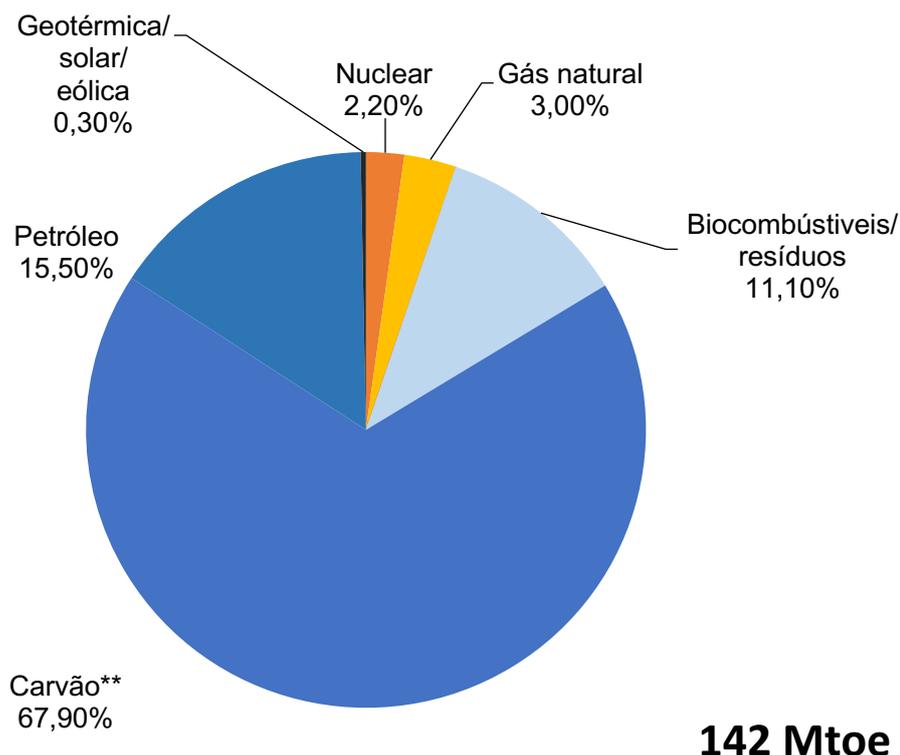
Os chineses sofrem com os custos de uma economia movida a carvão, altamente poluidora e danosa ao meio ambiente e a saúde humana. O país, é o principal produtor, consumidor e importador de carvão do mundo e representa quase metade do consumo mundial de carvão, um fator importante nas emissões mundiais de dióxido de carbono. Além disso, o país consome muito mais petróleo do que é capaz de produzir, apresentando uma óbvia vulnerabilidade em termos de segurança energética.

Ao mesmo tempo em que o carvão deve continuar sendo o esteio da indústria de energia elétrica, o governo dá mostras de querer descarbonizar a economia e busca novas opções como forma de assegurar seus objetivos em segurança energética. Nesse sentido, o país objetiva se tornar líder mundial em energia limpa até 2030 (IRENA, 2014), e hoje já conta com a maior capacidade instalada de energia eólica.

4.6 África do Sul

Como aponta o 20, abaixo, a Oferta Total de Energia Primária (OTEP) sul-africana foi de 146 Mtoe em 2015, demonstrando uma alta dependência do carvão como fonte de energia, acompanhada da produção petróleo.

Gráfico 20 - Oferta Total de Energia Primária (OTEP) - África do Sul, 2015



Fonte: OCDE/IEA (2017). Elaboração própria.

A África do Sul tem uma grande indústria de mineração de carvão, intensiva em energia. O setor de energia da África do Sul é fundamental para sua economia, já que o país depende fortemente de sua indústria de mineração de carvão em larga escala. A África do Sul possui poucas reservas provadas de petróleo e gás natural e usa seus grandes depósitos de carvão para atender a maioria de suas necessidades energéticas, particularmente as do setor elétrico. A maior parte do petróleo consumido no país, é utilizada no setor de transporte, sendo importado e, depois, refinado localmente. Nesse sentido, o país possui uma indústria sofisticada de combustíveis sintéticos.

A África do Sul tem a segunda maior economia em África, em termos de produto interno bruto (PIB), e tem o maior consumo de energia no continente, representando

cerca de 28% do consumo total de energia primária na África, de acordo com a BP Statistical Review of World Energy (2017). A dependência da África do Sul do carvão levou o país a se tornar o principal emissor de dióxido de carbono, em termos volumétricos, em África (representando 35% das emissões em África) e o 14º maior emissor do mundo (BP, 2017). Espera-se que o consumo de carvão na África do Sul continue a aumentar à medida que novas estações de energia a carvão estão programadas para entrar em atividade, afim de atender a crescente demanda por eletricidade.

As reservas de carvão aprovadas na África do Sul foram estimadas em 11 bilhões de toneladas curtas no final de 2016, a 10ª maior do mundo, de acordo com a BP Statistical Review of World Energy (2017). A economia da África do Sul é fortemente dependente do carvão, pois representa cerca de 70% do consumo total de energia primária do país. O setor elétrico representa mais da metade do carvão consumido na África do Sul.

A África do Sul importa gás natural de Moçambique através de *pipeline* para abastecer a planta Synaguel Secunda da Sasol e para alimentar usinas alimentadas a gás natural. O país produz um pequeno volume de gás natural *offshore*, e o governo visa aumentar a produção de gás natural a partir de campos convencionais *offshore*, do desenvolvimento do gás de xisto *onshore*, de importações regionais de Moçambique e potenciais importações de gás natural liquefeito (GNL) para reduzir a dependência do país no carvão no setor elétrico e industrial no longo prazo.

A EIA estima que a África do Sul detém 390 trilhões de pés cúbicos de recursos tecnicamente recuperáveis de gás de xisto, tornando o país o oitavo maior detentor de recursos de gás de xisto tecnicamente recuperáveis no mundo (EIA, 2013). A África do Sul tem pequenas quantidades de reservas provadas de petróleo bruto, e conta com uma produção de petróleo bruto diminuta. Os combustíveis sintéticos, derivados do carvão e do gás natural, representam cerca de 86% da produção doméstica de líquidos no petróleo. De acordo com o Oil & Gas Journal (2016), a África do Sul possui reservas de petróleo bruto de 15 milhões de barris.

A geração bruta de eletricidade foi de cerca de 250 Terawatthours (TWh) em 2015 e 2016 (BP, 2017). A Eskom fornece aproximadamente 90% da eletricidade da África do Sul, e o restante vem de produtores de energia independentes e importações.

O setor de energia renovável da África do Sul ainda engatinha, mas como parte do seu Plano Integrado de Energia, a África do Sul tem como objetivo entregar 17,8 GW de capacidade de energia renovável até 2030, de acordo com o objetivo geral de reduzir as emissões de carbono e diversificar o portfólio de combustíveis para geração de energia (SOUTH AFRICA, 2017).

A África do Sul apresenta grande dependência econômica do carvão, o que não dá elementos significativos para esperar uma mudança considerável de seu perfil energético nos próximos anos, o país promove algumas ações, mas somente incipientes, de estímulo aos renováveis.

4.7 Energias renováveis nos BRICS: perspectivas

A análise da oferta de energia nos BRICS demonstra que há muito a ser feito rumo à transição energética para um *soft energy path* e menores emissões decorrentes do uso de energia. O carvão predomina como fonte de energia, seguido do petróleo e do gás natural.

A Rússia tem a maior participação de combustíveis fósseis na oferta de energia, embora devamos considerar que boa parte dela corresponde a gás natural, o mais limpo dentre os combustíveis fósseis. A China, a Índia e a África do Sul têm forte dependência do carvão. Nesse sentido, preocupa especialmente o papel do carvão na China e na Índia, considerando o volume em questão e a dimensão das emissões decorrentes desse perfil energético, que tendem a aumentar se nada for feito, considerando o crescimento econômico nos últimos anos e o que está por vir.

No entanto, algumas políticas se destacam no sentido de reduzir as emissões como no caso dos biocombustíveis brasileiros e das tecnologias sustentáveis promovidas pela China. A Rússia, aposta num futuro nuclear, o que pode reduzir suas emissões de gases do efeito estufa, mas a opção está associada hoje a sérios riscos ambientais (SOVACOOOL, 2010).

Destacamos então, a vocação da Rússia e do Brasil como exportadores importantes de energia, da China consumidora, mas ao mesmo tempo como grande inovadora em renováveis e de Índia e África do Sul como consumidores. Essas diferenças, promovem uma complementariedade energética entre os BRICS, abrindo espaço para cooperação internacional.

4.8O BRICS: esforços conjuntos

No âmbito do BRICS, o tema apareceu primeiro na IV Cúpula dos BRICS, realizada em Nova Délhi, em março de 2012, quando os países concordaram em promover o intercâmbio de conhecimento, *know-how*, tecnologia e melhores práticas no setor (BRICS, 2012). Posteriormente, o tema reaparece¹⁴ mais fortemente na VII Cúpula dos BRICS, na Declaração de Ufá (BRICS, 2015), destacando temas como cooperação energética, eficiência energética, trânsito de recursos energéticos, segurança energética e industrial, fontes renováveis e uso pacífico de tecnologia nuclear.

Na VIII Cúpula do BRICS, em Goa (Índia) sua declaração menciona a aprovação do primeiro conjunto de empréstimos do Novo Banco de Desenvolvimento (NBD), enquanto financiadores de projetos de energia renovável nos países BRICS (BRICS, 2016).

Sobre o NBD, é preciso dizer que concordamos com Costa Lima e Silva (2016), que destacam a iniciativa do Novo Banco de Desenvolvimento (NBD), organismo multilateral operado de modo horizontal por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. O banco, representa uma alternativa às instituições de Bretton Woods como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI), possibilitando um novo arranjo, condizente com aumento do poder econômico e influência dos cinco países.

Cabe ressaltar, que os investimentos do NBD são focados em projetos de desenvolvimento sustentável e infraestrutura em países pobres e emergentes. Com essa inovação, os BRICS abrem, por meio de relações menos assimétricas, espaço importante para sua inserção financeira e para as demandas dos países do sul global, sem os constrangimentos próprios das condições políticas impostas pelo chamado Consenso de Washington, além da perspectiva de negociar em moeda local, alternativamente ao dólar.

¹⁴ Durante a Cúpula do BRICS de 2014, o Presidente Russo Vladimir Putin propôs a iniciativa de criação da Coalização Energética do BRICS, mas apesar de aceita com entusiasmo por todos os membros a proposta não se concretizou em ação.

Finalmente, em 2017, o tema voltou a aparecer na IX Cúpula do BRICS. Destacamos abaixo, portanto, o ponto de número 15 da Declaração de Xiamen (BRICS, 2017), que no nosso entendimento resume bem a retórica do grupo sobre a cooperação energética:

Sublinhando a importância estratégica da energia para o desenvolvimento econômico, comprometemo-nos a fortalecer a cooperação do BRICS em energia. Reconhecemos que o desenvolvimento sustentável, o acesso à energia e à segurança energética são fundamentais para a prosperidade e o futuro compartilhados do planeta. Reconhecemos que a energia limpa e renovável precisa ser acessível a todos. Trabalharemos para promover mercados abertos, flexíveis e transparentes para commodities e tecnologias de energia. Trabalharemos juntos para promover o uso mais eficiente dos combustíveis fósseis e o uso mais amplo de gás e energia hidráulica e nuclear, o que contribuirá para a transformação em direção a uma economia de baixas emissões, o melhor acesso à energia e o desenvolvimento sustentável. A esse respeito, sublinhamos a importância da previsibilidade no acesso a tecnologia e financiamento para a expansão da capacidade de energia nuclear civil, o que contribuiria para o desenvolvimento sustentável nos países do BRICS. Encorajamos o diálogo continuado sobre o estabelecimento de uma Plataforma de Cooperação em Pesquisa Energética do BRICS e conclamamos as entidades relevantes que continuem a promover pesquisas conjuntas sobre cooperação e eficiência energéticas. (BRICS, 2017)

Por fim, entendemos que a abundância de certos recursos energéticos em cada país justificou suas escolhas em tempos em que fatores como a poluição e a finitude de recursos não estava na agenda, mas hoje a realidade mudou. Quanto à energia, os BRICS devem seguir desempenhando um fundamental para o mundo, como consumidores, produtores e também graças as suas emissões, sobretudo as associadas ao uso de energia.

Dessa forma, acreditamos que os BRICS têm a oportunidade, através de políticas inovadoras e exitosas no setor, de serem caracterizados por seu comprometimento ambiental e pela promoção de alternativas renováveis, servindo de modelo de desenvolvimento (SAHU, 2016).

5 BRASIL, CHINA E O DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS EOLICA E SOLAR

Nesta seção, examinamos e comparamos o desenvolvimento recente das energias renováveis eólica e solar no Brasil e na China, analisando suas respectivas políticas de incentivo. A indústria de energia é hoje uma das mais inovadoras e das que mais cresceram nos últimos anos. Os renováveis em questão, se enquadram na bibliografia sob a categoria *non-hydro renewables*, que inclui ainda as energias geotérmica, de marés, biocombustíveis dentre outras.

O desempenho de Brasil e China quanto à promoção da inovação em fontes renováveis de energia é bem distinto. No caso brasileiro, o país assume uma posição de relativo conforto dada a sua produção de energia elétrica não ter grande impacto quanto às emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE). As emissões brasileiras têm muito mais associação com o desmatamento, em parte considerável graças a uma economia com forte presença da agricultura industrial e da pecuária, que expande-se de modo irregular sobre áreas de floresta.

Ainda assim, julgamos ser essencial que o Brasil participe ativamente dessa nova “revolução” tecnológica, desenvolvendo tecnologia própria e auferindo ganhos a partir desse processo. Essa alternativa, entendemos, deve ser considerada especialmente em razão da saturação da solução tradicionalmente adotada: a do empreendimento em grandes projetos de hidrelétricas, de alto custo ambiental e social, ao mesmo tempo tão vulnerável às mudanças recentes no regime de chuvas¹⁵.

A China, por sua vez, tem sua produção energética dominada pela dependência do carvão como fonte de energia primária, combustível fóssil altamente poluidor. O país, tem peso decisivo nas emissões globais de CO₂ e, devido à constrangimentos internos e externos, parece se esforçar para compensar suas emissões de CO₂, com políticas que gradualmente substituam às energias mais tradicionais. Ao mesmo tempo, o país asiático está tomando a dianteira na inovação em energias renováveis – fato que analisamos na sequência –, num esforço de mudar seu quadro de poluição e alta emissão de gases associados ao efeito estufa (GEE), inclusive tornando suas grandes cidades menos inóspitas e mais saudáveis.

¹⁵ Vale lembrar que não falamos isso em abstrato, bastando considerar o histórico recente de apagões em decorrência de crise hídrica em 2001 e 2002.

5.1 Mecanismos de organização e regulação de mercado para o incentivo de energias renováveis

Nesta parte do trabalho, apresentamos as formas mais comuns de promoção de políticas de mercado. Esse tipo de ação, objetiva organizar e regular o ambiente nacional, com o objetivo de promover energias de fontes renováveis. De modo geral, três alternativas são utilizadas com esse intuito: o estabelecimento de tarifas prêmio, as *feed-in tariffs*; a política de leilão, e; a política de quotas. Essas ações costumam ser utilizadas de modo exclusivo ou combinado, inclusive com o complemento de outros incentivos como, por exemplo, subsídios.

Essas são políticas baseadas no arcabouço neoclássico, que tentam dar conta da ideia de falha de mercado. Ao tentar estabelecer um mercado cativo para novas e promissoras fontes energéticas, essas políticas complementam de forma relevante as políticas neoschumpeteriana, preocupadas com as ideias básicas de produzir e endogeneizar a inovação.

Um dos mecanismos comumente utilizados no incentivo ao desenvolvimento de novas fontes de energia são as chamadas *feed-in tariffs* (FIT) que consistem em tarifas especiais, acima das de mercado, estabelecidas para novas fontes oferecidas a partir de contratos de longo prazo. Através de uma tarifa prêmio, estimula-se o advento de novas fontes, como a eólica e a solar, por meio de contratos com prazos capazes de garantir a rentabilidade e reduzir os riscos aos investidores.

Em alguns casos, a FIT barateia-se progressivamente, como modo de incentivar ainda mais os investimentos tecnológicos. Esse mecanismo, visa tornar as fontes renováveis competitivas a partir do preço, diante de opções tradicionais como as fontes fósseis (ZAHNG, 2013). O mecanismo, também se mostra útil mesmo ante a projetos tradicionais baseados em energias consideradas limpas, caso das grandes hidrelétricas.

Outra forma de criar reserva de mercado para as novas fontes, é através de leilões de contratação de longo prazo específicos para as fontes renováveis, visto que leilões abertos à competição com fontes tradicionais tendem, obviamente, a favorecer estas fontes que já estão mais desenvolvidas e por isso têm menor custo financeiro e maior produtividade. Em todo caso, uma política de estímulo aos renováveis

pressupõe preocupação com custos maiores que os financeiros, como o ambiental e o social.

Assim, o regulador define uma cota de KWh a ser contratada, e as ofertas são aceitas em ordem crescente de preços, contratando-se os projetos mais baratos em disputa, tantos quantos forem necessários até suprir a cota inicialmente estabelecida (MELO *et al.*, 2010). Esse mecanismo de estímulo, para que seja bem-sucedido no sentido de estimular os negócios no setor, deve contar com leilões com certa regularidade e previsibilidade quanto ao seu cumprimento.

Por fim, uma alternativa que vem sendo cada vez mais utilizada afim de incentivar o desenvolvimento e consumo de novas fontes de energias é o sistema de cotas. Neste caso, os preços ficam a cargo do mercado, mas a lei estipula percentuais (cotas) de produção e consumo de determinadas fontes renováveis. Assim, os agentes ou produzem ou contratam energia de produtores independentes em contratos de longo prazo. Outra opção é a aquisição de certificados de outros agentes que comprovadamente diminuíram suas emissões além da cota estabelecida.

Em todos esses três modelos, uma questão fundamental é “quem paga a conta”. E, comumente, o custo é repassado ao consumidor final, seja por repartição local do custo, seja por repartição em nível nacional. Em todo caso, é um desafio investir em inovação e fontes renováveis de energia no setor elétrico ao mesmo tempo que se busca garantir a modicidade tarifária. Produtos inovadores são tipicamente mais caros, ainda que o custo das energias renováveis venha caindo rapidamente, ao mesmo tempo em que sua produtividade aumenta.

5.2 Os mecanismos de incentivo ao mercado no Brasil e na China

No caso brasileiro, instituiu-se o uso do sistema de FIT através do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) no início da primeira década dos anos 2000, que contemplou projetos de pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos termelétricos movidos a biomassa. Os contratos do Proinfa atingiram a cota inicial prevista (de 3.300 MW de capacidade) e a segunda fase do projeto não entrou em operação. Vale lembrar que o programa não contemplou a energia solar entre as fontes escolhidas.

O Proinfa também estipulou algumas exigências, como a de conteúdo nacional, da qual trataremos mais adiante. Na primeira etapa, a exigência mínima era de 60%

de conteúdo nacional e, na segunda, seria de 90%. Apesar dos desafios quanto ao incentivo do conteúdo nacional, especialmente para a formação de empresas brasileiras no setor e não de filiais de empresas estrangeiras, de todo modo, o programa teve papel importante no sentido de diversificar as fontes energéticas no Brasil.

Mais adiante, no Brasil, o sistema de FIT passou a dar lugar ao mecanismo de leilões dentro do chamado ambiente de comercialização regulado (ACR), a partir de 2004. Esse segmento do mercado serve a operações de compra e venda de energia elétrica, em geral precedida de licitação.

Por outro lado, na China, já a partir de 1994, o governo passou a fazer uso das tarifas *feed-in*, no sentido de incentivar as energias renováveis. Essa política está ligada aos anos iniciais de desenvolvimento da energia eólica no país e, depois, à promoção da energia solar fotovoltaica.

De todo modo, um impulso mais decisivo por parte do país asiático veio nos anos 2000, quando houve a concessão de grandes áreas favoráveis a empreendimentos eólicos, com o devido apoio financeiro aos investidores, garantias de contratação, conexão favorecida e outras vantagens.

Em várias frentes, o estado chinês assumiu como meta a implementação de uma estratégia de difusão dessas tecnologias, como forma de garantir escala a sua indústria nascente no setor, conjugando a exigência de conteúdo nacional a grandes incentivos em pesquisa e desenvolvimento, incentivando a integração de institutos de pesquisa com as empresas (LEWIS, 2013).

Ou seja, não apenas a geração e o consumo foram estimulados, mas sempre houve a perspectiva de forjar uma indústria nacional de ponta nos setores eólico e solar, capaz de exportar e ser competitiva em âmbito global. Nesse sentido, a Lei de Energia Renovável (LER), de 2005, e os planos de nacionais de desenvolvimento de médio e longo prazo para o setor, estipulados em 2007, constituem-se em marcos decisivos para a formação do setor no país.

Recentemente, a China tem feito uma nova opção, adotando o sistema de cotas planejado. Nesse sentido, planeja-se que cada uma das províncias chinesas será responsável por assegurar que uma porcentagem, estipulada entre dois e dez por cento, do seu consumo de eletricidade provenha de fontes de energia não-hidrelétricas renováveis, principalmente a energia eólica, solar e biomassa.

As províncias que não conseguirem atender suas cotas podem ter, inclusive, de suspender ou reduzir drasticamente seus projetos de geração de energia a partir de combustíveis fósseis. Por outro lado, recentemente a geração distribuída, quando se permite e se estimula que o consumidor possa gerar sua própria energia elétrica, passou a ser atraente, especialmente para a indústria e o setor de serviços, que contam com subsídios para os próximos vinte anos.

5.3 Energia eólica

O aproveitamento dos ventos como um recurso tem longa história na humanidade, já para fins elétricos remonta ao final do século XIX na Dinamarca e nos EUA, com a utilização de máquinas que geravam eletricidade a partir do vento, ou aerogeradores (Tester et al., 2005).

Já na década de 1970, no século passado, as duas grandes crises energéticas motivaram diversos países a investir nas então chamadas fontes de energia alternativas, como a solar e a eólica, além do desenvolvimento de biocombustíveis, como no caso brasileiro com o Programa Nacional do Alcool (PróAlcool), que visava intensificar a produção de etanol como alternativa à gasolina e, então, tentar aliviar o peso das importações de petróleo para o Brasil.

A geração eólica pode ser feita a partir de instalações em terra (*onshore*) ou no ambiente marinho (*offshore*), sendo mais comum até então a opção por projetos *onshore*. Assim como a energia solar, a energia eólica pode ter geração centralizada, através de parques e empresas especialmente dedicadas ao setor, ou distribuída, obtida a partir de instalações empreendidas pelos próprios consumidores em suas casas, empresas e instalações industriais.

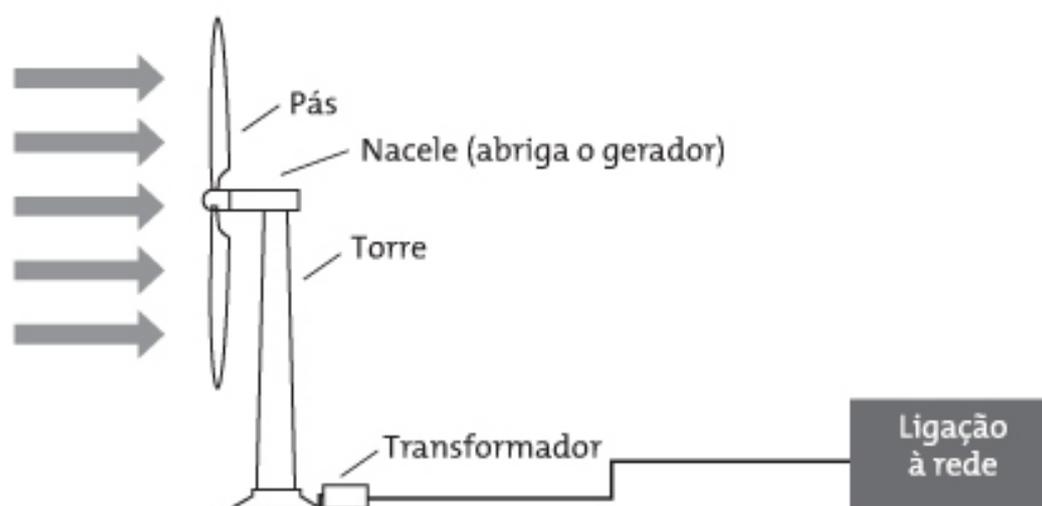
Essa opção, tem como virtude óbvia, aproximar a produção do consumo, evitando maiores custos de conexão e perdas. Esse tipo de instalação pode ainda operar de modo independente, no caso, localmente e sem conexão com a rede elétrica ou de forma integrada ao sistema, o que tipicamente remunera o consumidor pela energia excedente através de créditos.

Essa opção energética, costuma operar através de um gerador elétrico integrado ao eixo de um equivalente moderno dos ancestrais moinhos de vento ou dos cata-vento, que converte a energia eólica em energia elétrica. Esses equipamentos são denominados como aerogeradores.

Os aerogeradores possuem três elementos principais: o rotor, o eixo e o gerador. De modo sucinto, o rotor é o conjunto das pás e cubo do aerogerador, que é movimentado pela força dos ventos e através do eixo transfere a energia captada no rotor para o gerador, por sua vez responsável por converter a energia mecânica em elétrica. Esse mecanismo é ilustrado pela figura 1 (abaixo).

Há rotores de eixo horizontal, caso ilustrado pela figura 3, e também os de eixo vertical. O primeiro tipo, mais comum, costuma ser utilizado em instalações *onshore*, enquanto que o segundo costuma ser a opção para instalações *offshore*. No caso de Brasil e China, a maioria das turbinas eólicas estão instaladas em terra¹⁶.

Figura 1 - Componentes de um aerogerador de eixo horizontal



Fonte: Lage e Processi, 2013.

O rotor mais comum, ilustrado acima, adota a opção por três pás devido a características como custo e eficiência. A energia eólica é uma opção caracterizada como livre de emissões, inesgotável, acessível e pouco perturbadora dos ecossistemas, com muito potencial a ser explorado em ambos os países dados os regimes de ventos. Como desvantagens estão, sobretudo, os altos custos de instalação e manutenção, além do extenso uso da terra e do impacto sobre a fauna¹⁷.

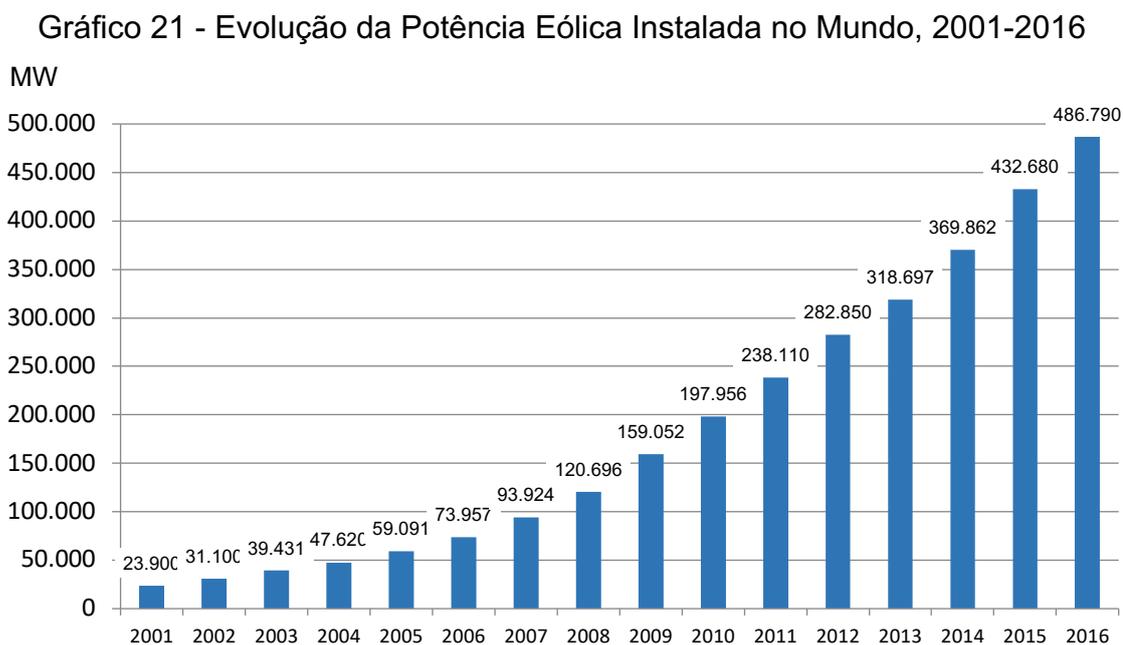
¹⁶ Embora saibamos que existem instalações *offshore* na China em número considerável.

¹⁷ Todas as opções tecnológicas em energia geram algum dano ambiental, maior ou menor. No caso da energia eólica, apesar de suas óbvias vantagens, há um número considerável de mortes de aves e também de morcegos associado a ela. Apesar de parecer pitoresco, morcegos cumprem uma função importante na natureza, pois consomem quantidades significativas de insetos e, junto com as aves,

Um dado relevante e ao mesmo tempo pouco citado com relação a geração energética é que a maioria das formas de geração de energia utiliza de quantidades significativas de água. Na União Europeia, por exemplo, estima-se que a produção de energia está associada a 44% do consumo total de água, o que é muito considerável.

De todo modo, as opções renováveis em questão também possuem a vantagem de serem menos intensivas em água que suas concorrentes. A título de exemplo, a energia solar retira 200 vezes menos água do que uma usina de energia de carvão para produzir a mesma quantidade de eletricidade. Já a energia eólica não requer água. (GWEC, 2016).

Desde meados da década 2000 a energia eólica tem se disseminado de forma mais vigorosa pelo mundo, com crescentes ganhos de produtividade, eficiência e redução de custos. Hoje, a energia eólica já se constitui em opção competitiva e em 2016, chegou perto dos 500,000MW instalados em todo o mundo. Conforme gráfico 21, abaixo:



Fonte: GWEC, 2016. Elaboração própria.

Esses dados da GWEC (2016) para o ano de 2016, correspondiam então ao provimento de cerca de 4% da eletricidade global a partir da fonte eólica,

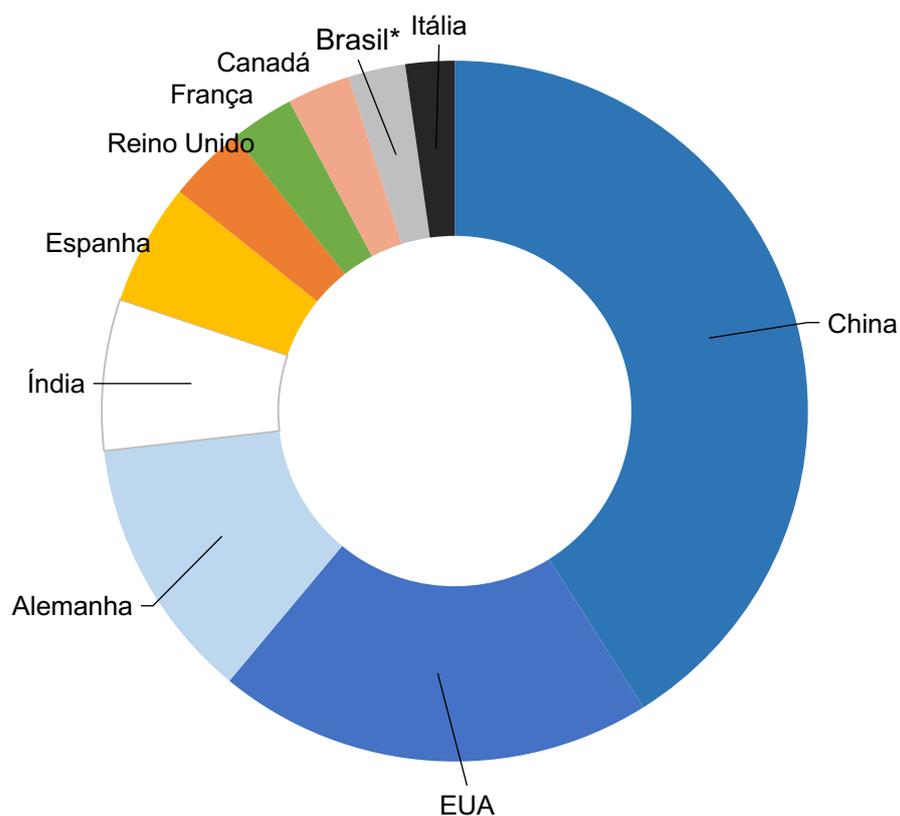
contribuem para polinizar e espalhar sementes pela natureza, que por sua vez germinam e continuam o ciclo.

demonstrando um crescimento rápido e constante nos últimos anos, respondendo por parcelas importantes no abastecimento de alguns países.

Em alguns países, a energia eólica já contribui de modo importante para a matriz elétrica, como no caso da Dinamarca, onde a energia eólica responde por mais 40% da geração do país. Ao mesmo tempo, a energia eólica é responsável por mais de 23% da geração em Portugal e na Irlanda, 20% no Uruguai, 19% na Espanha e 15% na Alemanha.

Mesmo assim, países maiores e mais populosos lideram em instalações ativas no mundo, embora nesses casos a fonte eólica tenha menor peso nas suas matrizes elétricas. A China lidera o setor no mundo, com 34,7% da capacidade instalada, seguida de Estados Unidos e da Alemanha. A Índia aparece em quarta colocação com 5,9% das instalações de energia eólica. O Brasil participa com 2,2% das instalações, conforme gráfico 22, a seguir:

Gráfico 22 - Dez países com maior capacidade eólica instalada



País	MW	% Proporção
China	168,732	34,7
EUA	82,184	16,9
Alemanha	50,018	10,3
Índia	28,700	5,9
Espanha	23,074	4,7
Reino Unido	14,543	3,0
França	12,066	2,5
Canadá	11,900	2,4
Brasil*	10,740	2,2
Itália	9,257	1,9
Restante do mundo	75,576	15,5

Total TOP 10**411,214****84**

Fonte: GWEC, 2016. Elaboração própria.

Sobre o gráfico acima é preciso ainda apontar a participação muito pequena de países fora do chamado Top 10, com todos os demais países do globo representando apenas 15,5% das instalações globais de energia eólica, enquanto os principais países na matéria concentram 84% das instalações, indicando ao mesmo tempo uma grande concentração desses investimentos, bem como um grande potencial ainda a ser explorado.

5.4 A energia eólica no Brasil

No Brasil, um impulso fundamental para o desenvolvimento da energia eólica ocorreu em 2006, quando passaram a operar os primeiros geradores contratados no Proinfa e dos leilões de reserva, em 2009. A partir da figura 2, abaixo, é possível acompanhar o crescimento da capacidade eólica brasileira.

Figura 2 - Evolução da capacidade eólica instalada (Brasil, 2017)



Fonte disponível em: <www.brazilwindpower.com.br>. Acesso em: 31/01/2018

Nota-se que a capacidade instalada tem crescido, embora variem significativamente os números de novas instalações a cada ano, que em 2017 chegou ao patamar de 12.966,7 MW. O fator de capacidade, que representa o aproveitamento do vento para gerar energia considerando a relação entre o GWh gerado e a potência instalada ao longo do tempo, também seguiu aumentando no Brasil, a exemplo dos ganhos de produtividade ocorridos ao redor do mundo.

A performance do fator de capacidade, é resultado de aumentos sucessivos no porte das instalações, acompanhados de desenvolvimento tecnológico, além da escolha de melhores localizações para as instalações, com ventos mais favoráveis (MME, 2016). Segundo previsão do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE2024, a meta para o ano de 2024 é chegar a 24GW de capacidade instalada, o que parece ambicioso considerando a projeção da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) exposta na figura 2.

O Brasil tem diagnosticado um imenso potencial para instalações eólicas. O primeiro Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2011) estimou em cerca de 143 GW o potencial nacional para torres de até 50m de altura. Com a expansão e desenvolvimento técnico do setor, boa parte dos estados brasileiros está reajustando positivamente o seu potencial eólico, agora considerando a utilização de torres de 120m ou mais altas, atualizando a previsão de nosso potencial eólico para cerca de 350 GW.

Um dos principais instrumentos incentivadores para as energias renováveis no Brasil e na China foi o mecanismo de *feed-in-tariffs* (FIT), que consiste no estabelecimento de uma tarifa prêmio para a geração de energia em contratos de longo prazo, variável conforme a fonte e a escala do projeto, atraindo os investidores para as novas energias.

No caso brasileiro isso foi feito, através da instituição do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) em 2001, que contemplou projetos de pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos termelétricos à biomassa. O Proinfa também estipulou algumas exigências, como a de conteúdo nacional. Na primeira etapa, a exigência mínima era de 60% de conteúdo nacional e de 90% na segunda. No entanto, os contratos do Proinfa já atingiram a cota inicial prevista (de 3.300 MW de capacidade).

O Brasil promoveu também desonerações nas tarifas de transmissão e distribuição. Desde 2002, as Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST) e a

Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), têm desconto para as fontes eólica e solar, dentre outras fontes renováveis (vide Resolução ANEEL 481/2012 e aditivos).

Outros incentivos são os seguintes (MME, 2016):

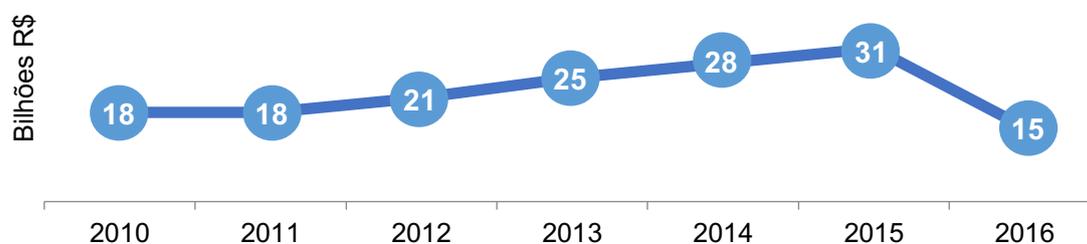
- Isenção, até 2021, do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) para as operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica (Convênio Confaz 101/97 e aditivos);
- Isenção de IPI: São imunes à incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados, a energia elétrica, derivados de petróleo, combustíveis e minerais (Decreto no 7.212/2010);
- Isenção na Geração Distribuída: Isenção de ICMS sobre a energia que o próprio consumidor gerar (Convênios Confaz 16, 44,52, 130 e 157 / 2015, firmados por vários estados). O ICMS incide somente sobre o excedente que o consumidor demandar da rede. O mesmo vale para PIS e Cofins, mas para todos os estados (Lei 13.169, de 06/10/2015), e;
- Programa “Mais Alimentos”: Inclui, a partir de 11/2015, os equipamentos para produção de energia solar e eólica, o que possibilita financiamentos a juros mais baixos.

Depois das grandes hidrelétricas, a fonte eólica é hoje a fonte renovável mais competitiva do Brasil. Nesse sentido, há que se destacar como ator primordial para a alavancagem de projetos eólicos e de outras fontes renováveis no Brasil o papel do BNDES.

Desde 2012, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) monitora e publica os dados referentes aos seus desembolsos para a chamada Economia Verde. Neste grupo, estão incluídos projetos de desenvolvimento aliados ao crescimento sustentável, inclusive a imensa parte dos investimentos que estimulam as energias renováveis e a eficiência energética no Brasil.

Além dos projetos em energia renovável, o banco também destina seus desembolsos em economia verde a projetos dedicados a otimização dos transportes de carga e de passageiros, a gestão de água, esgoto e resíduos sólidos, além de atividades de reflorestamento, combate a desertificação e apoio a regiões que sofreram desastres naturais, dentre outros. Abaixo, no gráfico 23, conferimos a evolução desses desembolsos desde 2010.

Gráfico 23 - Desembolsos do BNDES em Economia Verde 2010-2016, em R\$ bilhões



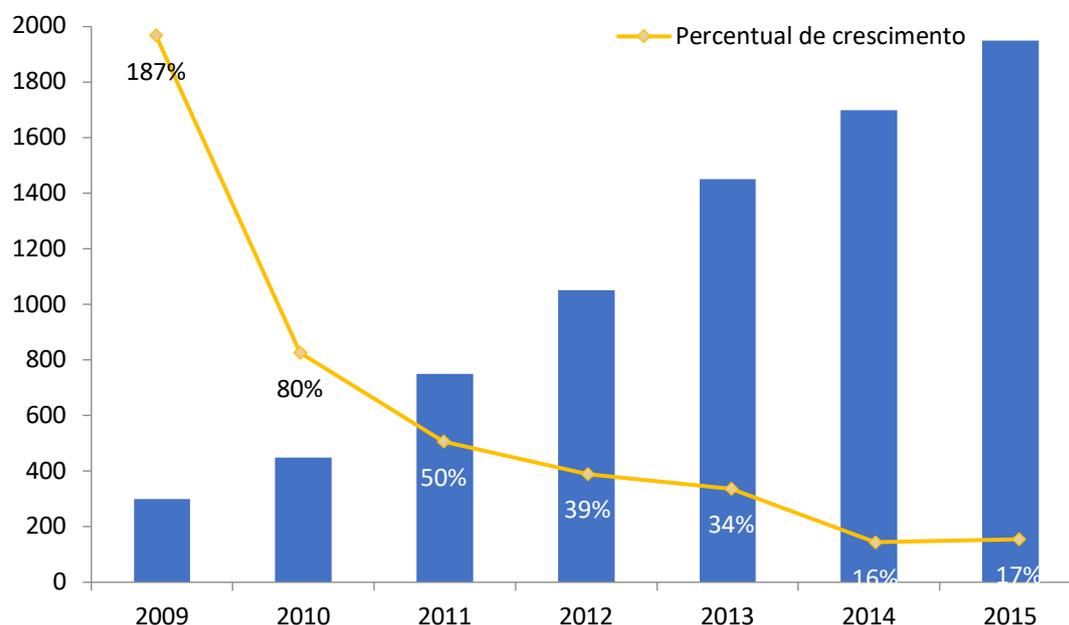
Fonte: www.bndes.gov.br. Elaboração própria.

Como podemos ver no gráfico 23, embora tenham caído consideravelmente entre 2015 e 2016, os desembolsos do BNDES para projetos de Economia Verde vinham crescendo de forma contínua desde 2012, estimulando fortemente projetos, inclusive de energias renováveis, contribuindo com aportes bilionários destinados a projetos que assimilam a questão da sustentabilidade.

5.5 A energia eólica na China

A China tem sido bem sucedida, ao aumentar enormemente sua capacidade instalada e de geração eólica, vide Gráfico 24, a seguir, fruto de políticas acertadas com vistas a criar, não apenas um mercado consumidor para essas energias, como também uma indústria própria destinada a exportação, inicialmente com claro objetivo de aproveitar a demanda dos países europeus que avançaram regulando a economia rumo a utilização de alternativas energéticas menos danosas ao meio ambiente.

Gráfico 24 - Geração eólica chinesa / 109 kWh (2009-2015)



Fonte: China. Elaboração própria.

O volume dos investimentos feitos pela China impressiona: em 2016, o país somou US \$ 78,3 bilhões! Boa parte deles, cerca de US \$ 74,9 bilhões, destinados às fontes solar e eólica. Dentre os demais BRICS, no mesmo ano, a Índia¹⁸ também fez investimentos consideráveis, também de modo um tanto equilibrado entre as fontes solar e eólica e o Brasil apresentou investimentos importantes em energia eólica, conforme tabela 5 abaixo:

Tabela 5 - Investimento em energia renovável na China, Índia e Brasil, por setor em 2016 \$BN

	China	Índia	Brasil
Solar	39.9	5.5	1.0
Eólica	35.0	3.8	5.4
Biocombustíveis	0.1	0.0	0.4
Geotérmica	0.0	0.0	0.0
Biomassa & resíduos	0.7	0.1	0.0
Pequenas hidrelétricas	2.6	0.3	0.1
Marinha	0.0	0.0	0.0

¹⁸ Em dados ainda mais atualizados, a Índia aparece com investimentos maiores em renováveis, o que justifica um estudo futuro a respeito, atualizando e alargando esta comparação.

Total	78.3	9.7	6.8
--------------	-------------	------------	------------

Fonte: McCrone et al., 2016. Elaboração própria.

Como se percebe, os investimentos chineses em energias renováveis não encontram par dentre os BRICS, muito a frente dos indianos e brasileiros. Dentre esses países, os chineses privilegiaram os investimentos nas alternativas solar e eólica, nessa ordem, embora haja certo equilíbrio entre ambos. Isso, é o inverso do que ocorre no caso brasileiro, onde o investimento em energia solar é considerado baixo se comparado àqueles destinados à fonte eólica.

A China dispõe de uma série de políticas de incentivo às energias renováveis. Um marco para a expansão do setor foi a Lei das Energias Renováveis aprovada em 2005 (e emendada em 2009), que regulamentou essas energias no país. Além disso, os últimos planos quinquenais têm colocado como prioridade objetivos audaciosos quanto à das emissões de carbono e da intensidade energética, indicador que relaciona o consumo total de energia ao PIB (Produto Interno Bruto), utilizado para medir a eficiência da utilização energética em relação à produção de riqueza de um país.

Ainda assim, as previsões não são exatamente alvissareiras rumo à descarbonização da economia, o que devido a sua relevância nessa matéria impacta fortemente os números globais de emissões de CO₂. Apesar de esforços como os apresentados aqui, estima-se para a China um aumento do consumo de eletricidade da ordem de 250% entre 2010 e 2030 e que, em 2020, o país asiático representará 32% das emissões globais, produzindo 70% mais dióxido de carbono (CO₂) do que os EUA, o próximo grande emissor.

A China vem adotando o sistema de cotas planejado, em que cada uma de suas províncias torna-se responsável por assegurar que uma porcentagem, entre dois e dez por cento, do seu consumo de eletricidade provenha de fontes de energia não-hidrelétricas renováveis, principalmente das energias eólica, solar e biomassa. As províncias que não conseguirem atender suas cotas podem ter de suspender ou reduzir seus projetos de geração de energia de combustíveis fósseis.

Em março de 2015, o Conselho de Estado da China emitiu um plano de reforma, em que descreve as recomendações políticas para incentivo da concorrência no setor elétrico chinês e a reestruturação do sistema de preços existente, de modo

que as forças do mercado tenham mais influência na determinação de preços em detrimento do governo.

Recentemente, a geração distribuída passou a ser atraente para os setores da indústria e de serviços, que passaram a contar com subsídio de 20 anos, o que é interessante também como forma de driblar os problemas de conexão encontrados na China.

5.6 Energia solar fotovoltaica

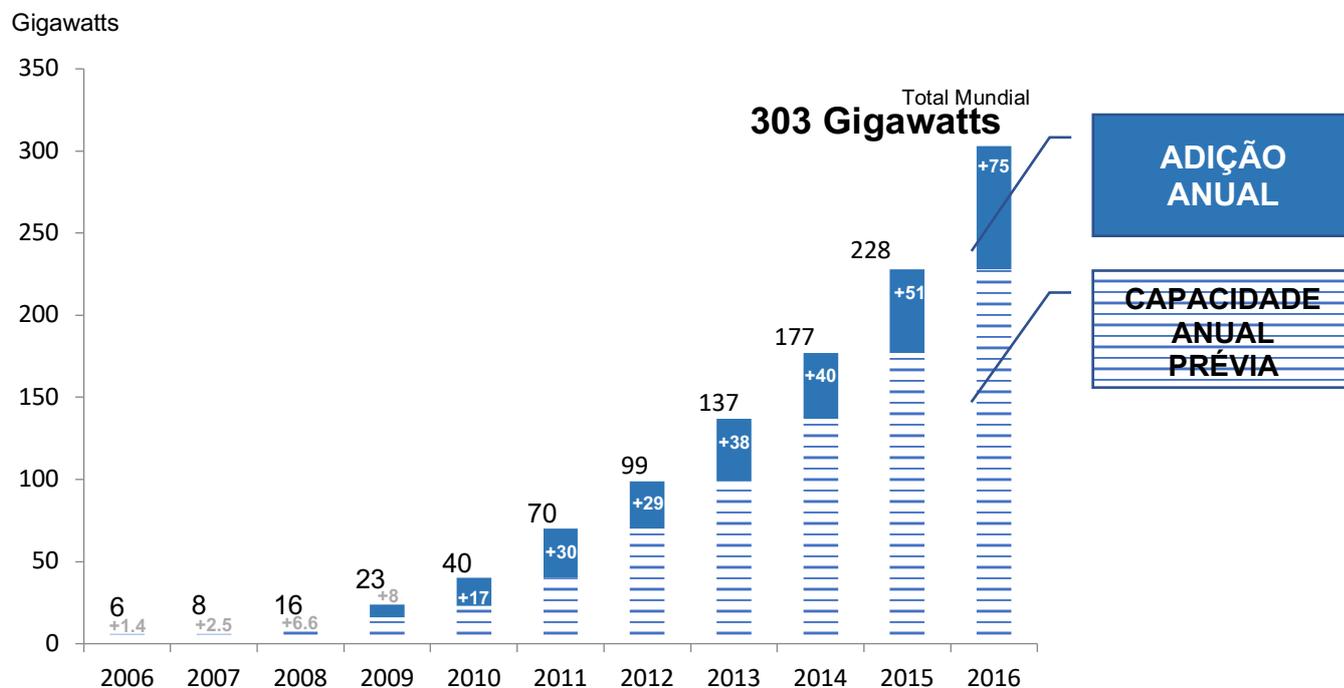
Considerada uma energia infinita, a energia solar é não poluente, e hoje seus sistemas têm vida útil entre quinze e trinta anos. As suas desvantagens devem-se, sobretudo ao elevado investimento inicial, a importação de painéis, ao grande espaço físico ocupado pelos painéis e ao descarte de sua estrutura após o ciclo.

Isso tem a ver especialmente com o fato de que como esse tipo de energia só está disponível durante o dia, usualmente instalam-se baterias elétricas para armazenar os excedentes de energia para utilização no período noturno. Placas e baterias, produzem o chamado *e-waste*, lixo eletrônico de difícil reciclagem e com grande potencial poluidor dada a utilização de chumbo e outros metais pesados, de modo que seu descarte inadequado pode levar a graves riscos ambientais e para a saúde humana.

O processo mais comum de aproveitamento da luz solar para geração de eletricidade é o fotovoltaico (FV), que converte a luz do sol em energia, sendo também a tecnologia hoje mais competitiva no momento. A energia solar FV pode ser aplicada em pequenos sistemas autônomos próximos de onde será consumida (como tetos de habitações, empresas e prédios públicos) a chamada geração distribuída (GD), ou em grandes centrais destinadas à produção específica de energia.

A energia solar fotovoltaica vem crescendo de forma exponencial mundialmente. Em 2016, rompeu a marca dos 300 GW e, somente neste ano, adicionou cerca de 75 GW de capacidade instalada de geração, conforme o gráfico 25 abaixo:

Gráfico 25 - Evolução da capacidade global em Solar FV, incluindo acréscimos anuais (2006-2016)



Fonte: IEA PVPS, citado por REN21 (2017). Elaboração própria.

Pelo mundo, em 2016 a solar FV já desempenhava um papel relevante na geração de eletricidade em vários países, especialmente em países pequenos em termos de população e tamanho. Segundo a REN21, nesse ano a energia era responsável por 9,8% da geração líquida em Honduras, 7,3% da demanda na Itália, 7,2% na Grécia e 6,4% na Alemanha (REN21, 2017). É importante destacar que, graças à regulação, na Alemanha muitos consumidores passaram a investir em energia solar FV, associando-se por meio do sistema de cooperativas, convertendo um investimento que em princípio objetivaria a mera autonomia em nova fonte de renda.

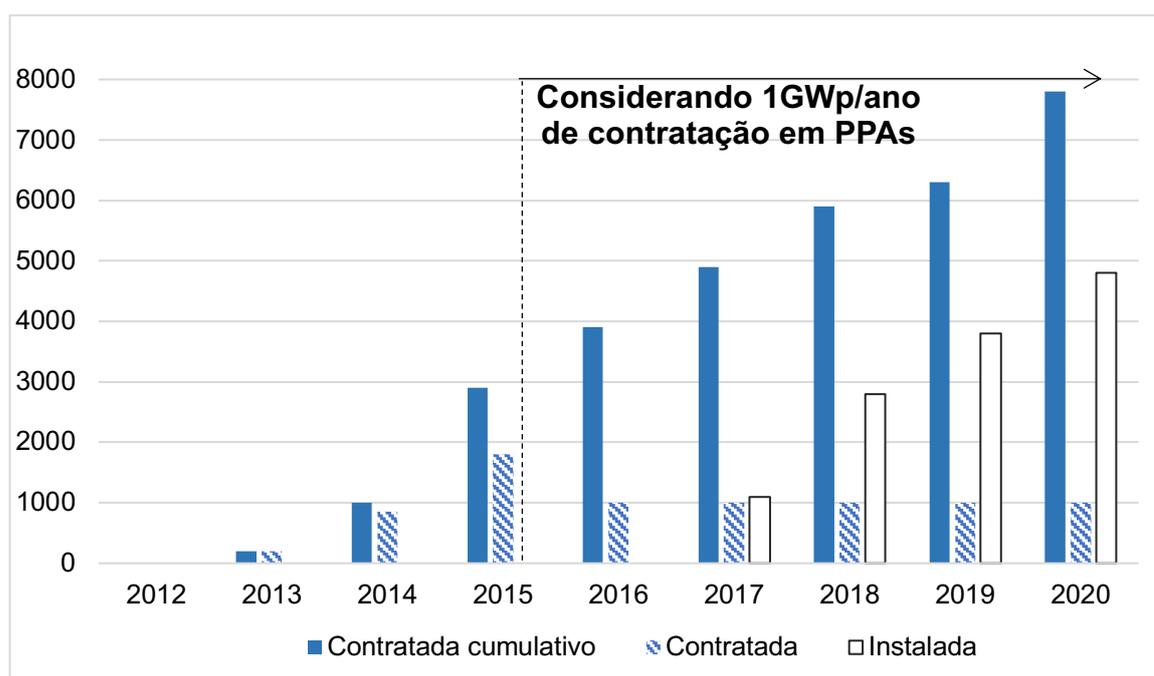
5.7 A energia solar FV no Brasil

A energia solar fotovoltaica, aumenta a segurança energética e traz boa complementariedade junto a hidrelétrica, sendo limpa e possível. Outras características positivamente relevantes da energia solar são a elevada capacidade

de geração de empregos associados à sua cadeia produtiva e a proximidade dos centros de demanda, além da complementaridade com outras fontes renováveis.

No Brasil, seu uso não cresce a mesma medida dos índices chineses (vide gráfico 26), e essa fonte ainda tem sua contribuição contada apenas em megavolts (MV), embora haja grande potencial de expansão tanto para geração concentrada quanto para geração distribuída, por exemplo através do estímulo ao modelo de cooperativa adotado largamente entre os alemães.

Gráfico 26 - Capacidade energética solar no Brasil (MV)



Fonte: www.eren-brasil.com. Elaboração própria.

Novamente, este é um daqueles casos em que as potencialidades naturais do Brasil são gigantes e, no entanto, não conseguimos dar conta de convertê-lo em ganhos reais. Conforme a Tabela 6, abaixo, o Brasil apresenta excelentes níveis de irradiação solar, pré-condição essencial para investimentos massivos nessa opção tecnológica, superiores à países europeus com destaque na utilização de energia solar FV, como nos casos de Alemanha, França e Espanha.

Tabela 6 - Irradiação solar e área, por país

Irradiação solar (kWh/m ² /dia)				
País	mínima	máxima	média	área (mil. km ²)

Alemanha	2,47	3,42	2,95	357,02
França	2,47	4,52	3,49	543,97
Espanha	3,29	5,07	4,18	504,97
Brasil	4,25	6,75	5,50	8.515,77

Fonte: SWERA, 2014 (maps.nrel.gov/swera). Elaboração própria.

No Brasil, o mecanismo de leilão tem sido a opção utilizada para a contratação de grandes projetos de geração em energia solar. A tabela 7, abaixo, detalha fatores como a quantidade de projetos contratados, a capacidade instalada e os preços pagos pelo MV/h.

Tabela 7- Leilões de geração solar no Brasil

Mês/ Ano	Projetos Contra- tados	Capacidade Instalada (MW)	Energia Contratada (MWe)	Início de Supri- mento	Período Contratado (anos)	Preço de Venda (R\$/MW h)	Preço de Venda (U\$/MW h)
10/2014	31	890	202	2017	21	215,5	88,2
08/2015	30	834	232	2017	21	301,6	84,3
11/2015	33	929	245	2018	21	297,4	78,2
Total	94	2.653	679				

Fonte: MME, 2016. Elaboração própria.

No entanto, percebem-se falhas e pouca disposição para investimentos nessa opção energética por parte do governo. O 6º Leilão de Energia de Reserva (LER), realizado em 2014 é considerado a primeira contratação da energia solar FV no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) com 31 projetos contratados. No ano seguinte, dois novos leilões somaram mais 63 projetos contratados e, mais recentemente, somente em 2017 houve o leilão A-4.

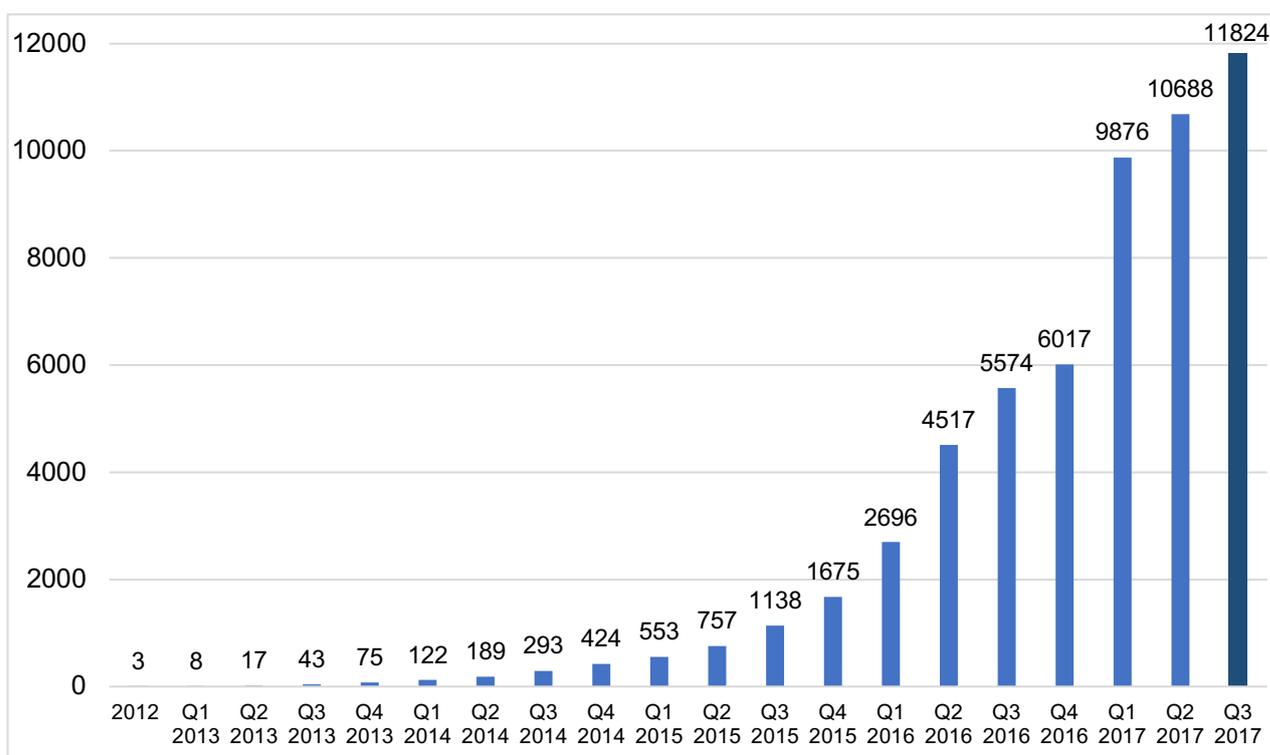
A própria falta de leilões regulares tem prejudicado os investimentos em energia solar. Para se ter uma ideia, em 2016 o governo cancelou o 1o e o 2o LER (Leilão de energia de reserva). O 2o Leilão de Energia de Reserva, que estava agendado para o dia 19/12/2016 foi cancelado com antecedência de apenas cinco dias.

Esse problema, da falta de regularidade dos leilões e do cancelamento inesperado daqueles previstos, gera incerteza no setor, frustrando expectativas, causando prejuízos às empresas e perda de credibilidade do governo com os investidores.

O último leilão (A-4), realizado em 18 de dezembro de 2017, foi feito após um hiato de dezoito meses sem leilão. Ainda assim, nele foram contratados apenas 228,7MW médios de garantia física, e mesmo que em sua maioria tenham sido constituídos pela fonte solar, valor considerado modesto.

A geração distribuída de energia solar FV no Brasil ganhou relevância a partir de 2012 com a implementação da REN 482, que estabeleceu o sistema de compensação de energia, o mercado de Geração Distribuída (GD) no país. O mercado ainda é pequeno, mas cresce exponencialmente, apresentando como principal vantagem o fato de o investimento ser compensador a médio e longo prazos.

Gráfico 27 - Progressão no número de conexões de Geração Distribuída



Fonte: www.astrasolar.com.br. Elaboração própria.

Apesar do crescimento constante, o perfil dos consumidores de geração distribuída no país é dominado pelo uso residencial. Nesse sentido, condições facilitadas para investimentos em energia solar por parte de empresas e investimentos do governo como usuário do modelo, através da geração para prédios públicos, por exemplo, teriam um grande impacto no aumento da geração distribuída no país, além é claro do estímulo ao modelo de cooperativa já citado.

A energia solar no Brasil não foi contemplada pelo Proinfa, no entanto, essa opção conta no Brasil com o estímulo já referido por parte do BNDES e também por descontos quanto à TUST e TUSD, as quais também já abordamos, e também por outros instrumentos como (MME, 2016):

- Chamada Pública (CP) ANEEL: De 2014 a 2016 entraram em operação as plantas FV da CP no 013/2011 - Projetos Estratégicos: “Arranjos Técnicos e Comerciais para Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira” (24,6 MW contratados, ao custo de R\$ 396 milhões).

- Isenção de IPI: De acordo com o Decreto no 7.212, de 15/06/2010, são imunes à incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados, a energia elétrica, derivados de petróleo, combustíveis e minerais.
- Isenção de ICMS: Pelo Convênio ICMS 101/97, celebrado entre as secretarias de Fazenda de todos os estados, há isenção do imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) para as operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento das energias solar e eólica, válido até 31/12/2021.
- Isenção de ICMS, PIS e Cofins na Geração Distribuída: Praticamente todos os estados isentam o ICMS sobre a energia que o consumidor gera. O tributo se aplica apenas sobre o excedente que ele consome da rede, e para instalações inferiores a 1 MW. O mesmo vale para o PIS e Cofins (Lei 13.169, de 6/10/2015).
- Redução do Imposto de Importação: A Resolução CAMEX 22, de 24/03/2016, prorroga até 31/12/2017 a manutenção de 2% para a alíquota incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica.
- Inclusão no programa “Mais Alimentos”: A partir de novembro de 2015, os equipamentos para produção de energia solar e eólica passaram a fazer parte do programa “Mais Alimentos”, o que possibilita financiamentos a juros mais baixos.
- Apoio BNDES: pela Lei 13.203, de 8/12/2015, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, foi autorizado a financiar, com taxas diferenciadas, os projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas.
- Plano Inova Energia: Fundo de R\$ 3 bilhões, criado em 2013, pelo BNDES, Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e ANEEL, com foco na empresa privada e com o objetivo de pesquisa e inovação tecnológica nas áreas de: redes inteligentes de energia elétrica, linhas de transmissão de longa distância em alta tensão; energias alternativas, como a solar; e eficiência de veículos elétricos.

Apesar da diversidade de mecanismos, nenhum deles é direto ou tem sido decisivo no intuito de estimular a energia solar FV no Brasil, que conta com baixa

contratação em termos de geração concentrada e parques estímulos à geração distribuída.

Na nossa avaliação, essa alternativa não conta com mecanismos de estímulo decisivos e sequer há interesse governamental no sentido de utilizar soluções de geração distribuída em suas instalações, otimizando-as, promovendo ganhos de escala para o setor e convertendo o poder público em usuário do modelo.

5.8 A energia solar FV na China

O investimento corporativo em solar fotovoltaica, ganhou em 2013 um novo incentivo do governo chinês, que introduziu novas tarifas de alimentação do tipo FIT, em níveis estadual e provincial, afim de estimular o crescimento da geração distribuída, em telhados, por exemplo.

O governo central atualmente oferece subsídios de 20 anos para projetos geração solar fotovoltaica distribuída, em nível local, e províncias e cidades chinesas também estão fornecendo subsídios adicionais para complementar as FIT estaduais.

De acordo com a Azure International, uma empresa líder em consultoria de tecnologia limpa, essas adições podem aumentar os subsídios globais ao proprietário do projeto solar FV em 20-50%, o que, por sua vez, aumenta a taxa interna de retorno do projeto.

Diferentemente do caso brasileiro, os subsídios à energia solar por parte do governo encorajam o autoconsumo, sobretudo, nos setores comercial e industrial, que no país costumam pagar taxas de energia mais altas que as residenciais.

Ao mesmo tempo, a Administração Nacional de Energia passou a desregulamentar o mercado de eletricidade para geração solar distribuída pequena, isentando projetos de solar de 6 MW ou menos, de ter de se candidatar a uma licença de geração de energia, tornando os pequenos projetos de autoconsumo bastante atrativos. Ainda assim, o país assume uma posição estranha: apesar de adotar em larga escala fontes renováveis, ao mesmo tempo polui e gera emissões de forma muito expressiva. Conforme colocou Scott Valentine:

Analisar o desenvolvimento da geração de energia na China é o mesmo que observar uma pessoa saindo de um supermercado com um carrinho de compras meio cheio de produtos dietéticos e meio cheio de chocolates e

outros doces e tentar determinar se a pessoa está, ou não, de dieta. (VALENTINE, 2014, p.416)¹⁹

Essa citação de Scott V. Valentine deixa uma pergunta interessante no ar: afinal, o setor de geração de eletricidade chinês está numa dieta de CO₂? A questão decisiva é que, como o próprio autor pontua, desde de 2009 a China ultrapassou os Estados Unidos como o maior emissor de gases do efeito estufa do mundo. Como vimos, o país é o maior produtor e consumidor mundial de carvão, e segundo o mesmo Valentine seu consumo deve crescer em cerca de 41% em relação ao nível de 2010 no próximo ano.

Ou seja, ao mesmo tempo, rapidamente a China desenvolveu uma indústria própria em energia eólica e solar fotovoltaica (FV), fortemente focada no mercado estrangeiro, sobretudo o europeu dados os seus estímulos regulatórios, e além disso passou a consumir essa tecnologia de modo que tomou a dianteira também no consumo de painéis solares e estruturas eólicas instaladas, conforme veremos a seguir. Ainda assim, sua demanda geral por energia é absurda e crescente.

Uma das heranças políticas chinesas importantes para o contexto atual é a do planejamento. Nesse sentido, considerando o médio prazo, os planos quinquenais, que remontam à União Soviética e outros estados socialistas, parecem cumprir papel significativo. Hoje, no contexto globalizado, com forte tendência imediatista, essa ferramenta de planejamento e gestão dá mostras de grande utilidade aos chineses como veremos em sequência.

Indo não muito longe, temos notícia de que a questão das emissões relacionadas à energia na China chegou ao topo do comando político do país por volta de 2010, passando então a ser considerada decisiva. Nesse período, Yergin (2014, p. 639) relata que as críticas internacionais às emissões do país, bem como a insatisfação da crescente classe média chinesa, em alguns casos organizada em militâncias locais pautadas por medidas de combate à poluição, levaram o então premier Wen Jinbao a anunciar que a eficiência energética era tão essencial ao governo que usaria “mão de ferro” para concretizá-la.

A essa declaração do então premier chinês, seguiu-se por parte do governo um pedido de fechamento imediato de duas mil siderúrgicas, fábricas de cimento e outras

¹⁹ Tradução livre do autor para: *Analyzing energy generation developments in China is akin to observing a person emerging from a supermarket with a shopping cart half-full of dietary products and half-full of chocolates and other sweets and trying to determine whether or not the person is going on a diet.*

instalações muito ineficientes no uso de energia. Também foi adotado o chamado programa Top 1000, com o objetivo de cortar o consumo entre as maiores empresas consumidoras chinesas, o que segundo o autor fez com que os chineses adotassem padrões mais rígidos que os norte americanos quanto a eficiência no consumo de combustíveis poluentes.

A essa altura, estava em vigor o 11º plano quinquenal de desenvolvimento econômico e social nacional (2006-2010), que trazia dentre seus objetivos-chave a eficiência econômica, a redução dos impactos sociais da política energética e preservação ambiental (ZHANG, 2011), estabelecendo metas como a redução do consumo de energia por unidade de PIB em 20% de 1,22 tce para 0,98 tce.

Dentre as políticas promovidas no período pelo Partido Comunista Chinês, está a Lei das Energias Renováveis, que acelerou o ritmo do desenvolvimento das energias renováveis, motivando grandes saltos de capacidade instalada, como o acréscimo de 50 GW de energia eólica e 200 GW de energia hidrelétrica em 2010, e posteriormente, em 2015, novos acréscimos da ordem de 1,26 GW, no caso da energia eólica e de 116,5, no caso da hidrelétrica (VALENTINE, 2014).

A lei, aprovada em 2005, e alterada em 2009, estabeleceu ações como: metas nacionais de energia renovável; compra obrigatória pelo serviço público de energias renováveis geradas a partir de projetos aprovados a preços favoráveis; base para pesquisa e desenvolvimento; taxas de financiamento preferenciais e benefícios fiscais para projetos aprovados, e; financiamentos para o desenvolvimento de projetos em áreas remotas, em atenção, sobretudo, às comunidades rurais, ainda bastante numerosas no país e que podem ter nessa tecnologia o acesso à eletricidade (SCHUMAN e ALVIN, 2012).

Embora recente, esse esforço mais vigoroso, representa em parte a continuidade de projetos como o Plano de Conservação de Energia, implementado em 2004 e o Plano Nacional de Desenvolvimento para Energias Renováveis (2007).

Nesse sentido, Hu (2017) destaca como os planos quinquenais têm contribuído para a redução das emissões – pelo menos em relação a um cenário de status quo das políticas energética e ambiental chinesas –, ao acompanhar três determinantes básicos: a taxa de crescimento econômico, a estrutura industrial e a estrutura energética.

O autor, destaca que durante o 10º plano quinquenal (2001-2005) e o 11º, as emissões de carbono da China caíram anualmente em 430 Mt e, durante o 12º plano quinquenal, caiu em outros 280 Mt todos os anos, isso devido aos esforços do governo também no sentido de ajustar a parcela da economia relativa a indústria pesada e otimizar o setor, ao mesmo tempo em que promove uma mudança mais ampla de seu modelo econômico, através do estímulo ao setor de serviços, menos poluente.

Hilton (2011), ressalta sobre o 12º plano quinquenal (2011-2015) a atribuição de metas quantificáveis que consideram o meio ambiente, contemplando pontos como: eficiência energética, energia limpa, além de medidas como as de reflorestamento. Em energia, o plano aposta na geração solar fotovoltaica e térmica – até o momento com maior força na modalidade concentrada, energia eólica, biomassa, nuclear, além da renovação da rede elétrica com vistas a adoção de conexões com tecnologia inteligente (VALENTINE, 2014), como parte de um compromisso de aumentar a contribuição não fósseis para 15% da matriz energética até 2020.

Segundo HU (2017), os planos quinquenais fornecem orientação, buscando promover sinergias entre os governos (central e locais), o mercado, o estado e a sociedade, além de entidades locais e estrangeiras e têm as seguintes características essenciais: 1) promovem a gestão em torno de objetivos de longo prazo, coordenando os rumos dos governos locais; 2) conectam objetivos a serem realizados a mecanismos de supervisão, avaliação, e punição ao implementar objetivos em nível de suas províncias, e; 3) consideram não apenas o governo, mas também o mercado como atores decisivos na alocação de recursos, pondo em prática chamada política de duas mãos da economia chinesa. Assim, diversos esforços são somados na definição e persecução de diretrizes claras para o desenvolvimento.

Conforme a tabela 8, abaixo, para além do fato do crescimento econômico ter, em geral, efeito positivo considerável nas emissões de CO₂ em todos os períodos, durante o 12º Plano Quinquenal, as emissões de CO₂ por unidade de PIB diminuíram consideravelmente em comparação com o 9º Plano Quinquenal, comprovando avanços das políticas ambiental e de transição energética chinesas.

Os piores resultados foram alcançados durante o 10º Plano Quinquenal, durante o qual todos os quatro fatores tiveram efeitos positivos.

Tabela 8 - Contribuição de cada fator para as emissões de CO₂ (1991-2204)
(unidade: %)

Período	Crescimento econômico	Setor industrial	Consumo energético por PIB	Emissões via energia por PIB
8º Plano quinquenal (1991-1995)	201.2	34.7	- 120.7	- 15.2
9º Plano quinquenal (1996 – 2000)	967.4	- 33.5	- 793.2	- 40.7
10º Plano quinquenal (2001 – 2005)	90.0	5.0	2.5	2.5
11º Plano quinquenal (2006 – 2010)	149.0	- 0.8	- 35.3	- 12.9
12º Plano quinquenal (2011 – 2014)	532.1	- 57.6	-177.2	-197.2

Fonte: Gao and Wang (2007); Hu et al. (2015) (apud HU, 2017). Elaboração própria.

Ainda que a China tenha como horizonte para os próximos anos continuar a ser um dos líderes da poluição mundiais, chama a atenção a rapidez do crescimento do setor de energia renovável na China, em especial considerando os estímulos à pesquisa e inovação, capazes de em poucos anos forjar a criação de uma indústria voltada tanto à exportação, quanto ao consumo interno. Ou seja: um amadurecimento evidentemente conquistado num espaço de tempo curtíssimo.

O décimo 13º plano quinquenal da China (2016-2020) é considerado o plano mais verde da história do país. Algumas de suas principais metas são: redução da intensidade do carbono em cerca de 60% a 65% a partir do nível verificado em 2005; aumento da energia não fóssil para 20% do consumo de energia chinês até 2030, e; aumento do estoque de floresta em cerca de 4,5 bilhões de metros cúbicos em relação ao nível de referência.

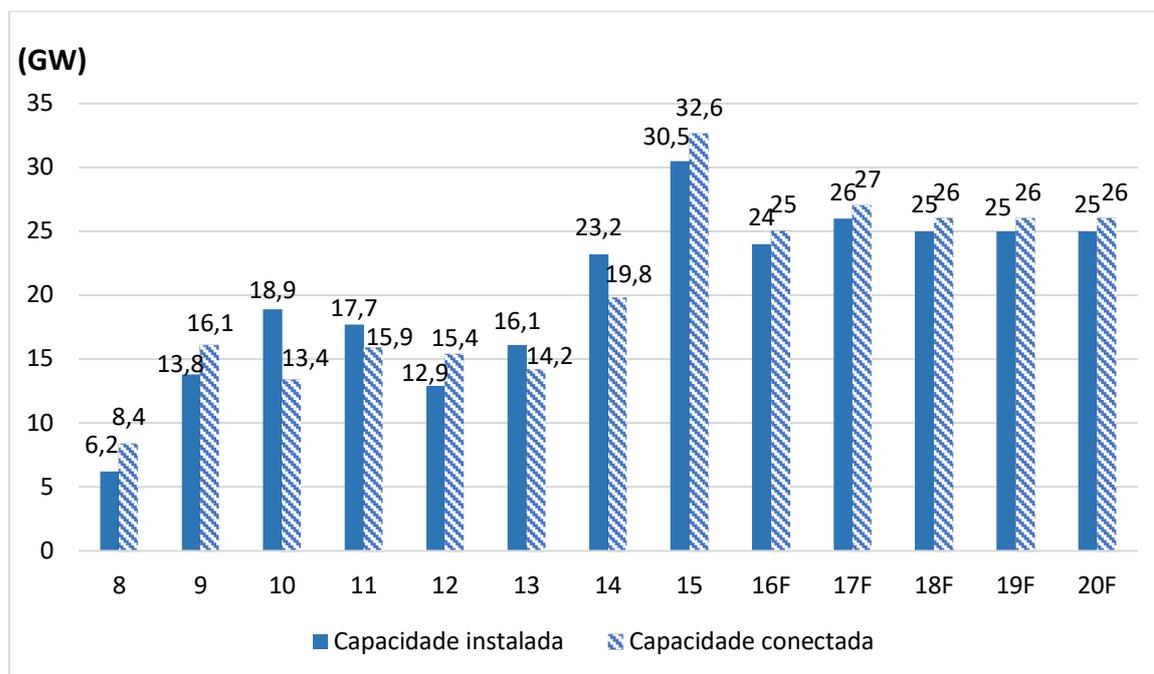
Seguindo a tendência dos últimos anos, de atenção a questão energética em sua relação com o meio ambiente, o 13º Plano quinquenal de Desenvolvimento de Energia Renovável (2016-2020) foi adotado pela *National Energy Administration* no final de 2016, com objetivos como (IEA, SITE): aumentar a participação da energia não fóssil no consumo total de energia primária para 15% até 2020 e para 20% até 2030; aumentar a capacidade de energia renovável instalada para 680 GW até 2020; aumentar a capacidade instalada em energia eólica para 210 GW; promover o desenvolvimento de energia eólica *offshore* e também de energia oceânica; liderar a inovação tecnológica em energia renovável, e; apoiar o desenvolvimento da indústria de energia renovável chinesa, diminuindo a dependência de empresas estrangeiras.

Os dados são inequívocos ao mostrar o excelente desempenho do empenho do governo chinês no estímulo ao desenvolvimento e utilização de soluções em

energia limpa no país, que não só consome como construiu uma indústria solar e eólica relevantes mundialmente muito recentemente.

Contudo, autores como Wang et al. (2010) são mais cautelosos, preferindo destacar que os renováveis contribuem com uma porcentagem ainda pequena da capacidade de eletricidade do país. Diversas fontes, também relatam problemas de instalações não conectadas à rede elétrica, especialmente em Gansu e na região autônoma de Xingjiang. Goh (2016), vide gráfico 28, apresenta dados no sentido de mensurar o problema no que concerne à energia eólica na China:

Gráfico 28 - Capacidade de energia eólica instalada da China versus capacidade conectada à rede



Fonte: Chinese Energy Association, DBS Vickers. Citado por Goh, 2016. Elaboração própria.

Como pode-se perceber pelo gráfico, nem sempre as capacidades instalada e conectada andam juntas, indicando um número relevante de projetos finalizados, mas ainda por serem conectados à rede, prejudicando o setor no país. Além disso, autores como Wang et al. (2010) destacam a baixa produtividade dos renováveis chineses se comparadas a instalações como as norte americanas.

5.9 Brasil e China: olhando para o futuro?

A China esforça-se grandemente rumo a adotar uma estratégia de segurança energética que contempla de modo significativo as fontes renováveis, ou ao menos aponta de modo decisivo nessa direção, e rumo à descarbonização, seja promovendo mudanças rumo a uma economia de serviços, seja forjando uma indústria de ponta baseada em tecnologias de baixo carbono, da qual também é grande consumidora. Ainda assim, o país asiático segue líder dentre os emissores e deve assim se manter por um bom tempo, ainda que tome decisões políticas relevantes em contrário.

No caso brasileiro, quanto às tecnologias de baixo carbono analisadas, ao não investir e se articular em promover inovações em energia limpa, tomando o mercado

disponível como vantagem, o país abdica da possibilidade de liderar tecnologicamente esse setor tão promissor e afinado aos valores contemporâneos, e segue desprezando fontes com potencial de diversificar sua matriz energética, promovendo maior segurança e descarbonizando sua economia.

6 BRASIL E CHINA: ENERGIA E POSSIBILIDADES DE COOPERAÇÃO NO SETOR

6.1 As relações Brasil-China

Conforme Leite (2013), apesar das relações Brasil-China remontarem à década de 1940, as relações entre ambos os países só se intensificaram a partir do governo Lula da Silva, quando o país asiático passou a ser visto como potência emergente, ao qual deve-se estar aliado, em vez de meramente como um bom parceiro comercial, perspectiva adotada pelos governos brasileiros das décadas de 1980 e 1990.

Com o governo Lula da Silva, ganhou força a chamada cooperação sul-sul na política externa brasileira, fruto da chamada diplomacia ativa e altiva, liderada pelo embaixador Celso Amorim, que buscou maior protagonismo brasileiro na esfera internacional, baseado na crença de uma nova ordem mundial multipolar, criando alternativas para a superação dos obstáculos colocados pelos países centrais, inclusive através da institucionalização dos BRICS como grupamento político e da maturação das relações Brasil-China.

Conforme será exposto, a China tem grande e justificado interesse no petróleo brasileiro e na expertise nacional na sua exploração em águas ultra profundas. Ao mesmo, sobretudo após a crise de 2008, suas empresas estatais do setor de energia têm feito vultosos investimentos diretos (IED) no setor energético brasileiro, o que parece configurar mais um horizonte de dependência que de cooperação.

6.2A China assimila o cenário de escassez

Autores como Moyo (2013), destaca que estamos rumo a um choque entre fatores como o crescimento demográfico e a elevação do padrão de vida das nações com a disponibilidade de recursos que o planeta tem a oferecer.

Ultrapassando um pouco o âmbito dos recursos energéticos aqui analisados, a partir do diagnóstico de aumento da pressão da demanda mundial por água, terra arável, e *commodities* (inclusive petróleo e gás natural, mas também minerais, alimentos e outros), a economista prenuncia um futuro de instabilidades e afirma que a China já assimilou o cenário de escassez de recursos, e está à frente dos demais países no esforço de assegurar os suprimentos necessários ao crescimento de sua

economia. O país tem inclusive pago preços claramente acima dos de mercado por ativos de *commodities*, tornando-os intangíveis para os seus competidores.

Nesse contexto, a autora aposta que as relações internacionais e geopolíticas se tornam cada vez mais relevantes para o sucesso ou fracasso econômico de um país. Não por acaso, a China tornou-se o maior parceiro comercial isolado da África e de países sul-americanos como Chile e Brasil. O desequilíbrio entre oferta e demanda, com a provável alta generalizada das *commodities*, pode ter consequências graves como a queda do padrão de vida global ou mesmo conflitos violentos.

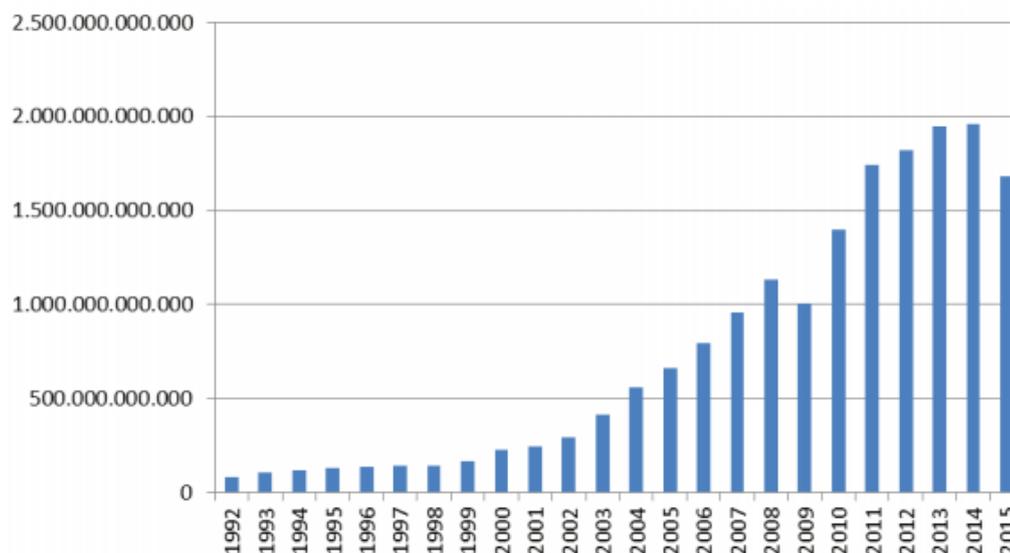
O capitalismo de Estado chinês, tem sido capaz de planejar e controlar a economia, inclusive a longo prazo, constituindo um determinante para que a China se proteja no sistema internacional globalizado. Nesse sentido, a política do governo central chinês e de suas grandes empresas opera em três frentes básicas: busca por recursos, caso do petróleo; busca de novos mercados para infraestrutura e bens de consumo, e; controle de ativos estratégicos,

Nesse sentido, Mendes (2010, p.39), coloca que a política externa da República Popular da China (RPC) resulta de duas prioridades internas básicas: assegurar acesso a recursos energéticos afim de garantir a manutenção dos níveis de desenvolvimento recentes e reforçar a política de “China única”, que advoga pela chamada política de um país, dois sistemas (PINHEIRO-MACHADO, 2011).

A manutenção das altas taxas de crescimento do PIB chinês, especialmente no período em que o país enfatizou a indústria pesada fez disparar sua demanda por energia e a partir de 2009, a China tornou-se o maior consumidor mundial energia primária (BP, 2016), sobretudo o carvão, fonte altamente poluidora, mas que então não requeria importações. O consumo de petróleo na China atingiu em 2015 a marca de 12 mbd (milhões de barris por dia), ao passo que no mesmo ano sua produção pela China foi de 4,3 mbd, tornando a China, ou seja: consolidando o país ao mesmo tempo como um dos maiores produtores mundiais de petróleo, mas também como o maior importador de petróleo do mundo.

Como vimos anteriormente, o modelo econômico chinês, que embora esteja em processo de mudança ainda conta com forte contribuição do setor industrial, fez a China perder sua autossuficiência em petróleo no ano de 1993, desde então fazendo disparar as importações de petróleo daquele país, conforme verificamos abaixo:

Gráfico 29 - Importações de Petróleo pela China (US\$) 1992-2015



Fonte: United Nations Commodity Trade Statistics Database. Elaboração própria.

Apesar de ter perdido a autossuficiência em petróleo há muito, isso não significa exatamente que a RPC seja um produtor irrelevante do óleo, pelo contrário. A questão fundamental é que a demanda colocada por fatores como o modelo econômico em vigor e mesmo a sua imensa população, cada vez mais urbana e de classe média crescente, faz com que o país, que é um dos maiores produtores mundiais de petróleo, seja o segundo maior importador mundial de petróleo – conforme ilustramos a seguir – e, ainda assim, tenha um consumo de energia baixo se considerarmos números per capita, o que torna esperado um crescimento considerável das importações de energia ainda por algumas décadas (LYRIO, 2010).

Tabela 9 - 10 maiores produtores de petróleo²⁰ e sua participação na produção²¹ mundial total de petróleo em 2017

País	Milhões de barris por dia	Parcela da produção mundial total em %
Estados Unidos	14.46	15%
Arábia Saudita	12.08	13%
Rússia	11.18	12%
Canadá	4.87	5%
Irã	4.67	5%
Iraque	4.48	5%
China	4.45	5%
Emirados Árabes Unidos	3.71	4%
Brasil	3.29	3%
Kuwait	2.93	3%
Total top 10	66.12	69%
Total mundial	95.36	

Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA). Elaboração própria.

Como podemos notar a partir dos números sobre a importação de petróleo chinesa e, a seguir, da discrepância entre suas parcelas de produção e consumo no mercado mundial de petróleo, suprir a demanda de petróleo chinesa é um problema crescente.

²⁰ Os dados consideram o petróleo bruto e todos os outros líquidos de petróleo, inclusive biocombustíveis.

²¹ Produção inclui produção nacional de petróleo bruto, todos os outros líquidos de petróleo, biocombustíveis e ganho de processamento de refinaria

Tabela 10 - 10 maiores consumidores mundiais de petróleo e sua representação no consumo mundial de petróleo em 2015

País	Milhões de barris por dia	Parcela do consumo mundial total em %
Estados Unidos	19.53	20%
China	12.02	13%
Índia	4.14	4%
Japão	4.12	4%
Rússia	3.55	4%
Arábia Saudita	3.24	3%
Brasil	2.99	3%
Coreia do Sul	2.41	3%
Canadá	2.41	3%
Alemanha	2.37	2%
Total top 10	56.78	60%
Total mundial	95.36	

FONTE: U.S. Energy Information Administration (EIA). Elaboração própria.

Percebe-se com clareza que poucos são os países com a sorte de compor ambas as listas, casos de Estados Unidos, Rússia, Canadá, China e Brasil. Dentre esses países, a China produz pouco petróleo em relação ao que consome e Brasil consome basicamente o mesmo que produz. Alguns dos grandes consumidores mundiais de petróleo sequer figuram entre os mais importantes produtores, casos de Índia, Japão, Coreia do Sul e Alemanha, demonstrando uma evidente sensibilidade quanto à segurança energética.

Os países OPEP da lista, Arábia Saudita, Irã, Iraque e Kuwait, continuam a ser líderes de mercado no setor, o que reafirma o poder dos países do Golfo Pérsico no mercado mundial e a relevância da estabilidade na região afim de prover segurança da oferta e estabilidade para o globo.

Cada vez mais, a China demanda petróleo e energia, em geral, conforme o crescimento econômico se traduz em investimentos em infraestrutura, crescimento da classe média, mudança no padrão de consumo, ampliação do transporte urbano etc, que guardam de fundo um desequilíbrio fundamental entre a imensa demanda energética, especialmente por petróleo e derivados, e sua própria capacidade de produção.

O relatório “*Modernização da China 2008*” (apud, MENDES, 2010, p.40) ressalta que a RPC deve investir apenas em relações com países que contemplem ao menos uma das características a seguir: “ser inovador, ter muitos recursos, ter uma

grande população, ter cultura, ser amigável, ou estar nos arredores da China”. Desse modo, destacamos os recursos naturais como motivadores de uma progressiva consolidação de relações sul-sul, e é claro, na consolidação de parcerias com o Brasil, que também é inovador em termos de petróleo e gás, tem grande população entre outros atributos considerados desejáveis.

No caso de recursos energéticos, esse movimento é também consequência dos desdobramentos da Guerra do Iraque para o sistema internacional, que complicou o provimento de recursos naturais oriundos do Oriente Médio, forçando Pequim a buscar novos parceiros energéticos, notadamente em petróleo e gás como a Venezuela e o Brasil.

6.3 O petróleo como possibilidade de cooperação e comércio

Percebe-se que a importação da energia é crucial para a manutenção do ritmo de crescimento econômico chinês alcançado nas últimas décadas. Nesse sentido, o sucesso ou não do desenvolvimento de sua política externa quanto à promoção de cooperação energética está fortemente ligado ao risco de instabilidades políticas internas, decorrentes dos desdobramentos de um cenário econômico adverso e, compõe a trajetória chinesa que talvez seja a de se tornar a grande potência hegemônica do século XXI

Shoujun e Miranda (2016) ressaltam o interesse dos chineses na importação de recursos energéticos, especialmente petróleo e gás. Há também o interesse no *know-how* e tecnologia de exploração de hidrocarbonetos em bases *offshore*, de que o Brasil dispõe. Ocorre que as companhias chinesas nacionais de petróleo (NOCs, na sigla em inglês) têm conhecimento sobre a extração de petróleo a 1500 metros de profundidade, enquanto o Brasil tem pesquisa, desenvolvimento e experiência na exploração de petróleo de águas profundas e muito profundas, ou seja: a mais de 3000 metros de profundidade. Nesse sentido, o interesse mútuo também levou os países a firmarem acordos entre a Petrobras com empresas chinesas como a Sinopec, a CNPC, a SinoChem e a CNOOC, em áreas relativas ao petróleo e sua extração *offshore*, bem na construção de navios e de manufatura de equipamentos marinhos

Os mesmos autores (Shoujun e Miranda, 2016), ainda sugerem uma possibilidade de aproximação motivada pelos bicombustíveis, no entanto

desconfiamos que a pouca quantidade de terras agricultáveis disponíveis na China seja um empecilho ao desenvolvimento desse segmento no país. Apesar disso, a China desenvolveu grandemente sua ciência energética nos últimos anos, forjando uma indústria de ponta em renováveis, que merece ser considerada em acordos de cooperação futuros.

Becard (2010, citado por Leite e Lira 2011), percebe um padrão chinês nas negociações sobre petróleo, que costumam suscitar por parte dos chineses: 1) o financiamento de projetos em infraestrutura; 2) o fornecimento de empréstimos a serem pagos em petróleo (*loan-for-oil*); 3) a oferta de serviços financeiros dos bancos chineses para financiamento de infraestrutura; 4) o incentivo do turismo chinês, e; o provimento de mão de obra chinesa para a construção de obras.

6.4 O IED chinês no setor elétrico brasileiro

A China tem hoje em seu portfólio de empresas estais algumas das gigantes do setor elétrico mundial e atualmente promove a internacionalização do setor, que desde 2011 é considerado o maior do mundo em produção TWh. Desde os anos 1980, o setor elétrico chinês passou por mudanças significativas, resumidas por Li, Ma e Jorgensen (2016) em três fases:

- Fase 1 (1985-1997): mudança do modelo de monopólio total para um modelo de monopólio relativo;
- Fase 2 (1997-2002): grandes investimentos em eficiência e inovação tecnológica. Ocorreu uma clara separação entre as empresas e estrutura do Executivo com a dissolução do Ministério de Indústria elétrica e a transferências de seus ativos para a nova estatal State Power Corporation (SPC), que nasceu com um controle de toda a rede de transmissão e 40% da capacidade de geração, e;
- Fase 3 (2002-presente): Partilha da SPC, originando cinco novas empresas estatais, separando as atividades de geração das de transmissão e distribuição, conforme tendência internacional do setor (WANG & CHEN, 2012). Três empresas foram destinadas à geração (caso da China Power Investment Group) e duas à transmissão (caso da State Grid), todas sob o controle da State-owned Assets Supervision and Administration Commission (SASEC), ligada ao governo central.

Os investimentos em P&D da State Grid (SG), contemplados no 12º Plano Quinquenal, resultaram em patentes e padrões de produção industrial, transformando uma jovem empresa no setor de desenvolvimento de linhas UHV (Ultra High Voltage) criada em 2008, numa referência global em tecnologia e inovação no setor, passando a disputar mercados importantes ao redor do mundo.

Em 2015, a SG se tornou a maior companhia de transmissão e distribuição de energia do planeta, com lucro de US\$ 10 bilhões, praticamente monopolizando o mercado doméstico em UHV, contribuindo com a necessidade nacional de modernizar seu sistema de transmissão. Com a liderança do setor, a State Grid ganha poder de internacionalizar padrões tecnológicos, contribuindo para que empresas chinesas ditem suas preferências quanto aos padrões internacionais de UHV, alinhando-as a sua base produtiva.

As estatais chinesas do setor, vêm adquirindo e controlando cada vez mais empresas no exterior, inclusive no Brasil. Isso vai além de uma questão de mercado. Embora alguns países sejam mais permissivos que outros, a internacionalização de empresas em setores sensíveis como o de energia, costuma gerar resistência política devido aos riscos à segurança decorrentes de se alienar um serviço como o abastecimento elétrico a uma empresa estatal estrangeira. Nesse sentido, por exemplo, em 2016 o governo australiano a impediu a compra de parcela majoritária da estatal Ausgrid por empresas estrangeiras, alegando que a operação iria contra o interesse nacional.

6.5 Desafios à cooperação

Dentre os desafios destacados por Shoujun e Miranda (2016); diferenças culturais; a falta de legislação abrangente e singular sobre energia no Brasil; a ampla regulação do setor de energia brasileiro, com altos impostos a companhias estrangeiras e o sistema financeiro complexo, repercutindo aumento aos custos de investimento; a necessidade dos chineses aprimorarem sua responsabilidade social corporativa (CSR), sobretudo nos projetos, arriscados, de exploração de petróleo offshore e, por fim; a relação de ambos os países com os Estados Unidos, elemento que não deve ser descartado.

Biato Jr (2010), ressalta a dificuldade da exploração da cooperação na via Brasil-China. Em especial das empresas brasileiras em acessar o mercado chinês. Segundo o autor, a China ainda se posta muito fechada, e a lentidão e excessiva burocratização do país pode frustrar os empresários brasileiros.

Durante o ciclo de governo do Partido dos Trabalhadores (PT), a partir dos anos 2000, houve grande interesse na atração de investimentos chineses. Em leitura conjuntural do período, Leite (2013) destaca nessa relação a predominância de ganhos políticos, como o apoio a um protagonismo brasileiro nos fóruns internacionais na constituição de uma agenda internacional menos restritiva, em troca dos ganhos econômicos chineses, altos se comparados aos brasileiros, com predomínio da venda de produtos manufaturados chineses, em troca da exportação de bens primários por parte do Brasil, tendo portanto saldo negativo do fluxo comercial com a China.

Nesse sentido, o autor alerta para o risco de dependência comercial por parte do Brasil associado a esse processo, além de fatores como a desindustrialização brasileira em detrimento do estímulo ao setor primário, com repercussões negativas para o emprego, a produção e a balança comercial, atualizando uma relação de dependência internacional já há muito diagnosticada por clássicos do nosso bom pensamento político e econômico.

6.6 Considerações sobre a intensificação da relação sino-brasileira mediante o setor energético

Desde o ano de 2009, a China é o maior parceiro comercial do Brasil e, entre 2016 e 2017, tornou-se o maior investidor em território brasileiro, destacando-se que o gigante asiático é a segunda maior economia do mundo. Há grande potencial para a intensificação da relação sino-brasileira. A política externa chinesa é fortemente pragmática e, portanto, cremos que o Brasil tem a possibilidade de se beneficiar dessa relação. Dada a complementariedade dos interesses de ambos os países, no setor energético, entendemos que essa linha de ação pode e deve ser aprofundada.

No entanto, entendemos que o Brasil deva adotar uma postura soberana, aproveitando desta nova relação de modo estratégico, e não entregando este setor tão sensível nas mãos de empresas estrangeiras, especialmente de estatais estrangeiras, como tem ocorrido conosco através de investimento externo direto.

7 CONCLUSÃO

Esta tese de doutorado analisou as políticas dos emergentes rumo à transição energética, buscando compreender em que medida as práticas adotadas contribuem para a consecução de objetivos de segurança energética e para um modelo de desenvolvimento qualitativamente melhor e comprometido com valores como a sustentabilidade ambiental. As tendências observadas demonstram a importância crescente das energias renováveis em todo o mundo e também a preferência por gás natural e energia nuclear em detrimento de fontes como o carvão, embora os hidrocarbonetos ainda devam continuar sendo fontes relevantes no futuro.

Conforme avançam em tecnologia e produtividade, as energias renováveis em foco, eólica e solar, tendem a ser um interessante meio de diversificação da matriz energética dos países do globo, já abastecendo inclusive proporções expressivas do consumo de países pequenos e médios. Dessa forma, contribuem para a segurança energética, tanto num sentido mais tradicional, que se refere à segurança do abastecimento, quanto numa concepção mais contemporânea que considera questões éticas e a repercussão ambiental das soluções adotadas. Nesse sentido, também contribuem para a consecução de objetivos relativos à redução de emissões e de outras questões sensíveis, como o uso da água. Em todo caso, especialmente no caso da opção pela geração solar, a médio prazo o descarte das estruturas de geração, como painéis solares e baterias, aparecem como problema.

O cenário internacional, de crescente escassez de energia, associado à restrição crescente da emissão de carbono, exige medidas distintas por parte dos países BRICS, mas, de modo geral, desafia os emergentes a mudarem as fontes que os movem. É importante também pensar na qualidade e tipo de energia que cada país analisado exporta para o globo. Por essa razão, preferimos na seção 4 comparar os BRICS a partir da Oferta Total de Energia Primária (OTEP), diferentemente do que fazem outros trabalhos.

A China deve continuar a depender do carvão ainda por um bom tempo, e encontra sérias dificuldades tanto para garantir segurança energética, quanto para promover a descarbonização de sua matriz, mesmo promovendo uma grande reorientação rumo a uma economia de serviços e forjando uma indústria de ponta em tecnologias de baixo carbono, da qual também é grande consumidora.

Desde 1993, para ser exato, a produção energética da RPC tem estado cada vez mais longe de acompanhar o ritmo das altas taxas de crescimento do país. A China tem feito alguns esforços no sentido de reduzir suas emissões a partir da queima de combustíveis fósseis, que vão desde o uso de novas técnicas como o chamado “carvão limpo”, passando pelo investimento em renováveis como nos casos dos projetos de hidrelétricas e no estímulo à tecnologias de fonte solar e eólica, em destaque neste trabalho.

Esses esforços, tem a ver tanto com pressões domésticas quanto internacionais, visto que, tendo a China uma OTEP da ordem de quatro dígitos Mtoe, o destino de sua política energética tem peso muito relevante para o problema global do aquecimento da temperatura média da terra. Enquanto potência emergente, para sua política externa, é relevante que o país cumpra seu papel rumo a alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável e exerça a contento seu papel de defesa de bens públicos globais, neste caso, comprometendo-se com a mudança climática.

No caso brasileiro, fontes energéticas de baixo carbono como a hidráulica e a biomassa fazem com que o país tenha a OTEP mais limpa dentre os BRICS. No entanto, a saturação da solução de grandes hidrelétricas, propensas a parar em tempos de estiagem, sendo costumeiramente resguardadas por termelétricas pode fazer a matriz se carbonizar.

A energia no Brasil não contribui de modo tão decisivo para as nossas emissões de GEE quanto o desmatamento. De todo modo, as tecnologias de baixo carbono dão mostras que vieram para ficar e, inevitavelmente, o país é um grande mercado para essas tecnologias. Ao não investir e se articular em promover inovações em energia limpa, tomando o mercado disponível como vantagem, o país abdica da possibilidade de liderar tecnologicamente esse setor tão relevante e afinado aos valores contemporâneos.

Quanto aos renováveis em análise, mesmo nosso mercado não é exatamente estruturado e previsível, conforme tratamos sobre os leilões, o que é preocupante uma vez que boa parte dos equipamentos para geração solar e eólica, mesmo quando manufaturados no Brasil, são desenvolvidos no exterior, contribuindo para a condição de dependência tecnológica.

Algumas sugestões importantes para estimular os renováveis são: manter um calendário de leilões em energias renováveis, adotar o regime de quotas para os renováveis, a exemplo do que a China passa a fazer e promover novos estímulos

através de *feed-in tarif*. No caso brasileiro, o Proinfa esgotou há muito sua cota inicial e nunca apoiou de forma significativa a energia solar como fonte ou realizou leilão exclusivo em energia solar que, dado esse contexto ainda é muito incipiente no Brasil, tanto na geração concentrada quanto na geração distribuída.

Inclusive, a geração distribuída, aparece como um caminho promissor para garantir o direito à energia de populações que vivem distantes dos grandes centros. Em países como a Alemanha, como foi observado, consumidores domésticos passaram por meio do sistema de cooperativa a auferir rendas com base nesta atividade, confirmando que quando há os incentivos propícios, parcelas significativas da população podem optar para geração local de energia, que deveria passar a ser entendida como positiva pelos governos, na medida em que desafoga o sistema de linhas, de geração muitas vezes distantes dos principais centros de consumo e que nem sempre usam das modernas o tecnologias inteligentes de modo a reduzir significativamente o nível de perdas.

Os investimentos em rede inteligente (*smart grid*) são uma necessidade em ambos os países para preparar o sistema para as novas fontes energéticas. No caso chinês, o país criou entre suas empresas estatais, líderes mundiais no setor, em todo caso, o país apresenta diversos casos de grandes projetos instalados, mas sem conexão.

Por fim, é importante pensar sobre o que nos trouxe ao cenário de crise ambiental. Nesse sentido, insistir em pensar segurança energética negligenciando a dimensão da sustentabilidade, é permanecer aprisionado à cilada na qual nos metemos. Esse comportamento é mais uma faceta do uso da racionalidade utilitarista que guia uma economia desprovida de ética e que é incapaz de apreender o valor ambiental e endogenizá-lo. Por exemplo, o capital entende como críticas às crises financeiras e, no caso da chamada crise do *subprime* em 2008, estima-se, que nos Estados Unidos o socorro, sobretudo aos bancos considerados grandes demais pra quebrar e outras empresas custou cerca de US\$ 14 trilhões. No entanto, o colapso ambiental, que a cada dia multiplica evidências de que estamos indo na direção errada parece não sensibiliza o suficiente. É, conforme abordamos, considerado algo externo.

REFERÊNCIAS

ALTVATER, Elmar. **O preço da riqueza**. São Paulo: Editora da Unesp, 1992.

ALTVATER, Elmar. **O fim do capitalismo como o conhecemos**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

ALTVATER, Elmar. *The Capitalocene, or, Geoengineering against Capitalism's Planetary Boundaries*. In: MOORE, Jason (Org). **Anthropocene or Capitalocene? Nature, History, and the Crisis of Capitalism**. Michigan: Kairos Books, 2016.

BECARD, Danielly Silva Ramos. Cooperação e comércio entre Brasil e China durante o governo Lula. In: OLIVEIRA, Henrique A. (coord.). **China e Índia na América Latina: oportunidades e desafios**. Curitiba, Juruá, p.163-92, 2010.

BIATO JUNIOR, Oswaldo. **A parceria estratégica sino-brasileira: origens, evolução e perspectivas (1993-2006)**. Brasília, Funag, 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, "**Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2016**"

BRAZ, Mario Sergio Araújo. **Os mecanismos de cooperação internacional para redução de emissões sob o Protocolo de Quioto**. **Boletim Científico Escola Superior do Ministério Público da União**, Brasília, n. 9, p. 139-159, out./dez. 2003.

BRICS – BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA, CHINA E ÁFRICA DO SUL. IV Cúpula do BRICS. Declaração de Nova Délhi. 2012, Nova Délhi, Índia. Nova Délhi: BRICS, 2012. Disponível em: <<http://brics.itamaraty.gov.br/pt-br/categoria-portugues/20-documentos/76-quarta-declaracao-conjunta> >.

BRICS – BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA, CHINA E ÁFRICA DO SUL. IX Cúpula do BRICS. Declaração de Xiamen. 2017, China: Xiamen. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/17384-nona-cupula-do-brics-declaracao-de-xiamen-xiamen-china-4-de-setembro-de-2017>> Acesso em: 31/01/2018.

BRICS – BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA, CHINA E ÁFRICA DO SUL. VI Cúpula do BRICS. Declaração de Fortaleza. Fortaleza: Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/5704-vi-cupula-brics-declaracao-de-fortaleza-15-de-julho-de-2014>>. Acesso em: 31/01/2018.

BRICS – BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA, CHINA E ÁFRICA DO SUL. VII Cúpula do BRICS. Declaração de Ufá. Rússia: Ufá, 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/10465-vii-cupula-do-brics-declaracao-de-ufa-ufa-russia-9-de-julho-de-2015>>. Acesso em: 31/01/2018.

BRICS – BRASIL, RÚSSIA, ÍNDIA, CHINA E ÁFRICA DO SUL. VIII Cúpula do BRICS. Declaração de Goa. Índia: Ufá, 2016. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/notas-a-imprensa/14931-viii-cupula-do-brics-go>>

india-15-e-16-de-outubro-de-2016-declaracao-e-plano-de-acao-de-goia>. Acesso em: 31/01/2018.

BP Statistical Review of World Energy, 2017. Disponível em: <https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>. Acesso em: 23/12/2017.

BRUNDTLAND, G. H. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas. 1991.

CASSIOLATO, J. E. **Notas Preliminares sobre Sistemas de Inovação e Cooperação**. Versão para Discussão, IE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2003.

CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. M. M. **Sistemas de Inovação e Desenvolvimento - as implicações de política**. São Paulo em Perspectiva, 19, (1), p. 34–45, 2005.

CASSIOLATO, J. E. et al. **Centro de Altos Estudos Brasil Século XXI**. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE. Brasília – DF. 2014

CHINA, **The 13th Five-Year Plan For Economic and Social Development of The People's Republic Of China (2016–2020)**. Beijing: China, 2016. Disponível em: <<http://en.ndrc.gov.cn/policyrelease/201612/P020161207645766966662.pdf>>. Acesso em: 31/01/2018.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO, 1972, Estocolmo. **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano**. Estocolmo, 1972.

COSTA LIMA, Marcos e OLIVEIRA, Eduardo Matos. **Colapso da civilização: a crise ambiental e breves comentários sobre a Amazônia**. Olhares amazônicos. 2014.

COSTA LIMA, M.; SILVA, J. H. **Banco dos BRICS: uma via alternativa às instituições de Bretton Woods?** In: Marcos Costa Lima. (Org.). *Perspectivas Asiáticas*. 1ed. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento, 2016, v.,p. 325-348

DALY, H. **Beyond growth. The economics of sustainable development**. Boston: Beacon Press, 1996.

DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological economics**. Principles and applications. Washington: Island Press, 2004.

DOSI, Giovanni (1982). **Technological paradigms and technological trajectories – a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change**. *Research Policy*, n. 11, p. 147-162.

DU PISANI, Jacobus A. **Sustainable development–historical roots of the concept**. *Environmental Sciences*, v. 3, n. 2, p. 83-96, 2006.

DUNFORD, Michael. The rise of China and its implications for economics and other developing countries: the significance of the Chinese social model. **Area Development and Policy**, v. 2, n. 2, p. 124-129, 2017.

EDQUIST, C. **Systems of innovation approaches: their emergence and characteristics**. In: EDQUIST, C. (ed). *Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations*. Londres: Pinter Publishers. 1997.

EIA. **Annual Energy Outlook**, 2017. Disponível em: [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2017).pdf). Acesso em: 20/06/2017.

ELKIND, Jonathan. **Energy Security—Call for a Broader Agenda** in Carlos Pascual and Jonathan Elkind (eds.): *Energy Security: Economics, Politics, Strategies, and Implications*. 2009.

ENERGY NARRATIVE. Disponível em <<http://energynarrative.com/>>. Acesso em 20/06/2017.

EXXONMOBIL, 2017. **2017 Outlook for Energy: A View to 2040**. [consultado em: 21 de dezembro de 2017]. Disponível em: http://cdn.exxonmobil.com/~/_media/global/files/outlook-for-energy/2017/2017-outlook-for-energy.pdf>. Acesso em: 31/01/2018.

FAGERBERG, J et al. **Innovation: a guide to the literature**. 2006

FERRAZ, C. C. M.. **A reforma do setor elétrico brasileiro: O Brasil na contramão do desenvolvimento sustentável**. Boletim Infopetro, v. n.2, p. 47-53, 2017.

FGV. **Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento (CMMAD)**. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

FREEMAN, C. **The Economics of industrial innovation**. London: Frances Pinter. 1982.

FREEMAN, C. **The Greening of Thecnology and Models of Innovation**. *Technological Forecasting and Social Change* 53, 27-39. 1996.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Frances Pinter. 1987.

FURTADO, André Tosi. **Energia e desenvolvimento: a necessária transição para um novo modelo de desenvolvimento**. In. SOUZA, Pedro de (Org.). *Brasil, sociedade em movimento*. São Paulo: Paz e Terra, 2015.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1974.

FUSER, Igor. **Energia e Relações internacionais** vol. 2. São Paulo: Saraiva, 2013.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The Entropy Law and the economic process**. Cambridge MA: Harvard University Press, 1971.

GERRING, John. 2007. "The Case Study: What it is and What it Does". In: Susan Stokes and Carles Boix, (eds) *Oxford Handbook of Comparative Politics*, OUP.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOH, Chien Yen. **Renewable Energy in China Transiting to a Low-Carbon Economy**. DBS Asian Insights. Sector Briefing 31. DBS Group Research. Novembro 2016

GONÇALVES, Gabriela B. Recursos naturais renováveis e produção de energia. *In: Revista Política Hoje*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2015, p. 193-215.

GÓMEZ, José María; CHAMON, Paulo Henrique; LIMA, Sérgio Britto. Por uma nova ordem energética global? potencialidades e perspectivas da questão energética entre os países BRICS. **Contexto Internacional**, v. 34, n. 2, p. 531-572, 2012.

GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik. **Economía verde o la mistificación del conflicto entre crecimiento y límites ecológicos**. *Ecología política*, n. 44, p. 51-58, 2012.

GWEC – **Global Wind Energy Council. Global Wind Energy Outlook 2016**. Disponível em: <www.gwec.net>. Acesso em: 31/01/2018.

HARAWAY, Donna J. *Staying with the Trouble Anthropocene, Capitalocene, Chthulucene*. In. MOORE, Jason (Org). **Anthropocene or Capitalocene? Nature, History, and the Crisis of Capitalism**. Michigan: Kairos Books, 2016.

HILTON, Isabel. **Introduction: the evolving blueprint**. In: China's Green Revolution: Energy, Environment and the 12th Five - Year Plan. China dialogue. 2011.

HULBERT, M. **It`s energy that will make or break the BRICS**. *European Energy Review*, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/c8lX2u>>. Acesso em: 31/01/2018

IEA - **International Energy Association. World Energy Outlook 2015**. ISBN Print: 978-92-64-24365-1

IEA - **International Energy Association. World Energy Outlook 2016**. ISBN Print: 978-92-64-26494-6

IEA - **International Energy Association. World Energy Outlook 2017**. ISBN Print: 978-92-64-28205-6

IHS Energy. **India Coal Profile**, 2015.

IHS Energy. **Historical LNG Trade**, 2016.

INDIA. **Twelfth Five Year Plan (2012-17)**, 2012.

INDIA. **All India Installed Capacity**, 2016.

IPCC, 2014: **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.

IRENA - **International Renewable Energy Agency**. REthinking Energy 2017: Accelerating the global energy transformation. 2017. ISBN : 978-92-95111-06-6

IRENA. **The role of renewable energy in energy security**. Second Ministerial Roundtable. Fifth session of the Assembly. International Renewable Energy Agency, 2015.

JIMÉNEZ, Juan Ramón. **Poesía en prosa e verso**. Sevilla: Facediciones. 2012

KING, Marcus DuBois & Gulledege, Jay. **The Climate Change and Energy Security Nexus**. The Fletcher Forum of World Affairs, vol.37:2 summer 2013. p. 25-44.

KING, Marcus DuBois & GULLEDGE, Jay. The Climate Change and Energy Security Nexus. The fletcher forum of world affairs. vol.37:2 summer 2013. P.25-44

KLEIN, Naomi. **This Changes Everything**. New York: Simon & Schuster, 2014.

KUGELMAS, Eduardo. Revisitando o desenvolvimento. In. BRANDÃO, Gildo, LIMA, Marcos C. & REIS, Rossana R. Regionalismos, democracia e desenvolvimento. São Paulo: Humanitas, 2007.

KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions**. 2^a ed. Chicago and London: University of Chicago Press. 1970.

KUMAR SAHU, Manjeet. **Energy Revolution under the BRICS Nations**. **BRICS LJ**, v. 3, p. 34, 2016.

LAGE, Elisa Salomão; PROCESSI, Lucas Duarte. Panorama do setor de energia eólica. **Revista do BNDES, Rio de Janeiro**, n. 39, p. 183-205, 2013.

LAPONCHE, B. L'énergie dans le monde: enjeux et prospective. In: JACQUET, P.; TUBIANA, L. (Dir.) Regards sur la terre. Paris: Les Presses Sciences Po, 2007. p.71-83.

LASTRES, H. M. M. (Org.). **Estratégias de Desenvolvimento, Política Industrial e Inovação**: Ensaios em Memória de Fabio Erber. 1ed. Rio de Janeiro: BNDES, v. 1, p. 379-418, 2014.

LE PRESTRE, P. **Ecopolítica Internacional**. São Paulo: Senac, 2000.

LEITE, A. C. C. **Relações políticas e comerciais entre Brasil e China**: riscos e oportunidades. *Conjuntura Internacional* (Belo Horizonte. Online),v. 10, p. 7-11, 2013.

LEITE, A. C. C.; LIRA, E. M. **A corrida chinesa em busca de energia: a evolução da política energética chinesa em direção à África, América do Sul e Brasil**. *Revista de Estudos Internacionais*,v. 2, p. 31-51, 2011.

LÉVI-STRAUSS, C. Raça e história. Tradução de Beatriz Perrone-Moi-sés. In: _____. **Antropologia estrutural II**. São Paulo: Cosac & Naify, 2013. (Coleção de Ensaio).

LEWIS, Joanna. I. **Green innovation in China**: China`s Wind Power Industry and the Global Transition to a Low-Carbon Economy. New York: Columbia University Press. 2013.

LI, Qingnan; MA, Zheng; JØRGENSEN, Bo N. **Discussion on China's Power Sector Reforms and Where to Next?** Catalog 13th, International Conference on the European Energy Market. Porto, 2016.

LIJPHART, Arend. Comparative politics and the comparative method. *In.: The American Political Science Review*, Vol. 65, No. 3, 1971, p. 682-693.

LIMA, Maria Regina Soares de; HIRST, Monica. "Brasil como país intermediário e poder regional". In: Vários autores, **Os Brics e a Ordem Global**, p. 43-73. Rio de Janeiro: FGV, 2009.

LOVELOCK, J. **A vingança da Gaia**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006.

LOVINS, Amory B. **Energy strategy**: the road not taken? **Foreign Affairs**, Oct.1976.

LUNDVALL, B. A. (ed.). **National Systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter Publishers. 1992.

LUSTOSA, Maria Cecília J. **Inovação e meio ambiente no enfoque evolucionista: o caso das empresas paulistas**. *XXVII Encontro Nacional da Anpec*, Belém:ANPEC. 1999.

MA, Linwei et al. **Integrated energy strategy for the sustainable development of China**. **Energy**, v. 36, n. 2, p. 1143-1154, 2011.

MATIAS, Eduardo Felipe P. **A humanidade contra as cordas: a luta da sociedade global pela sustentabilidade**. São Paulo: Paz & Terra, 2014.

MAZZUCATO, M., PENNA, Caetano. **The Brazilian Innovation System: a mission-oriented policy proposal. Avaliação de Programas em CT&I.** Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.

MCCRAW, T. K. **O Profeta da Inovação: Joseph Schumpeter e a destruição criativa.** Rio de Janeiro: Record, 2012.

MCCRONE, A. et al. **Global trends in renewable energy investment 2016.** Frankfurt: Frankfurt School; Unep Centre; Bloomberg, 2016.

MEADOWS, D. H. et al. **The limits to growth.** New York: Universe Books, 1972.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Denis L.; RANDERS, Jorgen. Limites do crescimento: um relatório para o projeto Clube de Roma sobre o dilema da humanidade. In: **Limites do crescimento: um relatório para o projeto Clube de Roma sobre o dilema da humanidade.** Perspectiva, 1972.

MENDES, Carmen Amado. **A China e a cooperação Sul-Sul. Relações Internacionais**, Lisboa, n. 26, p. 39-46, jun. 2010. Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-91992010000200003&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 14 dez. 2017.

MOORE, Jason (Org). **Anthropocene or Capitalocene? Nature, History, and the Crisis of Capitalism.** Michigan: Kairos Books, 2016.

MOYO, Dambisa. **O vencedor leva tudo: a corrida chinesa por recursos e seu significado para o mundo.** Tradução Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.

NELSON, R. (Ed.). **National Systems of Innovation: a comparative study.** Oxford: University Press. 1993.

OEKO. **The Oeko-Institut.** Disponível em <<http://www.oeko.de/>>. Acesso em 24 de Julho de 2017.

PEAK OIL. **Association for the Study of Peak Oil & Gas (ASPO).** Disponível em <<http://www.peakoil.net/>>. Acesso em 20 de dezembro de 2017.

PEIXOTO, F. J. M. **Nanotecnologia e sistemas de inovação: implicações para política de inovação no Brasil.** (Tese de Doutorado). Instituto de Economia Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil, 2013.

PEREZ, C. **Technological revolutions and techno-economic paradigms.** *Cambridge Journal of Economics*, 34, (1), p. 185-202, January 2009.

PICQ, Manuela L. **“Extrativismo: a pedra no caminho do desenvolvimento,”** in Pedro de Souza (ed), *Brasil, Sociedade em Movimento.* Rio de Janeiro: Paz e Terra, (2015): 213-222.

PIMENTEL, Fernando. **O fim da Era do Petróleo e a mudança do paradigma energético mundial**: perspectivas e desafios para a atuação diplomática brasileira. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2011.

PINHEIRO-MACHADO, Rosana. **Uma ou duas Chinas? A “questão de Taiwan” sob o ponto de vista de uma comunidade chinesa ultramar (Ciudad del Este, Paraguai)**. Civitas - Revista de Ciências Sociais, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 468-489, fev. 2011. ISSN 1984-7289. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/civitas/article/view/6655>>. Acesso em: 09 jan. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.15448/1984-7289.2010.3.6655>>. Acesso em: 31/01/2018

PODCAMENI, M. G. V. B. **Sistemas de Inovação e Energia Eólica: a experiência brasileira**. Rio de Janeiro: Instituto de Economia/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Tese de Doutorado.

POLANYI, K. **A grande transformação**: as origens de nossa época. Tradução de Fanny Wrobel. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

PREBISCH, Raúl. **Biósfera y desarrollo**. **Revista de la CEPAL**, n. 12, diciembre 1980, p. 73-88. E/CEPAL/G.1130

PRÉVOT, H. **Trop de pétrole, énergie fossile et réchauffement climatique**. Paris: Seuil, 2007.

PROEDROU, Filippos. **Rethinking energy security: and inter-paradigmatic debate**, ELIAMEP Policy Papers 24, February 2015. Disponível em: <https://www.files.ethz.ch/isn/188927/No-24-Rethinking-energy-security.pdf> Acesso em: 09 jan. 2018.

QUEIROZ, J. M. **Desenvolvimento Econômico, Inovação e Meio Ambiente: a busca por uma convergência no debate**. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 6, p. 143-170, 2011.

REN21. 2017. **Renewables 2017 Global Status Report (Paris: REN21 Secretariat)**. ISBN 978-3-9818107-6-9. Disponível em: <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf>. Acesso em 21 de dezembro de 2017.

REUTERS. **India unveils rescue package for power sector**, 2015. Disponível em: <http://in.reuters.com/article/2015/11/05/india-power-rescue-idINKCN0SU22E20151105> Acesso em: 08/01/2016.

ROCKSTRÖM et al. **Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity**. *Ecology and Society*, v. 14, n.2, 2009.

RODRIGUES FILHO, Márcio Francisco. **Sobre economia e ética: as duas fontes da economia na escolástica e seu afastamento na modernidade**. *Revista Opinião Filosófica*, [S.l.], v. 4, n. 2, fev. 2017. ISSN 2178-1176. Disponível em:

<<http://periodico.abavaresco.com.br/index.php/opiniaofilosofica/article/view/552>>. Acesso em: 31/01/2018

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica**. Estud. av., 2012, vol.26, no.74, p.65-92. ISSN 0103-4014, 2012

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SACHS, Ignacy. **Ecodesenvolvimento, crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1981.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para do século XXI – Desenvolvimento e Meio Ambiente**. São Paulo: Studio Nobel – Fundação para o desenvolvimento administrativo, p. 37, 1993.

SACHS, Ignacy. A revolução energética do século XXI. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 21-38, 2007.

SACHS, Ignacy. Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento. In: **Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento**. Vértice, 1986.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Editora Garamond, 2000.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Editora Garamond, 2004.

SACHS, Ignacy. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. Cortez, 2007.

SCHUMAN, Sara; LIN, Alvin. **China's Renewable Energy Law and its impact on renewable power** in China: Progress, challenges and recommendations for improving implementation. **Energy policy**, v. 51, p. 89-109, 2012.

SEN, A. 1999. **Sobre ética e economia**. São Paulo, Companhia das Letras, 143 p.

SHOUJUN, Cui & MIRANDA, Otávio Costa. Enquadrando a cooperação energética sino-brasileira: perspectivas chinesas. **Austral: Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais** e-ISSN 2238-6912 | ISSN 2238-6262| v.5, n.10, Jul./Dez. 2016 | p.9-33

SOVACOOOL, B. “**Renewable Energy: Economically Sound, Politically Difficult,**” *Electricity Journal*, 21, 5, pp. 18-29. 2008.

SOVACOOOL, Benjamin K. **A critical evaluation of nuclear power and renewable electricity** in Asia. *Journal of Contemporary Asia*, v. 40, n. 3, p. 369-400, 2010.

SOVACOOOL, Benjamin K. **The costs of failure: a preliminary assessment of major energy accidents, 1907–2007.** *Energy Policy*, v. 36, n. 5, p. 1802-1820, 2008.

SOVACOOOL, Benjamin K. **Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power:** A critical survey. *Energy Policy*, v. 36, n. 8, p. 2950-2963, 2008.

SOVACOOOL, Benjamin K.; COOPER, Christopher. **Nuclear nonsense:** Why nuclear power is no answer to climate change and the world's post-Quito energy challenges. *Wm. & Mary Envtl. L. & Pol'y Rev.*, v. 33, p. 1, 2008.

SOVACOOOL, Benjamin K.; DWORKIN, Michael H. Energy justice: Conceptual insights and practical applications. *Applied Energy*, v. 142, p. 435-444, 2015.

SOUTH AFRICA. Overview of the Independent Power Producer Procurement Programme (IPPPP), 2017.

STATS. **National Bureau of Statistics of China.** Disponível em: <<http://www.stats.gov.cn>> Acesso em: 20/09/2017.

SZAPIRO, M. H. S. **Reestruturação do setor de telecomunicações na década de noventa: um estudo comparativo dos impactos sobre o sistema de inovação no Brasil e na Espanha.** (Tese de Doutorado) Instituto de Economia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil, p. 323, 2005.

TESTER, J. W. et al. **Sustainable Energy: Choosing Among Options.** USA: MIT Press, 2005.

THE INDIAN EXPRESS. **Hydropower: Down to a Trickle,** 2015. Disponível em: <http://indianexpress.com/article/india/india-others/hydropower-down-to-a-trickle/>. Acesso em: 23/07/2015.

VALENTINE, Scott V. **The socio-political economy of electricity generation in China.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.32, p. 416–429, 2014.

VAN EVERA, Stephen. **Guide to methods for students of political science.** New York: Cornell University Press. 1997.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável. O desafio do século XX.** Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VEIGA, José Eli. Perspectiva nuclear pós-Fukushima. *Política Externa*, v. 20, n. 1, p. 153-159, 2011.

VIEIRA, Marco Antonio; DALGAARD, Klaus Guimarães. **The energy-security–climate-change nexus in Brazil**. *Environmental Politics*, v. 22, n. 4, p. 610-626, 2013.

VIOLA, Eduardo; BASSO, Larissa. Wandering decarbonization: the BRIC countries as conservative climate powers. *Rev. bras. polít. int.*, Brasília, v. 59, n. 1, e001, 2016

VON HIPPEL, David F. et al. **Evaluating the energy security impacts of energy policies**. 2010.

WACKERNAGEL, Mathis & REES, William. **Our Ecological Footprint: reducing human impact on the Earth**. Philadelphia, PA: New Society Publishers, 1996. ISBN: 0-86571-312-X.

WALLERSTEIN, Immanuel. **Ecologia e custos capitalistas de produção: sem saída**. In: _____. *O fim do mundo como o concebemos: ciência social para o século XXI*. Rio de Janeiro: Revan, 2002.

WANG, Feng and Yin, Haitao and Li, Shoude, **China's Renewable Energy Policy: Commitments and Challenges (September 28, 2010)**. Energy Policy. Available at SSRN: <<https://ssrn.com/abstract=2332611>>. Acesso em: 31/01/2018

WANG, Qiang; CHEN, Xi. **China's electricity market-oriented reform: From an absolute to a relative monopoly**. Energy Policy. Vol 51, dec. 2012.

WEBER, Gabriel. **La ecología política de la «Energiewende»(transición energética)** en Alemania. *Ecología Política*, n. 44, p. 61-68, 2012.

WNA. **World Nuclear Association At Work**, 2015. Disponível em: <http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Events/At_Work_April2015.pdf>. Acesso em: 23/12/2017.

WNA. **World Nuclear Performance Report**, 2016. Disponível em: <<https://world-nuclear.org/getmedia/b9d08b97-53f9-4450-92ff-945ced6d5471/world-nuclear-performance-report-2016.pdf.aspx>>.

WORLD BANK. **Data Indicators**. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/>>. Acesso em: 27/08/2016.

YANG, Jianbo; LIU, Qunyi; LI, Xin and CUI, Xiandan. **Overview of Wind Power in China: Status and Future**. *Sustainability* 2017, 9, 1454; doi:10.3390/su9081454

YERGIN, Daniel. **A Busca: energia, segurança e a reconstrução do mundo moderno**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014.

YERGIN, Daniel. **Ensuring energy security**. *Foreign affairs*, p. 69-82, 2006.

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHANG, ZhongXiang. **Energy and Environmental Issues and Policy in China**. FEEM Working Paper No. 92. 2013. Disponível em:
<<https://ssrn.com/abstract=2357930> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2357930>>

ZWEING, D. & JIANHAI, B. 2005. **China's Global Hunt for Energy**. **Foreign Affairs, New York**, v. 84, n. 5, p. 25-38, Sept.-Oct. Disponível em:
<<http://wuyibing.com/cache/china-s-global-hunt-for-energy.pdf>>. Acesso em: 09.jan.2018.