MONÇÕES
REVISTA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS DA UFGD

DOI: 10.30612/rmufgd.v11i22.14541

A Geopolítica das Energias Renováveis: o Brasil em meio ao cenário de transição energética

The Geopolitics of Renewable Energy: Brazil amid the energy transition scenario

La Geopolítica de las Energías Renovables: Brasil en medio del escenario de transición energética

Rafael Almeida Ferreira Abrão
Universidade Federal do ABC (UFABC)
São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil
E-mail: ra.abrao@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-9405-0719

Resumo: O estudo da geopolítica das energias renováveis consiste na análise de como as características geográficas e técnicas dessas fontes podem remodelar as relações interestatais de energia. Este artigo revisa a literatura internacional sobre a emergente influência das fontes renováveis sobre a geopolítica e, em seguida, debruça-se sobre o caso brasileiro. O objetivo é compreender as implicações e oportunidades de inserção internacional para o Brasil em meio às transformações em curso no cenário energético global. A tese defendida é de que, para a inserção internacional do Brasil no novo contexto geopolítico resultante da ampla adoção de energias renováveis, o país precisa utilizar as potencialidades da abundante disponibilidade de recursos energéticos existentes no seu território e coordenar a integração energética com outros países sul-americanos.

Palavras-chave: Geopolítica da Energia; Energias Renováveis; Transição Energética; Brasil.

MONÇÕES
REVISTA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS DA UFGD

Abstract: The study of the geopolitics of renewable energy consists of the analysis of how the geographic and technical characteristics of these sources can reshape interstate energy relations. This article reviews the international literature on the emerging influence of renewable sources on geopolitics and then focuses on the Brazilian case. The aim is to understand the implications and opportunities of the international insertion for Brazil amid the transformations underway in the global energy scenario. The argument defended in this article is that, for the international insertion of Brazil in the new geopolitical context resulting from the wide adoption of renewable energies, the country needs to use the potential of the abundant availability of energy resources in its territory and coordinate energy integration with other South American countries.

Keywords: Geopolitics of Energy; Renewable Energy; Energy Transition; Brazil.

Resumen: El estudio de la geopolítica de las energías renovables consiste en el análisis de cómo las características geográficas y técnicas de estas fuentes pueden remodelar las relaciones energéticas interestatales. Este artículo revisa la literatura internacional sobre la influencia emergente de las fuentes renovables en la geopolítica y analiza el caso brasileño. El objetivo es comprender las implicaciones y oportunidades de la inserción internacional para Brasil en medio de las transformaciones en curso en el escenario energético global. La tesis defendida es que, para la inserción internacional de Brasil en el nuevo contexto geopolítico resultante de la amplia adopción de energías renovables, el país necesita aprovechar las potencialidades de la abundante disponibilidad de recursos energéticos existentes en su territorio y coordinar la integración energética con otros países de América del Sur.

Palabras clave: Geopolítica de la Energía; Energías renovables; Transición Energética; Brasil.

Recebido em
13/04/2020

Aceito em
21/07/2022

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Por geopolítica, entende-se a influência das características geográficas de determinado território sobre as relações externas dos Estados. Em outras palavras, trata-se da relação entre espaço e poder. No caso da geopolítica da energia, nos referimos a como a demanda e a oferta de recursos energéticos presentes em determinado território ou em um conjunto de territórios influenciam os Estados. O estudo das questões energéticas é, portanto, parte fundamental da compreensão da geopolítica, contribuindo para moldar sociedades e sendo um componente importante das condições que cada país possui para o seu desenvolvimento.

As energias renováveis são aquelas que derivam de processos naturais e são reabastecidas constantemente, como as fontes solar, eólica, biomassa, geotérmica, hidrelétrica e das marés – além dos biocombustíveis, da eletricidade e do hidrogênio resultantes das fontes renováveis citadas (IEA, 2004). Sobre as diferenças técnicas e geográficas das fontes de energias fósseis e renováveis, sumarizam-se os principais pontos com base nas observações de Paltsev (2016), Hübner (2016) e Scholten (2018) da seguinte maneira:

i) As energias fósseis são finitas e distribuídas desigualmente pelo planeta, sua produção e processamento são centralizados em determinados países e suas características sólida, líquida ou gasosa permitem a estocagem e o deslocamento por longas distâncias, diferentes modalidades de transporte e armazenamento. A produção e o refino são feitos em instalações centralizadas e de grande capacidade, e seu modelo de negócio é dominado por grandes companhias multinacionais e estatais de países produtores.

ii) Em contraste, os renováveis são abundantes e intermitentes, sua produção é – em geral – descentralizada e envolve tecnologias que utilizam metais de terras raras. São utilizados comumente na geração de eletricidade e sua distribuição por longas distâncias provoca grandes perdas. Sua produção ocorre em instalações locais e em pequenas quantidades, podendo ser realizadas por residências, pequenas empresas e cooperativas. Apesar da capacidade de produção e custos diferir entre países de acordo com critérios como clima, latitude, radiação solar, velocidade dos ventos e estoque de biomassa, a ampla disponibilidade e a característica descentralizada das energias renováveis possibilitam que os países desenvolvam maior capacidade de atender sua demanda interna com a produção doméstica – dando ênfase a sua segurança energética e reduzindo riscos geopolíticos – ou importar energia a custos menores. Por mais que a construção das instalações de energia renovável tenha im-

CC BY NC SA

pactos ambientais, estes são muito mais localizados do que as emissões de CO_2 na produção de energia fóssil.

Dessa forma, o estudo da geopolítica das energias renováveis consiste na análise de como as características geográficas e técnicas dessas fontes podem remodelar as relações interestatais de energia.

Em contraste com a ampla literatura dedicada à geopolítica do petróleo e do gás natural, o estudo das fontes renováveis de energia tem ganhado importância nos últimos dez anos[1]. Por se tratar de um tema relativamente novo, torna-se necessário o estudo da sua dinâmica, uma vez que os renováveis podem transformar as formas de interação interestatais, mercados, parceiros comerciais, além de alterarem padrões de cooperação e conflito entre países.

Neste trabalho, buscamos sistematizar o debate, realizando uma revisão da literatura internacional sobre a geopolítica das energias renováveis. Consideram-se os trabalhos que melhor dialogam com a análise das particularidades da transição energética no Brasil e se cria um panorama das discussões no contexto internacional para, em seguida, analisarmos o caso brasileiro. Portanto, este artigo tem como ponto de partida o entendimento de que devem existir diferentes rotas de transição energética. Ou seja, os recursos naturais existentes, as tecnologias disponíveis, as estruturas institucionais, o cenário político e o histórico de uso da energia moldarão os diferentes tipos de transição energética em cada país e região.

Temos como objetivo analisar os desafios impostos no atual contexto de transição energética global. Utiliza-se uma metodologia qualitativa, que inclui revisão bibliográfica, coleta de dados estatísticos e análise sistemática das características do setor energético brasileiro, tendo a geopolítica como principal referencial teórico.

O texto foi organizado em quatro seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção, realizamos um panorama dos impactos do advento das energias renováveis na geopolítica da energia. As principais características desse novo contexto geopolítico são divididas em sete subseções, conforme a classificação definida por O'Sullivan, Overland e Sandalow (2017): recursos minerais, desenvolvimento tecnológico, redes de transmissão, substituição dos fósseis, dinâmica de preços, mudanças climáticas e biocombustíveis. Na terceira seção, discute-se o caso brasileiro em meio às transformações do cenário geopolítico regional e global. Por fim, esboçamos brevemente algumas considerações finais.

1 Algumas das primeiras pesquisas sobre o tema dentro das relações internacionais foram desenvolvidas no início da década passada. Entre os estudos pioneiros, destacam-se Westphal (2011), na Alemanha, Criekemans (2011), na Bélgica, além de Bosman e Scholten (2013) e De Ridder (2013), nos Países Baixos.

CC BY NC SA

2. COMO OS RENOVÁVEIS PODEM MOLDAR A GEOPOLÍTICA DA ENERGIA?

O advento das energias renováveis pode, entre os diversos contextos geopolíticos possíveis, contribuir para cenários de conflito e cooperação. Para Keohane e Victor (2013), a cooperação é essencial para uma resposta efetiva da comunidade internacional para as questões relacionadas à transição energética e às mudanças climáticas, apesar dessas ações serem de difícil equalização entre Estados, organizações multilaterais, empresas e outros atores não-estatais relevantes para o tema. Paltsev (2016) aponta que a transição energética pode gerar novos tipos de tensões e riscos geopolíticos. Segundo Criekemans (2011), os Estados continuarão a ser atores fundamentais da geopolítica da energia e a transição energética é uma oportunidade para que a atual posição das grandes potências seja alterada, podendo ser utilizada por países emergentes para ascender na hierarquia do sistema internacional. Conforme destacado por De Ridder (2013), países podem obter maior relevância por meio da exploração dos recursos minerais necessários para a produção de energia renovável e pelo domínio de novas tecnologias. E, segundo Scholten (2018), caso a ampla disponibilidade das fontes renováveis resulte na diversificação de fontes de energia, a preocupação dos países com o acesso à energia deve diminuir, com as atenções priorizando os preços, o controle da infraestrutura, a operação e a regulação do sistema.

De acordo com Stegen (2018), o poder na geopolítica da energia tende a se deslocar para os países que investirem na produção de energia renovável e que forem eficientes em adquirir um grau superior de diversificação, autossuficiência e capacidade de exportação. A autossuficiência possibilita que os Estados não estejam sujeitos à vulnerabilidade e dependência externa, além de permitir que projetem poder sobre outras nações, ou seja, países que tiverem excedente de eletricidade poderão usar das exportações para fins geopolíticos. Ademais, as decisões tomadas no presente acerca dos investimentos em energias fósseis ou renováveis, poderão determinar a trajetória futura dos Estados, sendo os maiores perdedores aqueles países que – no longo prazo – continuarem dependentes do fornecimento de hidrocarbonetos, enquanto os que atualmente são importadores líquidos de energia podem no futuro ocupar uma posição mais confortável, com maior acesso a diferentes fontes de energias renováveis.

No entanto, cabe destacar que mesmo que o petróleo perca protagonismo, ainda continuará a ser uma importante fonte energética, assim como ocorreu com o carvão no século XX, não deixando de ter uma participação relevante na matriz energética mundial. Segundo Van de Graaf (2018), Rússia e Arábia Saudita são os que têm mais a perder, pela dificuldade de

CC BY NC SA

superar a dependência das exportações de petróleo, enquanto os principais ganhadores serão os centros consumidores dependentes de importação de recursos fósseis, como China, Japão e União Europeia. Os Estados Unidos, que ocupam as posições simultâneas de grande produtor e consumidor, tendem a ter impactos mais diversos sobre os diferentes setores da sua economia graças à independência energética alcançada com o gás e óleo de xisto. As tabelas 1 e 2 sistematizam a relação dos maiores produtores e consumidores de petróleo, derivados e biocombustíveis, a seguir:

Tabela 1. Maiores produtores mundiais de petróleo, derivados e biocombustíveis (2020)

País	Milhões de barris de petróleo equivalentes por dia	Porcentagem da produção mundial
Estados Unidos	18.61	20%
Arábia Saudita	10.81	12%
Rússia	10.50	11%
Canadá	5.23	6%
China	4.86	5%
Iraque	4.16	4%
Emirados Árabes	3.78	4%
Brasil	3.77	4%
Irã	3.01	3%
Kuwait	2.75	3%
Total mundial	**93.86**	–

Fonte: U.S. Energy Information Administration, 2021.

Tabela 2. Maiores consumidores mundiais de petróleo, derivados e biocombustíveis (2019)

País	Milhões de barris de petróleo equivalentes por dia	Porcentagem do consumo mundial
Estados Unidos	20.54	20%
China	14.01	14%
Índia	4.92	5%
Japão	3.74	4%
Rússia	3.70	4%
Arábia Saudita	3.18	3%
Brasil	3.14	3%
Coréia do Sul	2.60	3%
Canadá	2.51	3%
Alemanha	2.35	2%
Total mundial	**100.23**	–

Fonte: U.S. Energy Information Administration, 2021.

CC BY NC SA

A característica descentralizada das fontes renováveis aumenta a probabilidade de nações se tornarem autossuficientes (STEGEN, 2018; MÅNBERGER, JOHANSSON, 2019). Por outro lado, há aspectos da transição energética que podem gerar novas dependências assimétricas, especialmente em relação aos minerais necessários nas novas tecnologias renováveis, além da dinâmica dos biocombustíveis e das linhas de transmissão de ultra alta voltagem, conforme será detalhado posteriormente na seção 2.3 (STEGEN, 2018).

A intermitência dos renováveis é uma preocupação, em razão de não poderem prover a mesma quantidade de energia em todos os períodos do ano, ou mesmo do dia. Por isso, seu funcionamento eficiente depende de alternativas de fornecimento e de estocagem – na forma de reservatórios hidrelétricos e baterias que atendam à redução da produção em certos períodos – e a expansão das linhas de transmissão (PALTSEV, 2016). Conforme destacado por Scholten:

> Enquanto os renováveis oferecem soluções para as preocupações relacionadas aos combustíveis fósseis como dependência de importações, mudanças climáticas e gargalos de transporte, eles criam uma gama de novos desafios para as relações energéticas entre Estados. A questão é como exatamente os sistemas renováveis de energia impactarão a infraestrutura e operações, os padrões de comércio e o bem-estar, os modelos de negócio e mercados, realidades estratégicas e ações políticas de países consumidores, produtores, de trânsito e as relações entre eles (SCHOLTEN, 2018, p. 5).

Considerando as características das renováveis e suas diferenças em relação às fontes de energias fósseis, passamos à análise de diferentes aspectos que podem alterar as relações energéticas entre os Estados nas próximas décadas.

2.1 RECURSOS MINERAIS

A geração de energia por meio de fontes renováveis requer a utilização de tecnologias, como painéis solares e turbinas eólicas, que demandam uma grande quantidade de materiais críticos, conhecidos como metais de terras raras. Os usos finais de terras raras incluem especialmente a produção de ímãs, baterias, catalisadores e displays, sendo, portanto, importantes na produção de microchips, eletrônicos e motores elétricos.

De acordo com o U.S. Geological Survey (2022), os 17 minerais que fazem parte desse grupo, apesar do que o nome sugere, são relativamente abundantes. No entanto, por ques-

CC BY NC SA

tões geográficas e químicas, a sua disposição em pequenas quantidades e a dificuldade de separação dos seus compostos os diferencia de outras *commodities*. A sua substituição por outros metais é possível, porém menos eficiente. O seu processamento se torna por muitas vezes custoso e a produção acaba por se restringir a um número reduzido de nações cujas reservas conhecidas são mais significativas. A tabela a seguir demonstra a distribuição e a produção de metais de terras raras por países:

Tabela 3. Produção e reservas de metais de terras raras por país

País	**Produção**		**Reservas**
	2020	2021	
África do Sul	–	–	790.000
Australia	21.000	22.000	4.000.000
Brasil	600	500	21.000.000
Burundi	300	100	NA
Canada	–	–	830.000
China	140.000	168.000	44.000.000
Estados Unidos	39.000	43.000	1.800.000
Groelândia	–	–	1.500.000
Índia	2.900	2.900	6.900.000
Madagascar	2.800	3.200	NA
Myanmar	31.000	26.000	NA
Rússia	2.700	2.700	21.000.000
Tanzânia	–	–	890.000
Tailândia	3.600	8.000	NA
Vietnã	700	400	22.000.000
Outros países	100	300	280.000
Total mundial	**240.000**	**280.000**	**120.000.000**

Fonte: U.S. Geological Survey (2022).

Os metais de terras raras estão concentrados na China, onde estão localizadas 37% das reservas conhecidas. Não obstante, a China apresenta a produção mais relevante, correspondendo a 58% da produção mundial. Brasil, Vietnã e Rússia também têm muito potencial, em grande parte inexplorado, no setor. Atualmente, a mineração, a produção e o processamento se concentram quase que exclusivamente na China e, mesmo quando as atividades extrativas ocorrem em outros países, o material é exportado para poder ser processado em território chinês (DE RIDDER, 2013; CRIEKEMANS, 2018). Cabe destacar que os países do BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul – correspondem a mais de 78% das reservas mundiais.

CC BY NC SA

Dessa forma, novas dependências poderão ser desenvolvidas em um cenário de ampla adoção de tecnologias renováveis por países que não possuem esses recursos, em particular, pode-se desenvolver uma dependência de importações em relação à China (SCHOLTEN, 2018), por sua posição confortável em decorrência da alta concentração de reservas e do seu monopólio prático sobre o processamento desses materiais (STEGEN, 2018), podendo assumir um papel similar ao do Oriente Médio na geopolítica do petróleo (CRIEKEMANS, 2018). No entanto, diversas nações ampliaram a produção de terras raras e novos players entraram no mercado, diversificando o fornecimento em certa medida, apesar da China ainda corresponder pela maior parte da produção global.

Além dos metais de terras raras, destaca-se a importância do lítio, do índio e do cobalto. Esses materiais são comuns nas baterias necessárias para o funcionamento de aparelhos eletrônicos, painéis solares, carros elétricos e na estocagem da eletricidade produzida por usinas eólicas e solares. O maior produtor mundial de cobalto é a República Democrática do Congo, enquanto a China é a maior produtora de índio. Os maiores produtores de lítio são o Chile, a Austrália, a Argentina e a China, com destacada importância da América do Sul para o fornecimento global, conforme detalhado mais adiante na seção 3.

Esses materiais podem se tornar objeto de cartelização, a menos que ocorra a diversificação da exploração, produção e processamento, ou mesmo inovações tecnológicas que reduzam a sua necessidade ou permitam o aperfeiçoamento de técnicas de reuso e reciclagem (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017). A possível cartelização nos moldes da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) pode ter como empecilhos: *i*) a heterogeneidade entre os países que detém esses recursos, com prioridades econômicas e políticas distintas entre si; *ii*) a possibilidade de substituição desses materiais, com exceção do lítio, cuja dificuldade de encontrar materiais equivalentes o torna o mais propenso à coordenação de preços entre os países produtores (MÅNBERGER, JOHANSSON, 2019). Esses minerais são finitos, gerando uma situação similar ao petróleo quanto a dinâmica entre oferta e demanda, e em relação à disponibilidade de reservas economicamente acessíveis (DE RIDDER, 2013), sendo que a concentração geográfica dos metais necessários para tecnologias renováveis pode se tornar superior à do petróleo (MÅNBERGER, JOHANSSON, 2019).

Uma possível interrupção do fornecimento de materiais críticos não afetaria a capacidade instalada, mas poderia inibir a construção de novas instalações (STEGEN, 2018). As restrições poderiam impactar o preço no mercado internacional e reduzir a atratividade de investimentos, pesquisas e desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a expansão das energias renováveis, biocombustíveis e da frota de carros elétricos (LADISLAW, LEED, WALTON, 2014).

CC BY NC SA

Cabe ainda destacar que o nacionalismo de recursos pode se tornar um elemento marcante nesse contexto geopolítico, com maior intervenção estatal, adoção de medidas protecionistas, elevação de tributação, aumento da renda capturada pelo Estado e a maximização dos benefícios oriundos da exploração dos recursos (DE RIDDER, 2013). Na América Latina, efeito similar ocorreu a partir do final da década de 1990 e especialmente durante os anos 2000, com a ascensão de governos de esquerda e centro-esquerda em grande parte dos países da região, que enfatizaram o chamado "nacionalismo de recursos" (FUSER, 2013), revisando políticas neoliberais, fortalecendo empresas estatais, aumentando expressivamente a renda oriunda de hidrocarbonetos e seguindo a visão de soberania sobre recursos energéticos (FUSER, ABRÃO, 2020).

Sumariamente, levantam-se preocupações sobre a possibilidade de interrupções na oferta por motivos acidentais, intencionais ou instabilidade política, ameaçando a segurança energética e nacional de países consumidores. Entre os desafios da transição para as energias renováveis estão a utilização de menos recursos minerais em suas tecnologias, especialmente se considerarmos a pressão sobre a demanda causada pelo crescimento econômico, mudanças no padrão de consumo e o aumento populacional. A geopolítica dos minerais necessários para a transição energética pode provocar alterações no balanço de poder no sistema internacional, em que Estados detentores de recursos minerais ganharão poder, resultando em possibilidades de cooperação ou conflito por esses recursos (DE RIDDER, 2013).

2.2. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

A transição energética é uma revolução tecnológica que envolve o controle sobre patentes e conhecimento (CRIEKEMANS, 2018). Desse modo, o domínio sobre as tecnologias de baixo-carbono será fundamental para a geopolítica global (PALTSEV, 2016), pois a tecnologia pode determinar os novos polos de poder do cenário geopolítico de ampla difusão das energias renováveis. Por este motivo, é provável que ocorra uma intensa competição pelo desenvolvimento e pela redução dos custos relacionados a essas tecnologias (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017; SCHOLTEN, 2018).

Dados da International Energy Agency (2021a) demonstram que Europa (28%), Japão (25%) e EUA (20%) dominam a inovação em energia de baixo carbono, representando juntos mais de três quartos de todas as patentes internacionais geradas de 2000 a 2019. Coreia do Sul e China permanecem modestos centros de inovação no domínio das tecnologias de energia

CC BY NC SA

de baixo carbono, com apenas 10% e 8%, respectivamente, de todas as patentes geradas de 2010 a 2019, embora ambos os países tenham experimentado um aumento sustentado das atividades de patenteamento dessas tecnologias.

Ao contrário do que ocorre com o petróleo e o gás natural, em que as preocupações dos Estados se concentram principalmente em assegurar o acesso aos recursos e à energia barata, o foco com as energias renováveis tende a se deslocar para a construção da infraestrutura, de um novo padrão tecnológico e para a eficiência energética (PALTSEV, 2016). Esse cenário pode ampliar a tensão entre países desenvolvidos e em desenvolvimento em questões como transferência de tecnologia e pela criação de infraestrutura, especialmente se a transição energética resultar em novas relações assimétricas de dependência (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017), como em países sul-americanos, nos quais a dependência tecnológica em relação ao exterior pode ser agravada pelo aumento da presença de grandes multinacionais no setor energético (SABATELLA, SANTOS, 2020).

Cabe destacar que os investimentos em energias renováveis são influenciados pelos interesses políticos de governos, empresas e outros atores que interferem no ambiente regulatório de cada país (HUGHES; LIPSCY, 2013) e podem reduzir gradativamente a influência geopolítica de produtores tradicionais de petróleo e gás natural, como países do Oriente Médio e a Rússia, além de aumentar o *gap* tecnológico entre países que lideram os investimentos em energias renováveis – como China, Alemanha, Estados Unidos e Japão – e países com menor grau de desenvolvimento (PALTSEV, 2016). Os fluxos financeiros podem assumir um papel importante, com fundos de investimentos, fundos soberanos e investidores institucionais assegurando o controle sobre ativos importantes e influenciando quais tecnologias e infraestrutura receberão recursos (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017).

Por fim, para se apropriar de uma parcela significativa da renda, a propriedade intelectual pode se tornar elemento fundamental da nova dinâmica do cenário energético global, tornando-se uma vantagem para países com maior capacidade de pesquisa e desenvolvimento (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017). O domínio de patentes e conhecimento envolve o controle de empresas e o valor adicionado que elas produzirão. Dessa forma, um dos fatores determinantes da posição dos países no cenário geopolítico global tende a ser a quantidade de patentes registradas, a quantidade de capital investida e a presença de empresas líderes em energia e tecnologias renováveis (CRIEKEMANS, 2018).

2.3. REDES DE TRANSMISSÃO

A ampliação do uso dos renováveis coloca a construção de redes elétricas multinacionais, que possibilitem a interconexão e o comércio internacional de eletricidade, no centro do cenário geopolítico. Os novos fluxos de energia podem resultar em uma situação de vulnerável dependência para os países importadores – por meio da ameaça de interrupção do fornecimento – ou numa interdependência benéfica, que amplie a cooperação e reduza os riscos de conflitos entre as nações envolvidas (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017). O reabastecimento constante que caracteriza as fontes renováveis faz com que, diferentemente do que ocorre com o petróleo, o controle do fluxo seja mais importante que a exploração de estoques (MÅNSSON, 2015).

As perdas da eletricidade na transmissão por longas distâncias limita o tamanho das redes e pode provocar uma maior regionalização[2] das relações interestatais, com a formação das super redes elétricas multinacionais (*supergrids*) ocorrendo em torno de grandes potências do sistema e não entre elas, com países evitando o compartilhamento de redes com países rivais. Assim, a característica descentralizada da produção de energia renovável pode isolar do mercado internacional alguns mercados nacionais ou determinadas localidades (SCHOLTEN, 2018). Por outro lado, pode ocorrer a formação de micro redes (*microgrids*), com a produção descentralizada levando à redução da interdependência entre Estados e da disputa internacional por recursos energéticos, e ao enfraquecimento até mesmo da posição de controle do Estado Nacional sobre a distribuição elétrica. É possível ainda a formação de um cenário misto, com a construção de super e micro redes (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017) que coexistam com a atual estrutura centralizada de geração e distribuição de eletricidade (SCHOLTEN, 2018).

Há ainda as redes inteligentes (*smart grids*), capazes de utilizar a tecnologia de comunicação digital para detectar mudanças de consumo, podendo ser combinadas com marcação de preços em tempo real, alterando o balanço de poder entre governos nacionais, autoridades regionais e indivíduos, que podem, ao mesmo tempo, tornarem-se produtores e consumidores (PALTSEV, 2016), ou seja, produzindo sua própria energia e injetando o excedente na rede, o que é definido como "*prosumer*" – uma mescla de *producer* (produtor) e *consumer* (con-

2 Os mercados de energia podem passar a ser limitados pelos tamanhos das redes elétricas e da infraestrutura física que conecta produtores e consumidores, dificultando, por exemplo, o comércio ultramarino. Elas podem alcançar determinadas regiões e países, mas não poderão resultar em um mercado global (BOSMAN; SCHOLTEN, 2013).

CC BY NC SA

sumidor) (HÜBNER, 2016). Tais redes serão fundamentais para a conversão da infraestrutura existente, a busca da eficiência energética e a transição para fontes de energias mais limpas (NAUGHTON, 2021).

Terão vantagem geopolítica os países que conseguirem cooperar regionalmente e firmar o controle de redes elétricas e locais de armazenamento, se tornando *players* internacionais (HÜBNER, 2016). Neste cenário, os países de trânsito – por onde as linhas de transmissão levarão a produção até os consumidores – se tornam essenciais para o comércio internacional, em uma situação geopolítica semelhante aos gasodutos e oleodutos utilizados no transporte de energias fósseis, como no caso do gás natural exportado da Rússia para a União Europeia, que geraram episódios de crise ao transitar pela Ucrânia (PALTSEV, 2016). As redes podem, portanto, resultar no surgimento de novas vulnerabilidades (CRIEKEMANS, 2018), cuja importância dos países de trânsito não pode ser ignorada. Eles têm o poder de decisão sobre o transporte da energia produzida e podem utilizar as linhas de alta voltagem tal como os países fornecedores, como mecanismo de pressão política, tornando-se parte essencial da geopolítica internacional (HÜBNER, 2016; STEGEN, 2018) e influenciando tanto o país produtor quanto o consumidor.

2.4. A SUBSTITUIÇÃO DOS FÓSSEIS

A redução da demanda por petróleo e gás natural pode ter impacto em diferentes partes do mundo. Na geopolítica das energias fósseis, há uma definição clara dos centros de poder, sumarizados em Estados Unidos, Rússia, Arábia Saudita e outros países membros da OPEP, do lado dos produtores, enquanto China, União Europeia e novamente os Estados Unidos se destacam como os principais mercados consumidores (PALTSEV, 2016). A possível queda das exportações e o declínio das rendas petrolíferas nos países produtores pode resultar na necessidade de reformas, em esforços de diversificação econômica – que continua sempre como ponto-chave para países exportadores – ou mesmo em instabilidade política: a dificuldade de governos de manter os gastos pode levar a questionamentos quanto a sua autoridade e pressionar a continuidade de regimes.

Nos países consumidores, a diversificação de fontes de energia pode significar avanços em termos de segurança energética e equilíbrio da balança comercial. Há ainda o caso dos países com significativas reservas de petróleo e gás não desenvolvidas, como o Brasil, que podem enfrentar dificuldades de exploração à medida que a transição energética progredir. Uma vez

CC BY NC SA

que com menos demanda, regiões com maior custo de extração se tornam menos atrativas ou até comercialmente inviáveis, a demanda remanescente será suprida com petróleo barato, beneficiando os países produtores do Oriente Médio e inviabilizando regiões com custo de extração mais elevado (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017).

Diante de tantas possibilidades, as energias eólica e solar têm atraído mais investimentos por possuírem um custo reduzido e uma facilidade política de instalação maior se comparada, por exemplo, a uma usina nuclear, que envolve preocupações com risco de acidentes, custos elevados e a dificuldade de armazenar resíduos (PALTSEV, 2016; STEGEN, 2018). Ainda assim, é possível dizer que o maior concorrente das energias renováveis é o gás natural. O gás natural emite 45-50% menos dióxido de carbono que o carvão e 21-33% menos que o petróleo (PALTSEV, 2016), e tornou-se parte dos esforços para reduzir as emissões de carbono, sendo colocado por muitos como um *bridge fuel* que promova a redução das emissões enquanto soluções mais limpas de energia são desenvolvidas (LADISLAW, LEED, WALTON, 2014), uma estratégia que não impede a elevação da temperatura do planeta. Na verdade, o melhor papel para o gás natural seria como mitigador da intermitência das fontes renováveis em períodos de baixa incidência de ventos e raios solares (PALTSEV, 2016).

Há na geopolítica do petróleo uma literatura que discute a "maldição dos recursos naturais". Segundo a corrente teórica que defende a existência de tal maldição, preconizada pelos trabalhos de Corden e Neary (1982) e Sachs e Warner (1995), países com abundância de recursos naturais tenderiam a apresentar reduzidas taxas de crescimento econômico, enfrentando ainda volatilidade dos preços no mercado externo. Entre os principais exemplos históricos para sustentar essa argumentação estão Venezuela, Botsuana, Nigéria, e mais comumente, os Países Baixos. No Brasil, o debate da desindustrialização gerou diversos estudos que também se debruçaram sobre o tema, (BRESSER-PEREIRA, MARCONI, 2010; CANO, 2012; RICUPERO, 2014), e mais especificamente sobre a possibilidade de efeitos negativos sobre a economia serem causados pela exploração dos recursos de petróleo e gás do pré-sal (MENDONÇA, ABRÃO, 2015). Segundo O'Sullivan, Overland e Sandalow (2017), esse debate pode ocorrer em nações que se empenharem na exploração de terras raras e outros metais. Ao mesmo tempo, os países que desenvolverem as tecnologias para a transição energética têm a chance de diversificar suas economias.

A ampliação do uso dos renováveis em detrimento das energias fósseis depende ainda da eletrificação de sistemas de energia, especialmente no setor de transportes, no qual o aumento do uso de carros elétricos pode atrelar maior importância à eletricidade produzida pelas fontes renováveis (SCHOLTEN, 2018). Destaca-se que a China se encontra na vanguarda

CC BY NC SA

deste processo, e vem utilizando suas reservas de lítio estrategicamente, incentivando o surgimento de companhias de carros elétricos, cujas baterias utilizam o material e se tornando um dos países a liderar a difusão desses automóveis (CRIEKEMANS, 2018).

Cabe ainda considerar que é provável que as energias fósseis permaneçam com parte relevante da matriz energética global, coexistindo com os renováveis (PALTSEV, 2016; SCHOLTEN, 2018). De todo modo, grandes companhias e países produtores de combustíveis fósseis podem ser duramente atingidos pela transição energética, e por isso têm resistido à transição, seja sustentando investimentos em ativos não-convencionais[3] (reservas de xisto, reservatórios em águas ultra profundas etc.) ou investindo no gás natural como um combustível de transição, por ser menos poluente (VAN DE GRAAF, 2018).

2.5. DINÂMICA DE PREÇOS

Historicamente, a indústria do petróleo oferece margens de lucro elevadas, o que inibe investimentos de grandes companhias petrolíferas em energias limpas e potencializa suas ações contra a difusão dos renováveis (STEGEN, 2018; KRANE, 2019). Apesar de divergências nas visões de especialistas sobre quais podem ser os resultados das possíveis oscilações nos preços de fontes fósseis e renováveis, a compreensão das transformações que podem ocorrer sobre a dinâmica de preços é fundamental para o avanço da transição energética. Segundo Criekemans (2018), as fontes renováveis se tornam mais atraentes quando os preços do petróleo estão elevados, pois os países consumidores passam a investir em alternativas de abastecimento. Por outro lado, Stegen (2018) e Krane (2019) apontam que a redução dos preços internacionais do petróleo é essencial para a continuidade da transição energética, pois isto diminuiria as altas taxas de lucros oriundas de sua exploração e tornaria mais atraentes os investimentos em outras fontes de energia com retornos menores, como solar e eólica.

De acordo com Paltsev (2016), a despeito de uma possível redução dos preços, produtores de petróleo buscarão aumentar a produção a partir do momento que acreditarem que a transição energética é uma realidade. Para esses países, é mais vantajoso lucrar enquanto ainda podem, mesmo que seja menos que no passado, e retardar o advento dos renováveis, tornando o preço do petróleo e do gás natural mais competitivo e vantajoso. Van de Graaf

3 Cabe destacar que alguns recursos não-convencionais têm consequências ambientais ainda mais dramáticas que fontes convencionais de petróleo, gás natural e carvão, agravando a crise ambiental global (CRIEKEMANS, 2018).

CC BY NC SA

(2018) destaca três estratégias para os países e companhias produtoras de petróleo: *i*) acelerar a venda dos seus recursos, acreditando que no futuro eles não serão tão valiosos como hoje, por meio do aumento da produção, o que pode levar ao declínio dos preços e fazer com que o petróleo recupere participação no mercado; *ii*) uma coordenação entre países produtores, a exemplo da atuação da OPEP no passado, sendo algo de difícil execução; e por fim, *iii*) a aplicação de reformas econômicas e políticas de incentivo, na tentativa de diversificar suas economias.

Um possível cenário de queda nos preços induzido pela redução da demanda, preocupa companhias petrolíferas e países produtores, dada a possibilidade de terminarem com recursos "encalhados" (*stranded assests*) (VAN DE GRAAF, 2018). A redução da demanda também pode criar o que alguns autores chamam de paradoxo verde (*green paradox*), em que a ampliação do uso das energias renováveis provocaria a redução dos preços do petróleo e gás natural de tal modo, que acabaria por reestimular o uso de fontes fósseis na matriz energética (SINN, 2012; GREEN, DENNIS, 2018). De todo modo, os renováveis possuem uma maior volatilidade de preços em comparação com os fósseis, resultante da intermitência de ventos e radiação solar, o que pode ser contornado por meio da criação de estoques e da diversificação de fontes de fornecimento (BOSMAN; SCHOLTEN, 2013).

2.6. MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As preocupações com as mudanças climáticas[4] e a emissão de gases de efeito estufa podem acelerar a velocidade da transição energética. A crescente ameaça das alterações no clima criam as condições políticas necessárias para a promoção de energias menos poluentes (HÜBNER, 2016), e à medida que as alterações climáticas se tornam mais evidentes, pressionam os Estados a ampliar o uso de energias renováveis (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017; STEGEN, 2018). Para alcançar o objetivo estabelecido na 25ª Conferência das Nações Unidas, de manter a elevação na temperatura do planeta abaixo de 2ºC, é necessária uma ampla conversão do sistema energético global, com investimentos em larga-escala especialmente direcionados para a transição energética (BERNAUER, 2013).

4 Mudanças climáticas são transformações de longo prazo nos padrões de temperatura e precipitação e, apesar de serem comuns na história do planeta, esse processo passou a ocorrer mais intensamente como consequência da atividade humana, como a queima de combustíveis fósseis, a agricultura e o desmatamento, que provocaram o aumento das emissões e a concentração de gases de efeitos estufa na atmosfera (BERNAUER, 2013).

CC BY NC SA

Os países desenvolvidos estão entre os maiores emissores de gases de efeito estufa e carregam uma responsabilidade histórica sobre os altos níveis de emissão de poluentes. Entre os países em desenvolvimento com altos níveis de emissão, estão ainda China e Índia. No entanto, os mais afetados tendem a ser os países menos desenvolvidos, por sua capacidade reduzida de adaptação e pela escassez de recursos para a resolução dos problemas ambientais decorrentes das mudanças climáticas (BERNAUER, 2013). Daqui deriva uma tensão geopolítica entre nações desenvolvidas e em desenvolvimento: apesar da disparidade do nível de emissões, as negociações, acordos e implementação sobre o clima precisam abranger uma ampla maioria para serem efetivos, eficientes e equitativos, gerando uma discussão sobre o direito dos países em desenvolvimento de se desenvolver – o que exigiria a emissão de gases de efeito estufa, tal como a atual configuração de países desenvolvidos (STRECK, TERHALLE, 2013).

Os efeitos das mudanças climáticas, como escassez de água e mantimentos, desastres naturais e aumento dos fluxos migratórios podem gerar instabilidades políticas com consequências energéticas imprevisíveis (O'SULLIVAN, OVERLAND, SANDALOW, 2017), especialmente em um cenário de aumento populacional, extensão da longevidade, crescimento econômico e ampliação dos padrões de consumo, pressionando a demanda por energia e aumentando a necessidade de políticas de mitigação (DE RIDDER, 2013), como a redução dos subsídios direcionados aos combustíveis fósseis (STEGEN, 2018) ou a abdicação de sua utilização, inclusive por países com reservas não-desenvolvidas (VAN DE GRAAF, 2018).

2.7. BIOCOMBUSTÍVEIS

Os biocombustíveis têm a matéria orgânica (ou biomassa) como fonte de energia. Entre as suas diferentes variações, as mais conhecidas são o etanol, utilizado como substituto para a gasolina e extraído de vegetais ricos em amido ou açúcar (como o trigo ou a soja), e o biodiesel, feito a partir de gordura animal e óleos vegetais (LIMA, 2012; ACKRILL; KAY, 2014). Os biocombustíveis não possuem as mesmas características que os outros renováveis, pois são produtos agrícolas – podendo ser implementados essencialmente em todos os lugares onde há agricultura e silvicultura – e estão sujeitos às mesmas variações de qualquer plantação, requerendo acesso à terra, água, fertilizantes e pesticidas (STEGEN, 2018). Ao contrário de outros renováveis, a biomassa pode ser usada no transporte e no aquecimento, resultando em produtos capazes de substituir combustíveis tradicionais (HÜBNER, 2016).

CC BY NC SA

Apesar da produção de biocombustíveis emitir gases poluentes na atmosfera, eles são sustentáveis porque o crescimento da plantação consome carbono, tornando a emissão neutra (STEGEN, 2018), além de se colocarem como alternativa a produtos mais poluentes que utilizam petróleo na sua composição (CRIEKEMANS, 2018). Eles são, por muitas vezes, deixados de lado pela suposta 'competição' com a produção de alimentos, apesar da geração mais avançada de biocombustíveis conseguir sanar este problema[5] (CRIEKEMANS, 2018; STEGEN, 2018). Os biocombustíveis podem ser produzidos em mais países do que os derivados de petróleo, criando alternativas de fornecimento (ACKRILL, KAY, 2014), e atualmente possuem larga escala e grande relevância econômica no Brasil e nos Estados Unidos, onde são misturados com combustíveis tradicionais derivados do petróleo, aumentando o desempenho da gasolina, por exemplo, e reduzindo emissões (ACKRILL, KAY, 2014).

Tabela 4. Maiores produtores mundiais de biocombustíveis por país ou região (2021)

Biocombustível	Bilhões de litros por ano	Porcentagem da produção mundial de biocombustíveis
Etanol	**114,2**	**65,3%**
Estados Unidos	57.5	32,9%
Brasil	35.6	20,3%
Índia	3.1	1,7%
Resto do mundo	18	10,3%
Biodiesel	**60,7**	**34,7%**
Europa	17.7	10,2%
Estados Unidos	14.5	8,3%
Indonésia	9.3	5,3%
Resto do mundo	19.2	11%
Total mundial	**174.9**	**100%**

Fonte: International Energy Agency, 2021b.

Entre as implicações geopolíticas do uso de biocombustíveis está a possibilidade de reduzir a dependência de países importadores de petróleo, embora isso possa resultar em uma nova dependência entre os maiores centros consumidores de energia em relação aos principais produtores agrícolas (LIMA, 2012). A importação de biocombustíveis pode ter os mesmos

5 Avanços tecnológicos permitiram a superação de grande parte dos desafios anteriormente relacionados à difusão dos biocombustíveis, como o aumento do consumo de água, a contaminação ambiental por produtos químicos, mudanças no uso da terra, desmatamento, incentivo à monocultura, perda da agro biodiversidade, segurança alimentar, exclusão social, substituição de pequenos agricultores e más condições de trabalho (LIMA, 2012; ACKRILL; KAY, 2014).

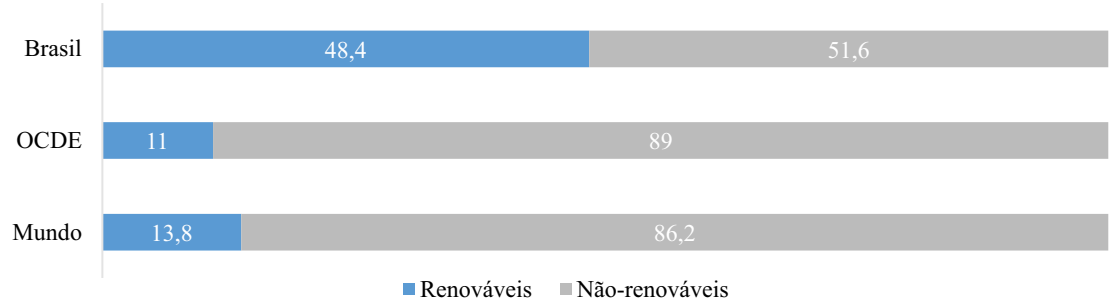
CC BY NC SA

riscos de fornecimento que os combustíveis fósseis, com alguns países controlando a produção e com poder de cortar ou reduzir o seu abastecimento (STEGEN, 2018). Embora ainda seja necessário um aumento do número de países que produzam biocombustíveis em maior escala (SCHUTTE, BARROS, 2010), é possível observar que sua dinâmica geopolítica tende a concentrar poder em países do Sul Global, com potencial de crescimento em nações africanas e sul-americanas, estabelecendo um novo papel para a agricultura e podendo auxiliar na redução da pobreza nessas regiões (CRIEKEMANS, 2018).

3. A INSERÇÃO DO BRASIL NA GEOPOLÍTICA DOS RENOVÁVEIS

Conforme visto nas seções anteriores, as transformações no cenário energético global podem resultar em diversas implicações e oportunidades de inserção internacional para os Estados. Neste cenário, o Brasil se insere com uma matriz energética relativamente limpa se comparada à matriz energética global, ocupando o terceiro lugar em capacidade de geração de energia renovável, com 515.449 gigawatts hora (GWh), atrás apenas de Estados Unidos e China (IRENA, 2021). A participação dos renováveis na matriz energética nacional equivale a 48,4% da oferta interna de energia (OIE = produção nacional + importações), enquanto a nível mundial equivale a 13,8%, e entre os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), apenas 11% (EPE, 2021, p. 12). A predominância dos renováveis é ainda maior se considerada apenas a oferta interna de eletricidade, representando 84,8% – ante 23% na média mundial – dos quais 65,2% correspondem a energia hidráulica, seguida por 9,1% de biomassa e 8,8% da eólica (EPE, 2021, p. 16-17). Tais dados sobre a matriz energética e a matriz elétrica são demonstrados nos gráficos 1 e 2, a seguir.

Gráfico 1. Participação dos renováveis na matriz energética (OIE, %, 2020)

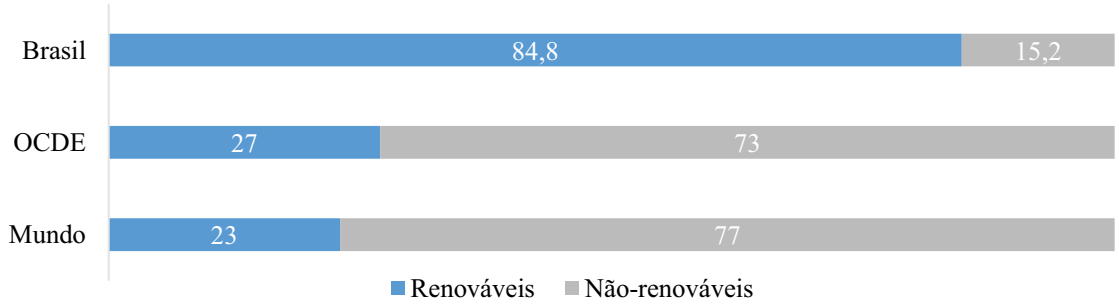


Fonte: EPE, 2021, p. 11.

CC BY NC SA

A matriz energética representa o conjunto de fontes de energia disponíveis para transporte, combustão e geração de eletricidade, enquanto a matriz elétrica é composta pelas fontes de energia disponíveis para a geração de eletricidade. Ou seja, a matriz elétrica é parte da matriz energética.

Gráfico 2. Participação dos renováveis na matriz elétrica (oferta interna de energia elétrica, %, 2020)



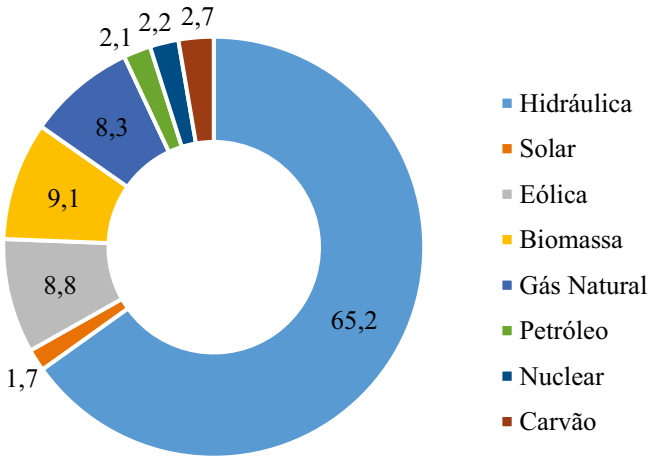
Fonte: EPE, 2021a, p. 39.

O cenário energético brasileiro apresenta características importantes a serem consideradas na transição para uma economia de baixo carbono: *i*) A predominância dos recursos hídricos na matriz elétrica; *ii*) O papel decisivo e de grande potencial dos biocombustíveis no setor de transportes; *iii*) A ampla diversidade da matriz energética, incluindo-se energia nuclear, eólica e solar; e *iv*) A descoberta de reservas de petróleo e gás natural no pré-sal, que propicia níveis crescentes de exportação e atração de investimentos.

Essas características colocam o Brasil numa posição avançada nos dois vetores fundamentais da transição energética em escala global, a descarbonização da matriz elétrica e a substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis no setor dos transportes.

CC BY NC SA

Gráfico 3. Composição da matriz elétrica brasileira (Brasil, %, 2020)



Fonte: EPE, 2021, p. 38.

O movimento de expansão da energia hidrelétrica no Brasil consolidou-se a partir da década de 1970, caracterizada pela forte participação do Estado no setor energético. Um marco foi a construção da usina binacional de Itaipu por iniciativa do governo brasileiro. Ao Brasil, interessava aumentar a geração de eletricidade para atender ao aumento da demanda de energia em meio ao processo de industrialização do país. Ao mesmo tempo, havia o interesse geopolítico do Brasil em se aproximar politicamente do Paraguai, se contrapondo à influência da Argentina sobre o país vizinho (FUSER, 2015).

Em 1973, o Tratado de Itaipu firmou a parceria entre Brasil e Paraguai e dividiu a propriedade da usina em partes iguais. Em seguida, criou-se a empresa Itaipu Binacional. A construção de Itaipu reforçou a opção do Brasil por uma matriz elétrica com forte presença de fontes hídricas. Em sua inauguração, em 1984, Itaipu proporcionou um aumento de quase 100% na capacidade de geração hidrelétrica brasileira (CASTRO et al., 2012). Mantendo a relevância da sua capacidade de geração, dados mais recentes apontam que Itaipu possui 14.000 MW de potência instalada, dividida em 20 unidades geradoras, fornecendo 8,4% da energia consumida no Brasil e 85,6% no Paraguai. Em 2021, um dos anos mais secos na história da usina, Itaipu produziu 66.369 GWh, bem abaixo da sua melhor marca anual, de 103.098 GWh, estabelecida em 2016 (ITAIPU, 2021).

Impulsionado pelas restrições decorrentes dos dois choques do petróleo, a hidreletricidade continuou em constante expansão até os anos 2010, quando a construção de novas

instalações hidrelétricas se tornou mais restrita devido aos seus impactos ambientais. O exemplo mais emblemático foi o intenso debate resultante da construção da Usina de Belo Monte, na região amazônica. Segundo Leite (2007), os principais motivos para a resistência a novos empreendimentos hidrelétricos na Amazônia são *i*) a necessidade do deslocamento de populações e de atividades econômicas rurais; *ii*) os danos à flora e à fauna, incluindo espécies ameaçadas de extinção; *iii*) as alterações da água dos reservatórios em função da vegetação remanescente submersa; e, por fim *iv*) a alteração de regimes fluviais.

Com as dificuldades para construção de novas hidrelétricas, a energia eólica se tornou a principal frente de expansão da capacidade de geração do país. A combinação com as hidrelétricas existentes garante um bom funcionamento do sistema elétrico diante da intermitência de disponibilidade de ventos e recursos hídricos, facilitando a integração das usinas eólicas ao sistema nacional de energia. O acúmulo de água nos reservatórios garante a oferta de eletricidade nos períodos de baixa incidência de ventos, compensando assim os efeitos negativos de sua intermitência. O uso dos reservatórios hidrelétricos é menos custoso e mais sustentável ambientalmente do que a utilização de centrais termelétricas (LOSENKANN, HALLACK, 2018).

A fonte energética que mais tem se expandido no país é a energia eólica, cuja capacidade instalada cresceu de 1.326 MW em 2011 para 19.962 MW em 2021 (EPE, 2021). Somente em 2021, esse aumento chegou a 3.051 MW. Espera-se um declínio da participação das fontes hídricas na geração total de eletricidade no Brasil para 46% até 2031, bem abaixo dos atuais 65% e dos 83% registrados no início dos anos 2000 (EPE, 2022, p. 13-14). A energia eólica representa mais de 40% dos novos empreendimentos em geração de energia, com potencial de geração total estimado em cerca de 500 GW, quantidade suficiente para atender o triplo da demanda atual de energia do Brasil (VASCONCELOS, 2021). Além da complementaridade entre as fontes hídrica e eólica, entre as causas que explicam o sucesso da expansão da energia eólica no Brasil se destaca a constância e intensidade dos ventos da região Nordeste, que corresponde a 90% da energia eólica gerada no Brasil (LOSENKANN, HALLACK, 2018).

Mais tardiamente, a energia solar tem ampliado sua participação na matriz energética brasileira. A produção dessa modalidade se tornou significativa a partir de 2017, quando detinha uma capacidade instalada de 935 MW. Em 2021, a capacidade atingiu 4.296 MW, equivalendo a 2,3% da matriz elétrica do país, um aumento de 61,2% em relação ao ano anterior (EPE, 2021). Há ainda a geração distribuída de energia solar, responsável por outros 7.300 MW de capacidade instalada, originada de 800 mil consumidores que produzem energia a partir de seus próprios painéis solares instalados em residências, empresas e pequenas instalações (VASCONCELOS, 2021).

CC BY NC SA

Outra sinergia importante para a transição energética no Brasil é a que, se levada adiante, envolverá o uso da infraestrutura da Petrobras e de outras empresas de petróleo e gás no litoral brasileiro. Dessa forma, dutos e refinarias poderiam impulsionar a produção de energias renováveis, auxiliando o processamento da biomassa e o transporte de biometano e, futuramente, o processamento e transporte de hidrogênio. Por meio da utilização das plataformas marítimas e do conhecimento obtido por meio da produção de petróleo e gás em alto mar, seria possível auxiliar o desenvolvimento da energia eólica *offshore* (CEBRI, 2021, p.18).

Há ainda a perspectiva de complementaridade da intermitência dos renováveis entre diferentes países da América do Sul, colocando-se como uma oportunidade de integração para os países da região aproveitarem suas complementaridades, importando e exportando regionalmente energia proveniente de fontes intermitentes (TOLMASQUIM, 2017). A exportação de energia renovável brasileira utilizando o hidrogênio como meio de armazenamento e transporte está na agenda de empresas internacionais de energia. O Brasil pode se tornar um dos líderes mundiais na produção de hidrogênio verde (GURLIT, 2021), obtido quando o hidrogênio e o oxigênio são separados com o uso de eletricidade gerada por fontes renováveis, como as energias eólica, solar e a biomassa.

Se no passado as possibilidades de cooperação e os projetos de integração foram consolidados por meio da construção de usinas hidrelétricas[6], torna-se necessária a cooperação com os países vizinhos em torno dos renováveis. Atualmente, o Brasil possui interligações para transmissão de energia com Argentina, Uruguai e Venezuela, além da geração compartilhada com o Paraguai na usina binacional de Itaipu. Portanto, ainda não há nenhuma conexão que possibilite o comércio de eletricidade com Bolívia, Peru, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa e Suriname. A viabilidade de integração com esses países é limitada, primeiramente, pelas longas distâncias entre as fronteiras e os principais centros de consumo – o que pode resultar em perdas ao longo da transmissão –, e, em segundo lugar, por barreiras geográficas como a floresta amazônica e a cordilheira dos Andes. De todo modo, a formação de redes multinacionais fundamentadas em fontes renováveis pode beneficiar a integração energética sul-americana e consolidar uma nova fronteira da integração.

Outra preocupação baseia-se no fato de que o Brasil se tornou um exportador de petróleo a partir da exploração dos recursos do pré-sal. Neste caso, o país e as empresas envolvidas podem terminar com recursos encalhados, afetando especialmente a estatal brasileira de pe-

6 O acesso a recursos hídricos também pode, em muitos casos, ser objeto de tensões geopolíticas, como a exigência de negociações entre países da mesma bacia hidrográfica (PALTSEV, 2016).

tróleo, Petrobras, que atualmente tem a intenção de se concentrar cada vez mais na exploração em águas ultra profundas do pré-sal brasileiro e privatizar a Petrobras Biocombustíveis. Esse processo pode limitar a capacidade da empresa de participar da transição energética, e levanta dúvidas se o advento do país como grande produtor de petróleo poderia inibir investimentos em fontes renováveis e se a matriz energética brasileira pode se tornar menos limpa a partir da exploração do pré-sal. Ainda que, de fato, essa possibilidade exista, verifica-se que não é a tendência atual, uma vez que mesmo com o grande montante de recursos investidos no pré-sal, a geração elétrica a partir de fontes eólica e solar continua a se expandir.

No caso do uso de biomassa, o Brasil é líder mundial na utilização e na aplicação de políticas de incentivo de biocombustíveis (LIMA, 2012). O Brasil tem uma longa trajetória de utilização do etanol, iniciada em meados da década de 1970 com o Proálcool. Este era um programa estatal para a produção de álcool da cana-de-açúcar a fim de fazer frente aos aumentos de preços dos combustíveis a partir do primeiro choque do petróleo. A partir da década de 1980, esse programa foi abandonado. As motivações foram a queda dos preços internacionais do petróleo e a crise fiscal do Estado brasileiro, que inviabilizou os subsídios às usinas de etanol e aos produtores de cana-de-açúcar.

Os biocombustíveis retomaram seu papel como alternativa energética a partir de 2000, quando os preços do petróleo voltaram a subir (BARROS, SCHUTTE, PINTO, 2012). Iniciou-se então uma política de incentivo ao etanol e ao biodiesel. Determinou-se legalmente a mistura de uma parcela de 20% a 27% de álcool anidro (uma das duas modalidades do etanol) misturada à gasolina entre 2000 e 2015. A medida contribuiu para a redução das emissões de gases de efeito estufa e da poluição do ar nos centros urbanos brasileiros.

O uso de biocombustíveis no Brasil está relacionado a diferentes fatores, como a preocupação com a degradação ambiental, a busca por diversificação da matriz energética e a geração de oportunidades no campo (SCHUTTE, BARROS, 2010). Conforme destacado anteriormente, o Brasil e os EUA possuem grande relevância no mercado internacional de biocombustíveis, sendo os dois principais produtores de etanol. O consumo se concentra nos mercados brasileiro e estadunidense, somados à União Europeia (IEA, 2020).

O Brasil tem *expertise* para cooperar pela ampliação das experiências com biocombustíveis na América do Sul, particularmente na Argentina, Colômbia e Peru, impulsionando a integração regional por intermédio dos biocombustíveis.

O etanol da cana-de-açúcar e o biodiesel têm mantido relevante posição no abastecimento de energia para os transportes, apesar da autossuficiência brasileira na produção de petróleo (não em derivados) e do aumento da produção de gás natural. Enquanto no resto do

CC BY NC SA

mundo empresas da indústria automotiva investem no desenvolvimento de novos modelos e na descarbonização da frota de veículos leves, a frota deste tipo de veículo no Brasil já é fortemente renovável, com os biocombustíveis respondendo por 40% da energia consumida no setor de transportes (CEBRI, 2021, p.23). A indústria do açúcar e do etanol é também relevante pela queima do bagaço da cana-de-açúcar como combustível para a geração de eletricidade em usinas térmicas.

Restam ainda reflexões sobre as possíveis dependências externas que podem ser criadas a partir da transição energética, particularmente no campo tecnológico e na utilização de recursos minerais estratégicos. Neste cenário, destaca-se a posição dos países vizinhos, Bolívia, Argentina e Chile, como principais detentores de reservas mundiais de lítio, formando o 'ABC' ou 'triângulo do lítio' (Graham *et al*., 2021), conforme demonstrado nos dados da tabela a seguir.

Tabela 5. Recursos e reservas de lítio por países selecionados, em toneladas métricas

País	Recursos	Porcentagem dos recursos mundiais	Reservas
Bolívia	21.000.000	24,4%	NA
Argentina	19.300.000	22,4%	1.900.000
Chile	9.600.000	11,2%	9.200.000
Estados Unidos	7.900.000	9,2%	750.000
Austrália	6.400.000	7,4%	4.700.000
China	5.100.000	5,9%	1.500.000
México	1.700.000	2%	NA
Peru	880.000	1%	NA
Brasil	470.000	>0%	95.000
Total mundial	**86.000.000**	–	–

Fonte: U.S. Geological Survey, 2021.

É possível articular os países do triângulo do lítio para um projeto de integração regional focado na utilização destes recursos estratégicos, internalizando os benefícios econômicos da sua exploração no longo prazo (RODRIGUES, PADULA, 2017). Esses países podem despontar como grandes atores da geopolítica das energias renováveis e o Brasil, apesar da quantidade reduzida de recursos, pode se beneficiar a partir da criação de experiências compartilhadas em Pesquisa & Desenvolvimento em projetos conjuntos com outros países da América do Sul.

Por fim, nos resta refletir que o lugar que o Brasil ocupará no novo cenário energético global será determinado por sua capacidade de coordenar a integração energética com outros países sul-americanos e pela plena utilização das potencialidades resultantes da abun-

CC BY NC SA

dante disponibilidade de recursos energéticos existentes no seu território. É preciso, portanto, transformar as potencialidades energéticas e minerais do Brasil em oportunidades de desenvolvimento, incluindo a ampliação da capacidade instalada de energias eólica e solar, a expansão da produção de biocombustíveis, o desenvolvimento futuro do hidrogênio verde, além da exploração de terras raras e a oportunidade de desenvolvimento tecnológico relacionado a esses materiais. Além disso, cabe destacar que desde a década de 1990, o Brasil tem sido uma das principais lideranças do sistema internacional em questões ambientais, conduzindo as discussões sobre as mudanças climáticas e acordos sobre o clima em organizações internacionais, uma posição cuja manutenção na agenda da política externa brasileira será fundamental para a posição do país ao longo da transição energética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, exploramos um panorama de diversas questões que emergiram no debate relacionado às implicações geopolíticas decorrentes da difusão das energias renováveis. Muitas dessas questões permanecem em aberto. No caso do Brasil, observa-se um grande potencial para que o país assuma uma posição relevante no contexto geopolítico regional e, a depender das políticas aplicadas, a nível global. Isso decorre de suas características específicas, como a disponibilidade abundante de fontes renováveis, sua extensão territorial, além de seu histórico de uso de energia limpa, especialmente hidrelétrica e de biocombustíveis.

A transição energética brasileira não precisa seguir os passos de outros países nem se adaptar às políticas e diretrizes estabelecidas por fóruns de governança global ou organizações internacionais. Sua margem de autonomia em relação à transição energética baseia-se, em primeiro lugar, na predominância dos recursos hídricos no setor elétrico, fazendo do Brasil um dos países com maior participação de energia renovável em sua matriz energética. Outra característica fundamental é o papel decisivo dos biocombustíveis no transporte, uma vez que o amplo uso do etanol de cana-de-açúcar e do biodiesel permite ao Brasil reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa no setor de transportes.

As políticas públicas e o planejamento adotados serão fundamentais para determinar a posição do Brasil no novo cenário geopolítico. O Estado brasileiro, ao mesmo tempo em que investiu fortemente na indústria petrolífera a partir de 2007, colocou em ação uma política de incentivos financeiros que viabilizou, em poucos anos, o crescimento acelerado da geração de eletricidade a partir das fontes eólica e solar. O crescimento reforça o potencial de um proces-

CC BY NC SA

so de transição para uma economia de baixo carbono em uma posição confortável. As contribuições dos novos renováveis suprem as necessidades oriundas do crescimento demográfico, do desenvolvimento industrial e urbano e do acesso aos padrões de vida contemporâneos.

O contexto atual é tomado por transformações de diversas ordens, exigindo capacidade de adaptação dos atores envolvidos. Dessa forma, conclui-se que os países que se colocarem na vanguarda das transformações em curso estarão aptos a assumir uma posição privilegiada na geopolítica das energias renováveis. Em suma, o Brasil é totalmente capaz de definir sua própria agenda de transição energética. O sucesso ou fracasso do seu papel na geopolítica das energias renováveis dependerá das decisões políticas sobre esta questão.

REFERÊNCIAS

ACKRILL, R.; KAY, A. **The Growth of Biofuels in the 21st Century**: Policy Drivers and Market Challenges. Nova Iorque: Palgrave Macmillan, 2014. Disponível em: https://link.springer.com/book/10.1057/9781137307897. Acesso em 7 mai. 2020.

BARROS, P.S.; SCHUTTE, G.R.; PINTO, L.F.S. Além da Autossuficiência: O Brasil como protagonista do setor energético. **Texto de Discussão 1725**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2012. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1725.pdf Acesso em 31 mar. 2022.

BERNAUER, T. Climate Change Politics. **Annual Review of Political Science**, v. 16, p. 421-448, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-062011-154926 Acesso em 18 abr. 2020.

BOSMAN, R; SCHOLTEN, D. How Renewables Will Shift the Balance of Power. **Renew Economy**, 5 nov. 2013. Disponível em: http://reneweconomy.com.au/2013/how-renewables-will-shift-the-balance-of-power-78579 Acesso em 25 abr. 2020.

BRESSER-PEREIRA, L. C.; MARCONI, N. Existe doença holandesa no Brasil? In: **Doença holandesa e indústria**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

CANO, W. A desindustrialização no Brasil. **Texto para discussão - Instituto de Economia da UNICAMP**, n. 200, 2012. Disponível em: www.eco.unicamp.br/docprod/downarq.php?id=3183&tp=a Acesso em: 29 mar. de 2022.

CASTRO, N. J.; ROSENTAL, R.; BRANDÃO, R.; DANTAS, G. A.; LEITE, A. L. Importancia y Dificultades de la Integración Eléctrica en América del Sur. IN: DESIDERÁ NETO, W.A.; TEIXEIRA, R.A., (Orgs.) **Perspectivas para la Integración de América Latina**. Brasília: IPEA/CAF, 2012, p. 125-136.

CEBRI. **Programa de Transição Energética**: Tendências e Incertezas da Transição Energética no Caso Brasileiro. Rio de Janeiro, CEBRI, 2021. Disponível em: https://www.cebri.org/media/documentos/arquivos/PTE_Whitepaper_PT_9dez21.pdf Acesso em 31 mar. 2022.

CORDEN, W. M.; NEARY, J. P. Booming sector and de-industrialization in a small open economy. **The Economic Journal**, v. 92, n. 368, p. 825-848, 1982. https://doi.org/10.2307/2232670

CRIEKEMANS, D. The geopolitics of renewable energy: different or similar to the geopolitics of conventional energy? **ISA Annual Convention**, Montreal: ISA, p. 1-52, 19 mar. 2011.

CRIEKEMANS, D. Geopolitics of the Renewable Energy Game and Its Potential Impact upon Global Power Relations. In: SCHOLTEN, D. **The Geopolitics of Renewables.** Lecture Notes in Energy, v. 61. Cham: Springer, 2018, p. 37-73. Disponível em: https://www.springer.com/br/book/9783319678542. Acesso em: 1 mai. 2020.

DE RIDDER, M. The Geopolitics of Mineral Resources for Renewable Energy Technologies. **The Hague Centre for Strategic Studies**, ago. 2013. Disponível em: https://hcss.nl/sites/default/files/files/reports/The_Geopolitics_of_Mineral_Resources_for_Renewable_Energy_Technologies.pdf Acesso em: 5 mai. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese 2021**: Ano base 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN_S%C3%ADntese_2021_PT.pdf Acesso em 18 fev. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031**. Rio de Janeiro: EPE, 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2031 Acesso em 31 mar. 2022.

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

FUSER, I. **Panorama da Integração Energética na América do Sul**: impasses e perspectivas de avanço. Rio de Janeiro: Konrad-Adenauer-Stiftung/CEBRI, v. 2, 2015. Disponível em: https://www.cebri.org/media/documentos/arquivos/PanoramaIntegracaoEnergeticaVo.pdf Acesso em 28 mar. 2022.

FUSER, I.; ABRÃO, R. A. F. Integração energética na América do Sul: perspectivas, impasses e obstáculos. **Brazilian Journal of Latin American Studies**, v. 19, n. 37, p. 240-267, 2020. https://doi.org/10.11606/issn.1676-6288.prolam.2020.171246.

GRAHAM, J. D.; RUPP, J. A.; BRUNGARD, E. Lithium in the Green Energy Transition: The Quest for Both Sustainability and Security. **Sustainability**, v. 13, n. 20, p. 11274, 2021. https://doi.org/10.3390/su132011274

GREEN, F.; DENNISS, R. Cutting with both arms of the scissors: the economic and political case for restrictive supply-side climate policies. **Climatic Change**, v. 150, p. 73–87, mar. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10584-018-2162-x Acesso em 29 abr. 2020.

GURLIT, Wieland. Hidrogênio verde: uma oportunidade de geração de riqueza com sustentabilidade, para o Brasil e o mundo. **McKinsey & Company**, Rio de Janeiro, 25 nov. 2021. Disponível em: https://www.mckinsey.com/br/our-insights/hidrogenio-verde-uma-oportunidade-de-geracao-de-riqueza-com-sustentabilidade-para-o-brasil-e-o-mundo Acesso em 31 mar. 2022.

HÜBNER, C. **Geopolitics of Energy Transition.** Lima: Konrad-Adenauer Foundation, 2016.

HUGHES, L.; LIPSCY, P. The Politics of Energy. **Annual Review of Political Science**, v. 16, n. 1, p. 449-469, 2013. Disponível em: https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-polisci-072211-143240 Acesso em 15 abr. 2020.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Renewable Energy Statistics 2021.** Abu Dhabi: IRENA, 2020. Disponível em: https://www.irena.org/publications/2021/Aug/Renewable-energy-statistics-2021 Acesso em 18 fev. 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **World Energy Outlook 2004**. Paris: IEA, 2004. 578 p. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2004_weo-2004-en. Acesso em: 1 mai. 2020.

CC BY NC SA

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Renewables 2020, Analysis and forecast to 2025.** Paris: IEA, 2020. Disponível em: https://www.iea.org/reports/renewables-2020 Acesso em 11 mar. 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Patents and the energy transition**: global trends in clean energy technology innovation. Paris: IEA, abr. 2021. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/b327e6b8-9e5e-451d-b6f4-cbba6b1d90d8/Patents_and_the_energy_transition.pdf Acesso em 30 mar. 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Biofuel production by country/region and fuel type, 2016-2022** Paris: IEA, 7 mai. 2021b. Disponível em: https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/biofuel-production-by-country-region-and-fuel-type-2016-2022 Acesso em 30 mar. 2022.

ITAIPU. Geração – Produção Anual de Energia. 2022. Disponível em: https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao Acesso em 28 mar. 2022.

KEOHANE, R.; VICTOR, D. The Transnational Politics of Energy. **Daedalus**, v. 142, n. 1, p. 97-109, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1162/DAED_a_00196 Acesso em: 4 mai. 2020.

KRANE, J. Why Oilmen Will Never Be Interested in Renewables. **Forbes**, Jersey, 14 fev. 2019. Disponível em: https://www.forbes.com/sites/thebakersinstitute/2019/02/14/why-oilmen-will-never-be-interested-in-renewables/#2fcc01234d8c. Acesso em: 10 mai. 2020.

LADISLAW, S.; LEED, M.; WALTON, M. **New Energy, New Geopolitics**: Balancing Stability and Leverage. Washington: Center for Strategic & International Studies, 2014.

LEITE, A. **Energia no Brasil**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2007.

LIMA, M. G. B. The Brazilian Biofuel Industry: Achievements and Geopolitical Challenges. In: AMINEH, M. P; GUANG, Y. **Secure Oil and Alternative Energy**: The Geopolitics of Energy Paths of China and the European Union. Leiden/Boston: Brill, 2012.

LOSENKANN, L.; HALLACK, M. Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades. IN: NEGRI, J. A. D. et al. (Orgs.), **Desafios da Nação**: artigos de apoio, vol. 2. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA): Brasília, 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8446 Acesso em 31 mar. 2022.

CC BY NC SA

MÅNBERGER, A.; JOHANSSON, B. The geopolitics of metals and metalloids used for the renewable energy transition. **Energy Strategy Reviews**, v. 26, nov. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100394 Acesso em 4 mai. 2020.

MÅNSSON, A. A resource curse for renewables? Conflict and cooperation in the renewable energy sector. **Energy Research & Social Science**, v. 10, p. 1-9, nov. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.008 Acesso em 4 mai. 2020.

MENDONÇA, M. G.; ABRÃO, R. A. F. Subdesenvolvimento, desindustrialização e exploração de recursos naturais: o petróleo da camada de Pré-Sal como chave ou entrave para o desenvolvimento nacional. **Revista Aurora**, v. 8, n. 2, 2015. https://doi.org/10.36311/1982-8004.2015.v8n2.4849

NAUGHTON, B. The innovation-driven development strategy, 2015-present. In: **The Rise of China's Industrial Policy 1978 to 2020.** Cidade do México: UNAM, 2021.

O'SULLIVAN, M.; OVERLAND, I.; SANDALOW, D. The Geopolitics of Renewable Energy. **HKS Working Paper**, Cambridge, n. 17-027, p. 1-71, jul. 2017. Disponível em: https://www.hks.harvard.edu/publications/geopolitics-renewable-energy Acesso em: 30 abr. 2020.

PALTSEV, S. The complicated geopolitics of renewable energy**. Bulletin of The Atomic Scientists**, v. 72, n. 6, p. 390–395, 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/00963402.2016.1240476 Acesso em: 25 abr. 2020.

RICUPERO, R. Desindustrialização precoce: futuro ou presente do Brasil? **Le Monde Diplomatique Brasil**, n. 80, 6 mar. 2014. Disponível em: https://diplomatique.org.br/desindustrializacao-precoce-futuro-ou-presente-do-brasil/ Acesso em 29 mar. 2022.

RODRIGUES, B. S.; PADULA, R. Por uma geoestratégia do triângulo do lítio sul-americano. **Revista de Estudos Internacionais**, v. 8, p. 100-121, 2017. Disponível em: https://www.revista-deestudosinternacionais.com/uepb/index.php/rei/article/view/287 Acesso em 31 mar. 2022.

SABATELLA, I.; SANTOS, T. The IPE of regional energy integration in South America. In: VIVARES, E. **The Routledge Handbook to Global Political Economy**: Conversations and Inquiries. Londres: Routledge, cap. 42, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.4324/9781351064545 Acesso em 15 jun. 2020.

CC BY NC SA

SACHS, J. D.; WARNER, A. M. The Big Rush, Natural Resource Booms and Growth. **Journal of Development Economics**, v. 59, jun. 1999, p. 43-76. Disponível em: https://www.earth.columbia.edu/sitefiles/file/about/director/pubs/JnlofDevtEcon1999.pdf Acesso em 29 mar. 2022.

SCHOLTEN, D. The Geopolitics of Renewables – An Introduction and Expectations. In: SCHOLTEN, D. (Ed.) **The Geopolitics of Renewables.** Lecture Notes in Energy, v. 61. Cham: Springer, 2018, p. 1-32. Disponível em: https://www.springer.com/br/book/9783319678542. Acesso em: 1 mai. 2020.

SCHUTTE, G.; BARROS, P. A Geopolítica do Etanol. **Boletim de Economia e Política Internacional**, n. 1, jan. 2010. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4752 Acesso em: 1 mai. 2020.

SINN, H. **The Green Paradox: a supply-side approach to global warming.** Cambridge/Londres: MIT Press, 2012.

STEGEN, K. Redrawing the Geopolitical Map: International Relations and Renewable Energies. In: SCHOLTEN, D. **The Geopolitics of Renewables.** Lecture Notes in Energy, v. 61. Cham: Springer, 2018, p. 75-95. Disponível em: https://www.springer.com/br/book/9783319678542. Acesso em: 1 mai. 2020.

STRECK, C.; TERHALLE, M. The changing geopolitics of climate change. **Climate Policy**, v. 13, n. 5, p. 533-537, 2013. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1080/14693062.2013.823809 Acesso em: 25 abr. 2020.

TOLMASQUIM, M. **Integração das fontes renováveis intermitentes na América Latina: Brasil, Chile e Uruguai**. Caracas: CAF, 2017. Disponível em: https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1228/20170112_Intermittent%20Energy%20Renewables%20Integration%20Chalenges.pdf?sequence=1&isAllowed=y Acesso em 11 mar. 2021.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries 2021.** Washington: USGS, fev. 2021. Disponível em https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf Acesso em 31 mar. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral Commodity Summaries 2022.** Washington: USGS, jan. 2022. Disponível em: https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-rare-earths.pdf Acesso em 30 mar. 2022.

CC BY NC SA

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. What countries are the top producers and consumers of oil? **EIA**, 8 dez. 2021. Disponível em: https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=709&t=6 Acesso em 30 mar. 2022.

VAN DE GRAAF, T. Battling for a Shrinking Market: Oil Producers, the Renewables Revolution, and the Risk of Stranded Assets. In: SCHOLTEN, D. (Ed.) **The Geopolitics of Renewables.** Lecture Notes in Energy, v. 61. Cham: Springer, 2018, p. 97-121. Disponível em: https://www.springer.com/br/book/9783319678542. Acesso em: 1 mai. 2020.

VASCONCELOS, Y. A força das renováveis. **Pesquisa FAPESP**, n. 310, p. 36-39, dez. 2021. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/a-forca-das-renovaveis/ Acesso em 31 mar. 2022.

WESTPHAL, K. Energy in an Era of Unprecedented Uncertainty: International Energy Governance in the Face of Macroeconomic, Geopolitical, and Systemic Challenges, in: KORANYI, D. **Transatlantic Energy Futures**: Strategic Perspectives on Energy Security, Climate Change and New Technologies in Europe and the United States. Washington: Johns Hopkins University, 2011, p. 1–26. Disponível em: https://archive.transatlanticrelations.org/wp-content/uploads/2016/08/Transatlantic_Energy_Futures.final_.pdf. Acesso em 5 mai. 2020.

CC BY NC SA