

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
CURSO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

Rodrigo de Moraes Lunardi

**Título: A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA MUNDIAL EM CURSO: UM ESTUDO DE
CASO SOBRE A ARÁBIA SAUDITA**

[Florianópolis]

[2023]

Rodrigo de Moraes Lunardi

**Título: A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA MUNDIAL EM CURSO: UM ESTUDO DE
CASO SOBRE A ARÁBIA SAUDITA**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Relações Internacionais do Centro de Economia e
Relações Internacionais da Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito para a obtenção do título
de Bacharel em Relações Internacionais.
Orientador: Prof. (a) Dr.(a) Patricia Fonseca Ferreira
Arienti,

Florianópolis

2023

Lunardi, Rodrigo de Moraes

A transição energética em curso : um estudo de caso sobre a Arábia Saudita / Rodrigo de Moraes Lunardi ; orientadora, Patricia Fonseca Ferreira Arienti, 2023.

58 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Graduação em Relações Internacionais, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Relações Internacionais. 2. Transição Energética. 3. Arábia Saudita. 4. Mudanças Climáticas. 5. Energias Renováveis. I. Arienti, Patricia Fonseca Ferreira. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Relações Internacionais. III. Título.

Rodrigo de Moraes Lunardi

A transição energética mundial em curso: um estudo de caso sobre a Arábia Saudita

Local, 03 de julho de 2023

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Dr.(a) Patricia Fonseca Ferreira Arienti
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Dr. Klaus Guimarães Dalgaard
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof.(a) Janypher Marcela Inácio Soares
Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)

Certifico que esta é a **versão original e final** do Trabalho de Conclusão de Curso que foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Relações Internacionais por mim e pelos demais membros da banca examinadora.

Prof.(a) Dr.(a) Patricia Fonseca Ferreira Arienti
Orientador(a)

Florianópolis, 2023.

Dedico o presente trabalho a Claudia Denise Oliveira de Moraes
Lunardi, Julio Cesar Lunardi e Gabriel de Moraes Lunardi.

AGRADECIMENTOS

Após mais de cinco anos nessa instituição, quero dar início aos agradecimentos reconhecendo a importância que a Universidade Federal de Santa Catarina teve em minha formação como aluno e cidadão. Ser aluno dessa universidade era algo com que sempre sonhei, mas só hoje reconheço o quão privilegiado sou desde o momento em que vi meu nome na lista de aprovados no vestibular no início de 2018. Reconheço que não foram cinco anos fáceis em minha vida, mas sinto que tudo o que pude aprender e disfrutar serviram para me tornar alguém melhor. Aos professores, servidores, colegas e todos que de alguma forma estão conectados à essa instituição, vocês têm minha eterna gratidão.

Quero agradecer à toda minha família, quem nunca deixou de me apoiar e incentivar. Sem vocês, sei que o caminho até aqui teria sido muito mais tortuoso. Quero agradecer ao meu avô, Milton Lunardi, que mesmo morando distante, foi aquela voz experiente que sempre tinha um conselho ou uma história inspiradora para contar que me enchia de vontade de seguir em frente. Ao meu outro avô, Ailton de Moraes, queria dizer que jamais me esquecerei de você, suas histórias e boas gargalhadas que compartilhamos nessa jornada. Aos meus pais, Julio Cesar Lunardi e Claudia de Moraes Lunardi, vocês são minha inspiração diária, a verdadeira razão de eu ter chegado até aqui. A vocês, tenho muito amor e gratidão. Não posso me esquecer do meu irmão, Gabriel de Moraes Lunardi, aquele que fez o papel de irmão mais velho com excelência desde o início de nossa jornada. Agradeço a parceria que construímos desde cedo, sempre nos ajudando nos momentos mais difíceis.

Por fim, agradeço aos meus amigos e todos aqueles que de alguma forma me ajudaram e inspiraram nessa jornada. Aos meus parceiros de música, Eduardo Scopel, Gabriel Lunardi e Miguel Bogado, que possamos seguir realizando os nossos sonhos juntos por muitos anos; à Universidade do Sul de Santa Catarina e Universitat Autònoma de Barcelona, minhas outras duas casas durante a graduação. A todos, minha eterna gratidão.

RESUMO

O presente trabalho possui como objetivo geral entender e caracterizar o processo de transição energética em curso na Arábia Saudita através de um estudo de caso, levantando as principais ações postas em prática pelo país e planejadas para o futuro em direção ao estabelecimento de um maior número de fontes geradoras de energia renováveis e diminuição dos níveis de emissões de gases do efeito estufa, bem como enumera algumas motivações que levaram a monarquia saudita à buscar estabelecer uma transição energética no país. Além disso, o trabalho também discute as principais características, atores e desafios no estabelecimento de uma transição energética; apresenta projeções, ações e acordos internacionais no âmbito de combate às mudanças climáticas e redução das emissões de gases do efeito estufa; e por fim, discute a influência que o petróleo teve na caracterização do sistema internacional no século XX e qual será sua relevância que terá na matriz energética mundial nos próximos anos. Assim, seguiu-se um processo de análise qualitativa de fontes bibliográficas, artigos, materiais jornalísticos e documentos através de uma metodologia do tipo exploratória. Efetivamente, o trabalho foi dividido em três partes. O primeiro capítulo aborda as principais características de uma transição energética, conceitos atualmente associados, exemplos de transições na história, bem como discute os principais desafios a serem superados no estabelecimento de uma transição energética efetiva. O segundo capítulo introduz a matriz energética mundial atual, sua relação com o contexto de combate às mudanças climáticas, além de configurar os principais elementos e atores que sustentaram a chamada “era do petróleo”. Por fim, o terceiro capítulo aborda via estudo de caso a situação específica da Arábia Saudita, sua relação histórica com o petróleo, as principais motivações, ações e planejamentos em direção ao estabelecimento de uma transição energética.

Palavras-chave: Transição energética; Arábia Saudita; Petróleo; Mudanças Climáticas; Energias Renováveis.

ABSTRACT

The present's work general objective is to understand and characterize the ongoing process of energy transition in Saudi Arabia through a case study, raising the main actions put into practice by the country and planned for the future towards the establishment of a greater number of renewable energy sources and reduction of greenhouse gas emissions, it also lists some motivations that led the Saudi monarchy to seek the establishment of an energy transition in the country. In addition, the work also discusses the main characteristics, actors and challenges in establishing an energy transition; presents projections, actions and international agreements in the context of combating climate change and reducing greenhouse gas emissions; and finally, it discusses the influence that oil had on the characterization of the international system in the 20th century and what will be its relevance in the world energy matrix in the coming years. Thus, a process of qualitative analysis of bibliographic sources, articles, journalistic materials and documents were followed through an exploratory methodology. Effectively, the work was divided into three parts. The first chapter addresses the main characteristics of an energy transition, currently associated concepts, examples of transitions in history, as well as discusses the main challenges to be overcome in establishing an effective energy transition. The second chapter introduces the current global energy matrix, its relationship with the context of combating climate change, in addition to configuring the main elements and actors that supported the so-called "oil age". Finally, the third chapter addresses, via a case study, the specific situation of Saudi Arabia, its historical relationship with oil, the main motivations, actions and plans towards the establishment of an energy transition.

Keywords: Energy Transition. Saudi Arabia. Oil. Climate Change. Renewable Energies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Consumo mundial de energia primária por fonte em Terawatt-hora (1985 -2021).	30
Figura 2 – Divisão de nova capacidade de geração de eletricidade entre renováveis e não renováveis	31
Figura 3 – Progressão dos níveis de emissões de CO ₂ em gigatoneladas até 2050 de acordo com os cenários propostos no World Energy Outlook (2022).....	36
Figura 4 – Aumento de temperatura média global até 2100 de acordo com diferentes cenários de políticas adotadas propostos no World Energy Outlook (2022).....	36
Figura 5 – Representação dos fluxos de energia e CO ₂ no conceito da Economia Circular do Carbono.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APS	Announced Pledges Scenario
CCS	Carbon Capture and Storage
CO ₂	Dióxido de Carbono
COP	Conferência das Partes
EAU	Emirados Árabes Unidos
EJ	Exajoules
EOR	Enhanced Oil Recovery
ETS	Emissions Trading System
GEE	Gases do efeito estufa
GT	Gigatoneladas
IEA	International Energy Agency
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IRA	Inflation Reduction Act
IRENA	International Renewable Energy Agency
LCOE	Custos Nivelados de Energia
MTPA	Milhões de toneladas por ano
NDC	Nationally Determined Contributions
NZE	Net Zero Emissions
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
SGI	Saudi Green Initiative
STEPS	Stated Policies Scenario
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS E SUAS CARACTERÍSTICAS.....	19
2.1	O caráter histórico de transições energéticas.....	19
2.2	Os desafios na condução de uma transição energética.....	20
3	A “ERA DO PETRÓLEO” E O CENÁRIO ENERGÉTICO MUNDIAL	23
3.1	A influência mundial do petróleo e a atuação da OPEP.....	23
3.2	A matriz energética mundial e a transição energética em curso.....	29
4	ESTUDO DE CASO SOBRE A ARÁBIA SAUDITA.....	38
4.1	História	38
4.1.1	O cenário energético atual e as motivações para se buscar mudanças.....	39
4.2	O Saudi Vision 2030 e a Green Initiative.....	44
4.2.1	A Economia Circular do Carbono	46
4.2.2	A reforma de preços de energia	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A história da humanidade está atrelada ao desenvolvimento e descoberta de novas fontes para produzir energia. Desde a realização das tarefas mais básicas diárias até as mais complexas, o uso de energia tornou-se fator primordial para a vivência e sobrevivência humana ao longo dos anos (PINHEIRO, SANDIM, CARNEIRO, 2017). No decorrer da história, várias transições energéticas tomaram forma entre as diversas fontes energéticas utilizadas pela humanidade e configuraram aquelas que tornariam se duradouras, saindo da madeira até o estabelecimento do petróleo após pouco mais de dois séculos (SOLOMON, KRISHNA, 2011).

Devido a sua alta disponibilidade e relativa baixa complexidade de extração, a madeira foi a principal fonte energética da humanidade até meados do século XVIII. Com o início da Primeira Revolução Industrial na Inglaterra, o carvão passa a ter o papel de destaque e juntamente com o advento da máquina a vapor, toma papel de fonte energética majoritária até o século XIX (FOUQUET, 2010). Com a descoberta de grandes reservas petrolíferas nos Estados Unidos e ao redor do mundo, a humanidade presencia a primeira transição energética de proporções mundiais no final do século XIX, mais especificamente durante a Segunda Revolução Industrial (SOLOMON, KRISHNA, 2011).

Desde então, o petróleo e os combustíveis fósseis moldaram não somente a forma com que produzimos e consumimos energia, mas reconfiguraram o sistema capitalista internacional como um todo. Desse sistema alguns atores emergiram possuindo papéis centrais na produção e condução do mercado energético mundial, como é o caso dos Estados Unidos, Rússia e os países do Oriente Médio (com especial destaque para a Arábia Saudita e Irã), além de configurar importantes alianças regionais, como o caso da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) e grandes conglomerados internacionais (Saudi Aramco, BP, ExxonMobil etc.) (SILVA, 2018). Do descobrimento das primeiras grandes reservas em meados do século XIX, juntamente com a atuação das ‘sete irmãs’¹ e a OPEP no século XX até os dias atuais, o mercado internacional de combustíveis fósseis mostrou ter resiliência para manter-se cada vez mais relevante e lucrativo (SANTOS, 2019).

¹ As ‘sete irmãs’ foi um grupo formado por sete empresas privadas transnacionais que dominou a maior parte da produção e extração do petróleo mundial até o final dos anos 1960. O grupo era composto por: Royal Dutch Shell, Exxon, Chevron, Gulf Oil, British Petroleum, Texaco e a Mobil Oil.

Ao longo dos anos, a temática referente à proteção ambiental, desenvolvimento sustentável e combate às mudanças climáticas passou a ter mais destaque internacionalmente, principalmente a partir dos anos 1990 nas grandes conferências, como a Eco-92, Kyoto 1997, Rio+20, COP 21 e mais recentemente a COP 27, com esse debate cada vez mais institucionalizando-se nos âmbitos de grandes organizações internacionais e construindo agendas (SANTOS, 2019, p.156). Nesse cenário, a insustentabilidade do uso de combustíveis fósseis como fonte de energia devido a sua grande emissão de gases do efeito estufa² (GEE), principalmente o dióxido de carbono (CO₂), reforçam a necessidade de se promover mudanças a nível global, como a promoção de uma transição energética de fontes altamente poluentes para fontes de baixo carbono e renováveis, tais como as fontes de geração solar, eólica e hidrelétrica em detrimento de petróleo e carvão; para assim possibilitar melhores condições de vida às gerações futuras (PINHEIRO, SANDIM, CARNEIRO, 2017).

No âmbito internacional, a ascensão das temáticas de mudanças climáticas e transição energética possuem fortes implicações no que tange o surgimento e configuração de atores e arranjos institucionais relevantes à governança energética global. Classificada muitas vezes como um “regime complexo”³ por não existir uma governança centralizada no que tange a temática energia à nível internacional, a governança energética global se constitui na interação entre distintos tipos de atores, sejam eles estatais ou não estatais, incluindo as Organizações Internacionais; os Estados; os Órgãos Intergovernamentais; Bancos de Desenvolvimento; atores privados e a sociedade civil. As áreas e escopos de atuação desses diferentes atores se dão de acordo com suas capacidades e objetivos específicos, em que a finalidade de suas ações podem guiar-se em atingir: segurança de oferta e demanda energética; desenvolvimento econômico, como a facilitação de transferência de tecnologias e cooperação; segurança internacional, como a redução de riscos de proliferação nuclear; sustentabilidade, buscando o desenvolvimento de fontes sustentáveis de energia; princípios de boa governança e transparência, como a atenção às violações aos direitos humanos associados à produção energética (VAN DE GRAAF, COLGAN, 2016).

² Os principais gases do efeito estufa são: CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), N₂O (óxido nítrico), O₃ (ozônio), clorofluorcarbonos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) e hidrofluorcarbonos (HFCs). O aumento da concentração desses gases na atmosfera auxilia no aumento da temperatura média global através da intensificação do efeito estufa, já que esses gases possuem alta capacidade de absorver ondas infravermelhas e irradiar essa energia de volta ao planeta.

³ “Regime complexo”, ou *regime complex* em inglês é um “conjunto de instituições parcialmente sobrepostas e não hierárquicas que inclui mais de uma autoridade ou acordo internacional” (VAN DE GRAAF, COLGAN, 2016)

Como exemplo de atores importantes que se configuraram através do contexto de transição energética e mudanças climáticas na governança energética global, têm-se: a Agência Internacional de Energia, ou *International Energy Agency* (IEA)⁴ e a Agência Internacional de Energias Renováveis, ou *International Renewable Energy Agency* (IRENA)⁵, dois órgãos intergovernamentais de épocas e contextos de criação distintos, em que o último surge da necessidade de se ampliar a temática de energias renováveis à nível global e abranger um número maior de membros em seu escopo (LUOMI, 2020). Além desses exemplos, a Organização das Nações Unidas (ONU) desempenha importante papel em ser centro construtor de agendas e propositor de mudanças nas temáticas de energia e mudanças climáticas, em que se destaca a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC)⁶, que também possui em seu âmbito o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)⁷.

Assim, o presente trabalho busca contribuir para o estudo de transições energéticas através da análise do que há de mais atualizado na produção bibliográfica sobre a temática. A pergunta norteadora que deu início ao trabalho em questão foi: por que e de que maneira um país historicamente atrelado política e economicamente ao mercado de combustíveis fósseis, como é o caso da Arábia Saudita, decide a partir da metade da última década investir na implementação de uma transição energética? Há um problema claro que se apresenta diante dessa situação exposta na pergunta, em que há um país imbuído em paradigmas e práticas econômicas e políticas que vão de encontro a tendências e práticas globais em um contexto de transição energética, que visam uma maior participação de fontes de produção energética renováveis em detrimento de matrizes fósseis e maior controle dos níveis de emissões de GEE visando combater as mudanças climáticas.

⁴ A IEA foi fundada em 1974 para atuar no segmento de segurança energética e prevenção de crises, evitando flutuações internacionais agressivas nos preços de energia, principalmente em relação ao petróleo. Ela possui notável atuação promovendo o diálogo entre governos e setor privado por inovações tecnológicas, auxiliando também no estabelecimento de políticas públicas (VAN DE GRAAF, COLGAN, 2016). A agência conta atualmente com 31 membros, todos pertencentes à OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico).

⁵ A IRENA foi fundada em 2009 para ser um canalizador de pesquisas, planejamentos e iniciativas referentes à energias renováveis no mundo, servindo como um meio para angariar suporte e cooperação entre membros na sustentação de ações de transição energética. Hoje a agência conta com 167 membros.

⁶ A UNFCCC é um tratado internacional que surge através da Rio 92, sendo a principal temática abordada a estabilização de emissões de GEE.

⁷ O IPCC é fundado em 1988 e emite relatórios acerca de mudanças climáticas e seus diversos efeitos, além de propor políticas e iniciativas de mitigação de seus efeitos. Atualmente conta com 195 membros

Assim, o objetivo geral dessa monografia é entender e caracterizar o processo de transição energética em curso na Arábia Saudita. Sua relação histórica com combustíveis fósseis e posição de um dos maiores exportadores de petróleo do mundo; sua importância na criação e atuação dentro da OPEP; além de um histórico de desdém em relação ao estabelecimento de avanços em relação ao combate às mudanças climáticas e proteção ambiental (DEPLEDGE, 2008), tornam a disposição saudita em estabelecer uma transição energética em seus territórios algo a ser questionado e estudado.

Além desse objetivo geral, o trabalho busca discutir as principais características, atores e desafios no estabelecimento de uma transição energética; apresentar projeções, ações e acordos internacionais no âmbito de combate às mudanças climáticas e redução de emissões de gases do efeito estufa; além de discutir a influência que o petróleo teve na caracterização do sistema internacional no século XX e relevância que terá na matriz energética mundial nos próximos anos. Para isso, a metodologia utilizada no desenvolvimento desse trabalho foi a do tipo exploratória, analisando de forma qualitativa as informações coletadas em artigos, materiais jornalísticos, documentos e bibliografias.

Para melhor desenvolver os objetivos apresentados, o trabalho está dividido em três capítulos. O primeiro capítulo busca enumerar as principais características de uma transição energética e conceitos atuais associados, citar alguns exemplos característicos de transições energéticas que ocorreram ao longo da história, além de enumerar os principais desafios a serem superados para se estabelecer uma transição energética efetiva.

O segundo capítulo visa configurar os elementos e atores que deram sustentação histórica ao que se configurou como a “era do petróleo” (SILVA, 2018) e introduzir a matriz energética mundial atual, apresentando o contexto do combate às mudanças climáticas como catalisador de mudanças na matriz energética mundial em direção a uma transição energética gradual.

O terceiro capítulo apresenta o estudo de caso específico sobre a Arábia Saudita. Para averiguar a real situação e ímpeto saudita em direção ao estabelecimento de uma transição energética, o estudo de caso analisa a atual composição da matriz energética saudita e busca elencar as ações e planejamentos futuros divulgados visando uma maior diversificação de suas fontes de produção energética e diminuição de emissões de GEE para cumprir com compromissos autoatribuídos à nível global, estando a grande parte das medidas e projetos centralizados no arcabouço do Saudi Vision 2030 (KINGDOM OF SAUDI ARABIA, 2017).

2 TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

O presente capítulo tem por objetivo caracterizar o termo transição energética, quais as principais premissas, casos relevantes na história e desafios a serem superados à nível global, regional e individual na sustentação de uma transição energética.

2.1 O caráter histórico de transições energéticas

Conforme define O'Connor (2010), transição energética é “um conjunto particularmente significativo de mudança nos padrões de uso de energia em uma sociedade, potencialmente afetando recursos, seus desenvolvedores e serviços”. Esse processo de mudança nos padrões de uso e favorecimento de uma fonte energética em detrimento de outra costuma levar vários anos e não necessariamente é resultante de ações deliberadas e objetivas de agentes racionais, assim não podendo ser reduzidas à apenas um fator. Nesse sentido, grandes transições são a soma de várias transições menores (O'CONNOR, 2010), em que se configura um processo gradual e dependente de outros processos e desenvolvimentos paralelos, como desenvolvimento tecnológico, econômico e mudanças de cunho social e organizacional de uma sociedade.

Um processo de transição energética não necessariamente se desenvolve em prol da substituição de uma fonte energética altamente poluente em direção a fontes renováveis, sustentáveis e de baixo carbono. Contudo, atualmente o termo está intimamente ligado ao desenvolvimento sustentável e diminuição de emissões em decorrência do maior esclarecimento científico em torno dos danos ambientais gerados pela queima de combustíveis fósseis e os perigos que progressivas mudanças ambientais podem gerar em gerações futuras. A isso soma-se a ação de grupos ativistas internacionais, como Organizações não Governamentais e sociedade civil, bem como as Organizações Internacionais, intergovernamentais e conferências internacionais sobre o tema (SANTOS, 2019).

Ao longo da história humana, vários foram os casos de transições energéticas de diferentes proporções que países e sociedades vivenciaram. Pode-se citar a substituição da madeira pelo carvão no contexto da Primeira Revolução Industrial nos anos 1700 até o final do século XIX que teve impacto econômico considerável, houve ainda a substituição do óleo de baleia pelo querosene no final do século XIX (CARLEY, KONISKY, 2020). Uma das

consideradas de maior magnitude refere-se à transição entre o carvão, fonte de principal utilização no contexto da Primeira Revolução Industrial e da máquina a vapor para o uso do petróleo e demais combustíveis fósseis, principalmente a partir do final do século XIX e Segunda Revolução Industrial (SOLOMON, KRISHNA, 2010). A existência dessas transições não configura a obsolescência de qualquer fonte energética que já foi dominante, isto é, nenhuma transição é totalmente substitutiva (SOVACOOOL, 2017).

A história mostra transições energéticas ocorrendo em diferentes proporções, graus de substituição, com diferentes níveis de administração e coordenação estatal direta. Para SOVACOOOL (2017), uma transição energética pode ocorrer de forma relativamente rápida. Um exemplo de uma transição energética que ocorreu com relativa rapidez está no caso brasileiro envolvendo o bioetanol derivado da cana de açúcar, como uma substituição ao petróleo e sua volatilidade de preços no cenário dos choques de preços dos anos 1970. Dirigida fortemente por ações e planejamentos governamentais, se iniciam em 1975 várias medidas voltadas a tornar o preço do etanol mais atrativo para os consumidores, que incluem a utilização de subsídios e incentivos para produtores de etanol juntamente com direcionamento à empresa estatal Petrobras para que comprasse uma quantia mínima estabelecida anualmente do combustível, além da implementação do programa Proalcool (SOLOMON, KRISHNA, 2011). Já em 1981, apenas seis anos depois, 90% de toda a frota de veículos no país já poderia ser conduzida sob etanol, o que configurou uma transição energética exitosa que se completa em menos de uma década (SOVACOOOL, 2017, p.25).

2.2 Os desafios na condução de uma transição energética

Transições energéticas trazem consigo uma série de desafios e dificuldades em torno de seu processo de estabelecimento. Transições são processos conflituosos e desconexos, em que sistemas e estruturas já estabelecidos precisam ser superados ao longo de vários anos (MEADOWCROFT, 2009), o que traz consigo uma série de incógnitas e desafios que precisarão serem administrados ao longo do tempo.

O primeiro desafio diz respeito ao estabelecimento de uma transição energética justa, isto é, que o maior número possível de pessoas possa ter acesso aos seus benefícios, sem haver diferença de custos e responsabilidades entre elas (UNITED NATIONS, 2021, p.16). Há por vezes situações em que um grupo deverá arcar com responsabilidades e custos maiores de uma transição energética. Esse cenário costuma ocorrer com populações de mais baixa

renda, que poderão perder diretamente ou indiretamente seu meio de sustento com o fechamento de minas de extração de carvão e usinas de produção energética (CARLEY; KONISKY, 2020, p. 571). Com a conseqüente decadência de uma fonte de energia anteriormente estabelecida, os participantes de sua cadeia nem sempre conseguirão se estabelecer economicamente em um cenário de ascensão de outra fonte energética, que possui especificidades e características particulares únicas, o que exige a construção de uma capacidade adaptativa do sistema a priori (CARLEY; KONISKY 2020).

Outro importante ponto de preocupação no desenvolvimento de uma transição energética consiste em evitar cenários de insegurança energética. Nesse sentido, fatores como desabastecimentos temporários ou prolongados podem vir a ocorrer diante da característica intermitente que fontes de produção elétrica renováveis possuem, como é o caso da energia eólica e fotovoltaica (SANTOS, 2019). Assim, os sistemas energéticos modernos precisam ser resilientes e flexíveis (DOBBENI; GLACHANT; VINOIS, 2017), capazes de atuar em um cenário de armazenagem baixo. Diante disso, alguns países como aconteceu com o Reino Unido, por vezes irão se encontrar em uma posição em que usinas de energia à base da queima de carvão precisarão ser reativadas para garantir o abastecimento energético nacional (TALYZIN, 2022).

Um dos principais desafios no estabelecimento de uma transição energética reside em ultrapassar aquilo que se conhece por “lock in”. O “lock in” deriva das vantagens obtidas pelo domínio alcançado por tecnologias já estabelecidas mundialmente, como é o caso da indústria de combustíveis fósseis. A infraestrutura já estabelecida, padrões técnicos e regulatórios já amplamente divulgados e o alto grau de integração de fornecedores e componentes da indústria em uma rede internacional dificultam a entrada de sistemas e tecnologias concorrentes, como é o caso da indústria de energias renováveis (MEADOWCROFT, 2009). Nesse sentido, tecnologias incompatíveis com o atual sistema baseado em combustíveis fósseis apresentarão grandes dificuldades de implementação, o que leva o sistema a obter resultados sub ótimos em direção à modernização e renovação tecnológica (KEMP, ROTMANS, 2001).

Assim como BLASQUEZ et al. (2018), SOVACOOOL (2017) ressalta que há uma importância muito grande de políticas e medidas governamentais na sustentação de uma transição energética, como levar credibilidade ao processo frente a desconfiança inicial e arcar com os principais custos de entrada, evitando cenários de insegurança energética em que o preço da energia repassado ao consumidor não seja maior que em cenários anteriores

(CARLEY; KONISKY; 2020). Dentre algumas medidas possíveis de serem postas em prática estão a concessão de subsídios a energias renováveis e o estabelecimento de impostos sobre poluição que direcionem sua arrecadação diretamente para o financiamento da transição energética em prática, como já é feito em alguns países nórdicos, em especial a Suécia (CHENG et al, 2021, TALYZIN, 2022). Além disso, as Feed-In Tariffs⁸, tarifas que estimulam pequenos produtores a investir em fontes renováveis de energia, como a fotovoltaica e eólica, provaram ser muito úteis no processo de transição energética europeu (TALYZIN, 2022).

Há também a necessidade de se levar em conta as diferenças entre regiões e continentes no que tange os níveis de emissão de GEE e o impacto que diferenças socioeconômicas, de capacidades de investimentos e implementação de políticas energéticas amplas possuem. É previsto que até 2030 os países desenvolvidos consigam reduzir em média 40% o seu nível atual de emissões de CO₂, enquanto a média dos países em desenvolvimento deve ficar em torno de apenas 5%. Essa projeção também é refletida na diferença de demanda de carvão entre os dois grupos de países, em que os países em desenvolvimento são responsáveis por aproximadamente 80% da demanda mundial. Assim, há uma necessidade de que projetos de financiamento e suporte financeiro auxiliem na redução dessas desproporções entre os diferentes grupos de países (UNITED NATIONS, 2021).

⁸ As Feed in Tariffs envolvem acordos de longo prazo que levam em conta os custos associados à produção de determinada energia, a fim de diminuir os riscos de possíveis flutuações de preços e custos aos pequenos produtores.

3 A “ERA DO PETRÓLEO” E O CENÁRIO ENERGÉTICO MUNDIAL

O presente capítulo tem por objetivo introduzir como está dividida por fontes a produção de eletricidade mundial, o consumo energético primário e como ele se alterou ao longo dos anos. Além disso, será introduzida uma perspectiva histórica sobre como o petróleo tornou-se dominante internacionalmente como fonte de energia, bem como destacar os principais agentes por trás de sua difusão e consolidação mundial.

3.1 A influência mundial do petróleo e a atuação da OPEP

A indústria do petróleo possui suas bases assentadas desde meados do século XIX, mais precisamente 1859, quando no estado da Pensilvânia nos Estados Unidos reservas de petróleo começaram a ser exploradas comercialmente (MAXIR, 2015). Entre os anos 1850 e 1950 várias evoluções e mudanças ocorreram no mercado à medida que novas tecnologias eram introduzidas, como é o caso do motor a combustão. Novas aplicações industriais do petróleo eram descobertas e o mercado ia alargando e se internacionalizando cada vez mais (MAXIR, 2015), quando o que ficou conhecido como as “sete irmãs” passaram a controlar o mercado, com aproximadamente 85% do petróleo produzido fora dos Estados Unidos. O alto grau de cooperação entre as empresas às levou a dominar o mercado mundial e a estabelecer um cartel em torno do combustível fóssil. A grande magnitude do cartel e sua linha de atuação levaram países detentores de reservas de petróleo, notadamente do Oriente Médio, a buscarem maiores ganhos com a exploração do petróleo e a unirem-se com o mesmo objetivo (MAXIR, 2015). Assim, em 1960 é criada a OPEP⁹ (Organização dos países exportadores de petróleo) por Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait e Venezuela.

A criação da OPEP representa um grande marco no mercado internacional de petróleo. Apesar de sua atuação haver sido tímida na década de 1960, sua criação possibilitou criar as condições para que cada vez mais uma maior parte da renda envolvida na exploração do petróleo permanecesse na região das reservas, o que diminuiu o lucro das “sete irmãs” até o ponto em que o cartel existente já não fosse mais vantajoso. Assim, a década de 1970 presenciou uma massiva estatização de companhias exploradoras e o estabelecimento de um

⁹ A organização possui por objetivo primordial a coordenação entre os países membros das políticas e direcionamentos relativos ao petróleo, protegendo interesses comuns e garantindo com que flutuações de preços abruptas não aconteçam.

controle cada vez mais monopolizado do petróleo. Esse controle possibilitou uma precisão muito maior no momento da definição dos preços internacionais do petróleo, o que foi fundamental para a existência dos dois choques de petróleo¹⁰ na década, em 1973 e 1979 (SANTOS, 2019), em que o petróleo é utilizado pela primeira vez como arma política (MAXIR, 2015). Atualmente a OPEP corresponde aproximadamente à 35,3% da produção mundial de petróleo, contando com cerca de 80% das reservas mundiais (BRITISH PETROLEUM, 2022). Além dos 5 membros fundadores, ingressaram na organização a Líbia, Emirados Árabes Unidos, Argélia, Nigéria, Angola, Gabão, Guiné Equatorial e Congo.

A utilização do petróleo como arma política, um mecanismo de barganha, passou a ser uma característica relevante dos países produtores. O poder adquirido do petróleo alavancou os países exportadores à posição de grandes players internacionais, os quais detinham um grande poder de decisão sobre acontecimentos importantes internacionais (SANTOS, 2019). A Arábia Saudita é um dos países que ganhou um grande poder de barganha à nível internacional decorrente da sua capacidade de ser o chamado “produtor residual”, ou “swing producer” em inglês. Dessa maneira, o país é capaz de algumas vezes alterar parte da oferta mundial de petróleo em razão de seus interesses momentâneos, inclusive abandonando o sistema de cotas de produção¹¹ quando fosse conveniente (NOVAIS, 2017, p.26).

Há grande divergência na literatura acerca da possível caracterização da OPEP como um grande cartel dentro do mercado internacional de petróleo. Por se tratar de um grupo composto por países com características e necessidades distintas, bem como apresentam assimetrias de poder econômico e militar muito acentuadas, há uma inerente dificuldade de coordenação entre os membros (MAXIR, 2015). Há ainda a classificação dada por HOCHMAN e ZILBERMAN (2015) de que a OPEP deve ser considerada um cartel de nações e governos, que diferentemente da característica maximizadora de lucros de um cartel de empresas, governos e políticos possuem também interesses políticos como motivadores de

¹⁰ O Primeiro Choque do Petróleo tem suas raízes na retaliação dos países árabes ao apoio estadunidense à Israel no contexto da Guerra de Yom Kippur, que através de um embargo às exportações de petróleo força um grande aumento nos preços internacionais. O Segundo Choque do Petróleo surge como consequência da Revolução Iraniana, em que os xiitas tomam o poder do país e quebram com uma visão até então vigente de maior cooperação com os países ocidentais. Nesse contexto, os preços internacionais do petróleo mais que dobram. (MAXIR, 2015, p.46).

¹¹ Iniciado em 1982, o sistema de cotas de produção de petróleo delimita o nível de produção de cada membro, colocando a Arabia Saudita como um chamado “produtor residual”, responsável por coordenar sua produção como forma de complementar a oferta de petróleo mundial, já que os outros membros produziam no limite de suas capacidades (PERTUSIER, 2004; MAXIR, 2015).

suas ações, tais como a maximização do bem-estar e *welfare* internamente aos seus domínios geográficos.

O termo “Era do Petróleo”, muito empregado na caracterização do século XX com a configuração do sistema energético mundial e geopolítico em que os combustíveis fósseis e os grandes atores produtores e exportadores permaneceram em grande parte soberanos em um mercado em que fontes energéticas alternativas não apresentavam poder de competição (SILVA, 2018 p.49), parece já não caracterizar o cenário energético vigente e futuro. A perspectiva de que haverá uma queda da demanda por combustíveis fósseis a partir da metade da década até 2050 de aproximadamente 2 exajoules ¹²(EJ) anuais, além da maior existência de fontes alternativas de energia, parecem representar um desafio ao mercado e exportadores de combustíveis fósseis. Espera-se que até 2030 os combustíveis fósseis representem menos de três quartos da oferta total de energia, chegando a aproximadamente 60% até 2050 (IEA, 2022).

O fato de haver várias previsões convergentes em torno da futura diminuição da demanda mundial por combustíveis fósseis, não significa necessariamente que a OPEP perderá relevância internacional. Mesmo com tal tendência à diminuição da demanda por petróleo no mundo, há previsões que indiquem um crescimento da porção mundial da produção de petróleo por parte da OPEP, que em 2050 poderá contar com aproximadamente 43% da produção total (IEA, p.24). Contudo, alguns de seus membros, majoritariamente os países mais ricos do grupo como os Emirados Árabes Unidos (EAU), Catar e Arábia Saudita, já possuem projetos e políticas em curso visando uma transição energética e diversificação econômica. Por exemplo, os EAU almejam obter até 2050 44% do seu consumo de energia derivado de fontes renováveis através de investimentos contidos no arcabouço do chamado “Energy Strategy 2050” ¹³(AL-SAIDI, 2020), bem como possui iniciativas de planejamento urbano e moradia baseadas na mitigação de emissões de GEE, como o megaprojeto “Masdar City”¹⁴ em Abu Dhabi; o Catar possui projetos menos robustos nas áreas de eficiência energética e produção de energia solar, almejando até 2030 obter 90% de seu consumo

¹² Representa aproximadamente 1 milhão de barris de petróleo por dia.

¹³ Apresentado no final de 2021 como parte de uma visão nacional para o futuro, o Energy Strategy Plan 2050 visa alocar cerca de USD 170 bilhões em iniciativas e projetos visando aumentar a produção de energia renovável e limpa no país.

¹⁴ O projeto “Masdar City” inicia as construções em 2008, em uma tentativa de se criar um espaço urbano que possibilite a neutralidade de emissões de GEE, enquanto oferece uma experiência de vivência luxuosa. Estima-se que o custo do projeto foi de aproximadamente USD 20 bilhões.

energético proveniente de gás natural e os 10% restantes provenientes de energias renováveis (COCHRANE, AL-HABABI, 2023), bem como aposta em projetos de planejamento urbano de baixo carbono, como é o megaprojeto “Msheireb”¹⁵. Um direcionamento importante que há em comum entre esses países está na redução vertiginosa dos subsídios em preços de energia, sendo uma tentativa de diminuir a demanda interna por energia, estabelecer programas mais eficientes de amparo à famílias de baixa renda no que tange os custos de energia elétrica e combustíveis e também incentivar o investimento privado em fontes de geração elétrica renováveis na medida em que os custos iniciais nessas fontes se tornam menos impactantes em um cenário de preços de eletricidade mais elevados.

A busca pelo estabelecimento de uma transição energética pelos países exportadores de petróleo tornou-se de interesse próprio na medida em que benefícios político-econômicos foram tornando-se cada vez mais claros. O primeiro benefício está na grande redução dos custos nivelados de energia¹⁶ (LCOE) para se produzir energia de fontes renováveis em contraste com matrizes fósseis, sendo em alguns casos mais vantajoso economicamente a geração por fontes renováveis. A diminuição nos últimos anos dos custos de implementação e manutenção de tecnologias e geradores de energia renováveis, aliada a implementação de impostos sobre emissões de CO₂, diminuíram comparavelmente as vantagens econômicas das matrizes fósseis. Uma pesquisa conduzida pelo Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE e compilada no Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies (2021), comparou o LCOE de diversas fontes geradoras distintas na Alemanha, tanto renováveis e fósseis, bem como considerando diferentes tecnologias empregadas dentro de cada uma. A pesquisa demonstrou que fontes de geração fotovoltaicas foram as mais vantajosas economicamente da amostra pesquisada, custando entre 3,12 e 11,01 euros o quilowatt-hora produzido, considerando os custos específicos de implementação e manutenção da matriz por entre 530 e 1600 euros a cada quilowatt-hora de potencial de produção. As previsões indicam que o LCOE de fontes renováveis seguirá diminuindo, mas essa diminuição não será equivalente em todas as regiões do mundo. Assim, a implementação de fontes de energia renováveis poderá garantir vantagens econômicas à longo prazo aos países.

¹⁵ O “Msheireb” situa-se na parte central da capital Doha, consistindo em um bairro planejado que oferece uma mistura de arquitetura tradicional do Catar e modernas infraestruturas de lazer e comerciais, com o enfoque na sustentabilidade e eficiência energética (AL-SAIDI, 2020). O custo do projeto é estimado em USD 6 bilhões.

¹⁶ O LCOE refere-se ao custo atual líquido médio de geração de energia para uma fonte geradora até o final de sua vida útil.

Outro importante benefício está na possibilidade de se maximizar pelos próximos anos os lucros advindos com venda de petróleo, destinando uma maior porção da produção interna para a exportação. O fato de os países possuírem uma composição de matrizes energéticas com maior participação de energias renováveis e de baixo carbono não necessariamente significa uma diminuição da quantidade de combustíveis fósseis produzidos, mas sim que eles terão uma maior diversidade de opções para utilizar conforme houver vantagens econômicas no uso de cada fonte no momento específico, o que lhes proporcionam uma maior segurança de abastecimento energético interno, bem como maior margem para buscarem mercados lucrativos abastecendo outros países via exportações (AL-SAIDI, 2020). À longo prazo, contudo, a arrecadação com o petróleo diminuirá cada vez mais à medida com que a demanda mundial pelo combustível fóssil siga declinando. Nesse sentido, o cuidado por parte desses países em aliar os investimentos e projetos destinados a transições energéticas com programas e estratégias para diversificar suas economias para além dos combustíveis fósseis a longo prazo, visa justamente salvaguardar suas economias de um cenário futuro em que receitas advindas do petróleo reduzirão vertiginosamente (FATTOUH, POUDINEH, WEST, 2019; GARCIA-CASALS, FERROUKHI, PARAJULI, 2019). Nesse sentido, as energias renováveis e de baixo carbono servem como meios de satisfazer a demanda interna por energia, diminuir o nível de emissões de GEE e favorecer com que o petróleo à curto e médio prazo seja mais destinado à exportação.

Outro retorno possivelmente vantajoso aos estados está na geração de empregos que grandes investimentos em iniciativas de transição energética podem gerar. Em relação à geração de empregos, se houver um esforço global maior em relação à aplicação de investimentos e ações em torno de transições energéticas em comparação com as políticas já postas em prática e declaradas por governos globalmente, no geral, estima-se que até 2050 a grande maioria das regiões do mundo apresentariam um aumento de empregabilidade, com um crescimento da empregabilidade global geral média de 0,14%, em que apenas algumas regiões altamente dependentes do carvão como fonte de energia, principalmente no continente africano, apresentariam uma diminuição do nível de empregabilidade, em aproximadamente 0,4%, haja vista a dificuldade em especializar e realocar a grande quantidade de trabalhadores do setor para uma nova realidade de trabalho e função desempenhada (GARCIA-CASALS, FERROUKHI, PARAJULI, 2019) Há ainda estimativas de que o investimento em produção de energias renováveis em um contexto de transição energética criaria até três vezes mais empregos que investindo a mesma quantia no setor de combustíveis fósseis (UNITED

NATIONS, 2021, p. 15). Isso é possível em grande parte graças à diminuição do custo do investimento inicial necessário em tecnologias e projetos de produção de energias sustentáveis nos últimos anos, bem como um interessante efeito spillover que esses investimentos acarretam, trazendo avanços em outros setores econômicos relacionados.

Há também possíveis vantagens políticas almeçadas por governantes no fortalecimento de uma transição energética, tanto ganhos internamente às fronteiras do país, como regional e mundialmente. A estratégia de estabelecer visões nacionais canalizadas na maior parte pelos governos nacionais como grandes condutores e motivadores para os objetivos desejados nas áreas de transição energética e diversificação econômica, contando com megaprojetos bilionários que unem planejamento urbano luxuoso, produção de energia sustentável e eficiência energética comprovadas por certificações internacionais de eficiência¹⁷, têm por alvo aliar a promoção de uma visão nacionalista unificada que preza pela identidade e características da cultura local, enquanto incorpora imagens de projetos globais e cosmopolitas, de boas práticas e estereótipos de modernização e sustentabilidade. Internamente aos países, a aliança dessas características tem por motivação angariar legitimidade para as elites governantes como provedores de desenvolvimento e bem estar, configurando a existência de práticas nos países do golfo pérsico dos chamados estados “rentistas”, em que bens e serviços são oferecidos pelas elites governantes em troca de submissão política (AL-SAIDI, 2020; RIZZO, 2016).

À nível regional e global, a sinalização de avanço desses países no comprometimento com a mitigação das mudanças climáticas e o cumprimento dos compromissos firmados internacionalmente lhes permite participar mais ativamente em um número cada vez maior de plataformas multilaterais, como é o caso de órgãos intergovernamentais. A participação nas tomadas de decisão nesses âmbitos possui influência no alcance com que a diplomacia e as visões e planos dos governantes se inserem no sistema internacional, o que pode viabilizar a formação de parcerias e acordos de cooperação, como acordos de transferências de tecnologias (AL-SAIDI, ZAIDAN, HAMMAD, 2019).

Além disso, o alto aporte de investimentos e magnitude dos projetos almejam colocar os países em posição de destaque para receber um maior afluxo de investimentos advindos do

¹⁷ As certificações internacionais relacionadas ao desenvolvimento sustentável e eficiência energética utilizam critérios técnicos de referência para avaliar questões relacionadas aos projetos, desde as primeiras fases durante a concepção e desenho, até as medições de uso de energia e nível de emissões com o projeto já consolidado. Um exemplo é a certificação estadunidense Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), concedida pela U.S Green Building Council, presente nos projetos “Masdar City” e “Msheireb”.

exterior, bem como atrair um maior número de turistas movidos pela modernidade, inovação e luxo presente nos megaprojetos (AL-SAIDI, 2020). A estratégia de usar megaprojetos como atrações globais não é algo exclusivo do contexto de transição energética na região do oriente médio, haja vista os exemplos de Dubai e Abu Dhabi, duas cidades que cresceram e obtiveram status de globais e cosmopolitas a partir do estabelecimento de megaprojetos liderados pelo governo dos EAU. Ao mesmo tempo que Dubai e Abu Dhabi conseguem atrair investimentos e a atenção internacional, são criticadas por não apresentarem alternativas e soluções para os cenários de gentrificação e segregação do espaço urbano com que os projetos criaram, assim como é o caso de Masdar City e Msheireb (RIZZO, 2016).

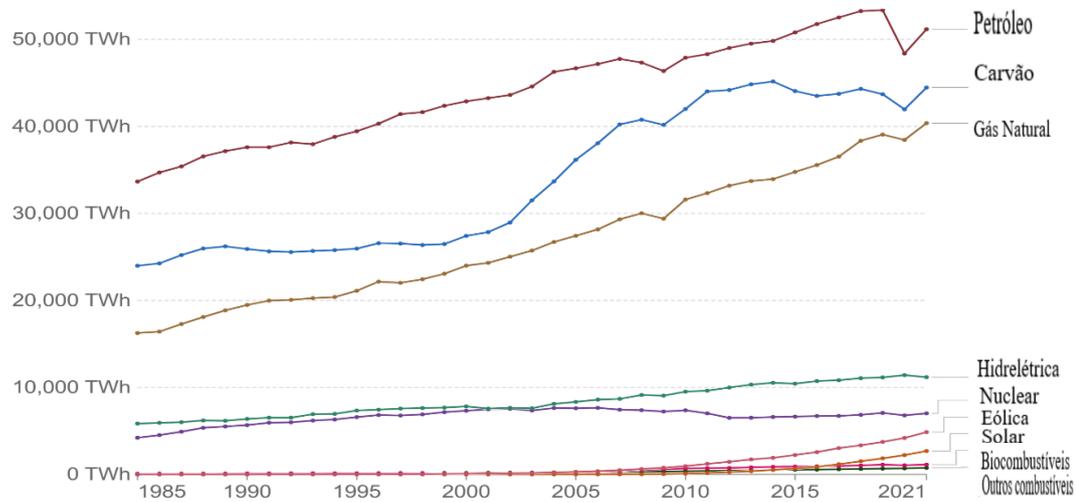
3.2 A matriz energética mundial e a transição energética em curso

Utilizando dados disponíveis no BP Energy Outlook (2022), observa-se que atualmente a divisão da matriz de geração elétrica mundial encontra-se com aproximadamente 36% do total advêm do uso do carvão, 22,90% advêm do gás natural, 15% de energia hidrelétrica, 9,84% de energia nuclear, 6,54% de eólica, 3,63% de energia solar, 2,68% de outras fontes renováveis (energia térmica, ondomotriz, biomassa etc.) e 2,53% do uso do petróleo.

Relativo ao consumo total energético, isto é, incluindo outros usos além da produção direta de energia elétrica, chega-se à seguinte divisão: 31,26% advêm do uso do petróleo, 27,17% do uso do carvão, 24,66% do gás natural, 6,83% de energia hidrelétrica, 4,30% de energia nuclear, 2,98% de energia eólica, 1,65% de energia solar, 1,17% de outras fontes renováveis e biocombustíveis.

Utilizando dados relativos ao ano de 1985, a divisão encontrada é: 37,93% da produção energética derivava do uso do carvão, 20,03% de energia hidrelétrica, 15,07% de energia nuclear, 14,43% do uso do gás natural, 11,22% do uso do petróleo e aproximadamente 0,82% de outras energias renováveis. Relativamente ao consumo energético total, tivemos a seguinte situação em 1985: aproximadamente 40% advieram de uso do petróleo, 28,50% do uso do carvão, 19,33% do uso do gás natural, 5,05% da energia nuclear, 6,96% da energia hidrelétrica e aproximadamente 0,2% de outras energias renováveis. A Figura 1, abaixo, apresenta a magnitude do consumo primário energético mundial em Terawatt-hora dividido entre as diferentes fontes energéticas entre os anos de 1985 e 2021.

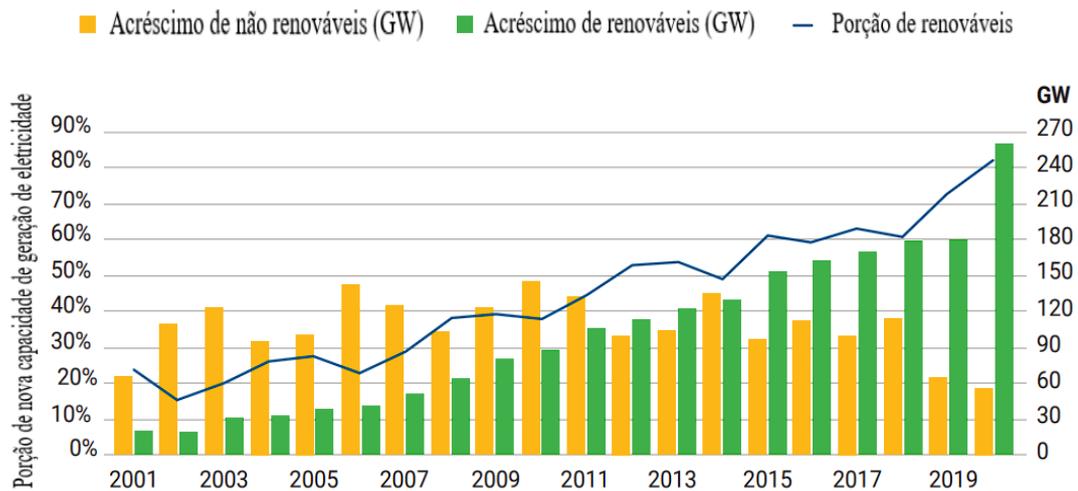
Figura 1 – Consumo mundial de energia primária por fonte em Terawatt-hora (1985-2021).



Fonte: Elaborado por Our World in Data (2022) com dados de British Petroleum (2021), tradução nossa.

Fazendo uma comparação entre a matriz energética de 1985 e a de 2021, é possível perceber que houve aumento na proporção do uso de energias de baixo carbono, isto é, das matrizes nuclear, hidrelétrica, solar, eólica entre outras. Os esforços em prol de uma mais diversa e sustentável matriz energética, especialmente a partir do final do século XX, juntamente com os avanços tecnológicos e maior acessibilidade de matrizes energéticas mais sustentáveis, têm posto em marcha um processo lento e gradual de mudanças na matriz energética mundial (PÉREZ-ARRIAGA; KNITTEL, 2016). Em 2020, do montante total adicionado no mix de energia global, 82% foram caracterizados por energias renováveis, enquanto em 2019 esse montante correspondeu por 73% (IRENA, 2021). Essa tendência é percebida desde 2014 e 2015, em que a queda de preços dos hidrocarbonetos incentivou uma diminuição de investimentos em fontes de energia fósseis (IEA, 2022). A Figura 2, abaixo, apresenta a divisão entre fontes de energia renováveis e não renováveis da capacidade de geração de eletricidade que foi adicionada ao mix de energia global anualmente entre os anos de 2001 e 2020.

Figura 2 – Divisão de nova capacidade de geração de eletricidade entre renováveis e não renováveis.



Fonte: Elaborado por United Nations (2021) com dados de IRENA (2021), tradução nossa.

Além disso, importantes tecnologias se estabeleceram para complementar uma maior participação de fontes energéticas mundiais renováveis a fim de diminuir os níveis de emissão de CO₂, tais como as relacionadas à Captura e Armazenamento de Carbono, ou então *Carbon Capture and Storage* (CCS). Existem diversas tecnologias e formas distintas de se capturar CO₂ que variam de acordo com a fonte da qual se almeja capturar o carbono, tais como as técnicas de absorção¹⁸, adsorção¹⁹ e separação por membrana²⁰, que podem ser colocadas estrategicamente em grandes usinas e indústrias, agindo diretamente na fonte emissora (AL-MAMOORI et al, 2017). Com a captura de carbono que seria emitido ou já se encontra na atmosfera, uma das maneiras possíveis de garantir o seu armazenamento é através de sua injeção por sondas e tubulações em um “reservatório geológico subterrâneo profundo

¹⁸ A captura de CO₂ com base em absorção é um dos métodos mais estabelecidos globalmente. A técnica baseia-se no uso de aminas, que são compostos orgânicos que possuem o nitrogênio em sua composição. São utilizadas aminas que possuem a capacidade de absorver o CO₂ após entrar em contato com gases advindos de um processo de combustão. O CO₂ é posteriormente removido das aminas através de aquecimento. (AL-MAMOORI et al, 2017).

¹⁹ A técnica baseia-se no uso de um adsorvato, um material sólido poroso como o carvão ativado, que possuem a capacidade de aderir moléculas de CO₂ por meio de processo químico ou físico através do controle de temperatura e pressão.

²⁰ Através de aplicação tecnológica específica, membranas fabricadas em polímeros ou cerâmica são utilizadas na captura de CO₂ devido à sua seletividade, filtrando o gás após processo de combustão que é rico em CO₂, e liberando no ambiente o restante (AL-MAMOORI et al, 2017).

de rocha porosa, recoberto por uma camada impermeável de rochas, que sela o reservatório e evita o vazamento de CO₂ para a atmosfera” (DELGADO, 2022). Há também a possibilidade da reutilização do CO₂ capturado, convertendo o carbono em um produto que sirva de matéria prima para algum processo industrial ou químico, como por exemplo o metanol, o carbonato de sódio e componentes de fertilizantes, auxiliando na diminuição dos níveis de emissões dos GEE e mitigando o incremento da temperatura média global em decorrência da intensificação do efeito estufa, mesmo que ocorra um aumento de demanda por combustíveis fósseis (HERZOG, GOLOMB, 2004).

Outro importante processo dentro do CCS de se diminuir os níveis de CO₂ emitidos está na Recuperação Aprimorada de Petróleo, ou *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Configurando-se como um mecanismo de captura e armazenagem de carbono, o EOR consiste na injeção de CO₂ em reservatórios de petróleo depletados, isto é, reservatórios em que a viabilidade de extração é baixa. Com a injeção, contudo, torna-se possível extrair uma quantidade maior de petróleo na medida em que a tensão superficial do hidrocarboneto e sua viscosidade são diminuídas e sua permeabilidade aumentada. Assim, o EOR possibilita com que a maior parte do CO₂ injetado permaneça preso e não retorne à superfície, e ainda facilita a extração do petróleo em determinado reservatório (DELGADO, 2022).

Através de dados coletados pelo Global CCS Institute e compilados no Global Status of CCS (2022), percebe-se que a capacidade mundial de captura de CO₂ de instalações operacionais de CCS sai de 13,27 milhões de toneladas por ano (Mtpa) de CO₂ em 2010 para cerca de 42,58 Mtpa de CO₂ no final de 2022. Além disso, se somada a capacidade operacional de captura de CO₂ mundial com o total de projetos em fase de desenvolvimento e em estágio de construção até setembro de 2022, chega-se ao montante total aproximado de 244 Mtpa de CO₂.

Importantes mecanismos internacionais compensatórios foram criados também com o intuito de controlar os níveis de emissões de GEE, tais como os mercados de carbono e impostos sobre emissões. Com o seu conceito base advindo em grande parte do Protocolo de Kyoto²¹, os mercados de carbono operam à nível regional, nacional ou internacional através

²¹ O Protocolo de Kyoto foi firmado em 1997 durante a III Conferência das Partes (COP-3). Ele consiste em um tratado com vinculação legal em que foi estabelecido o objetivo de que entre 2008 e 2012 houvesse uma redução da emissão de GEE dos países desenvolvidos (os denominados pertencentes ao Anexo I) de aproximadamente 5% em comparação com os níveis de 1990 (DE GODOY, 2009). Para auxiliar os países signatários no cumprimento de suas metas, três mecanismos de flexibilização de emissões foram criados: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que permite o investimento de países desenvolvidos em projetos de mitigação de emissões de GEE em países em desenvolvimento; a Implementação Conjunta, a qual possibilitava a

da comercialização de créditos de carbono, em que se busca compensar as disparidades no nível de emissão de GEE entre empresas através da compra ou venda desses créditos, sendo um crédito o equivalente à uma tonelada de CO₂. Empresas que tiveram um nível de emissões de GEE abaixo do limite máximo determinado através do marco regulatório do mercado para o seu setor econômico, possuirão créditos proporcionais à diferença entre esse limite máximo e o montante que ela emitiu no determinado período. Esses créditos, também reconhecidos como direitos de emissão, poderão ser vendidos a empresas que superaram o seu limite máximo definido de emissões (DELGADO, 2022). Os mercados de carbono tornaram-se ferramentas importantes no estabelecimento de transições energéticas sustentáveis e há uma tendência que seus papéis sejam cada vez maiores nesses processos. Por se tratarem de mecanismos legais e vinculantes, com a existência de marcos regulatórios esclarecendo os limites e responsabilidades de cada participante no processo, além de possuírem ferramentas transparentes de monitoramento de emissões e transações de créditos, a adoção em larga escala de mercados de carbono e impostos sobre emissões podem incentivar ações mais efetivas em seus participantes em direção à mudanças, como foi no caso dos países da União Europeia após a implementação do Emissions Trading System (ETS)²² (KEOHANE, PETSONK, HANAFI, 2015, p.84), em que os setores sob cobertura do sistema apresentaram uma redução média de emissões entre 2005 e 2021 de 35% (UNIÃO EUROPEIA, 2020).

Além dos mercados de carbono e o ETS na Europa, outras iniciativas à nível global e regional se consolidam como condutores de mudanças em torno de transição energética. Nos Estados Unidos, há o exemplo de um complexo arranjo de pacotes de concessões, créditos fiscais e empréstimos conhecido como Inflation Reduction Act (IRA)²³. Um montante de aproximadamente 400 bilhões de dólares está destinado para o segmento de combate às mudanças climáticas e segurança energética do programa, em que cerca de 275 bilhões de dólares se configuram em créditos fiscais e os 125 bilhões de dólares restantes em concessões diretas. Iniciativas e projetos que visam a diminuição do uso de combustíveis fósseis, emissões de GEE, bem como um incremento da eficiência energética e produção de energia por fontes renováveis e de baixo carbono estão credenciados a receber uma porção desse

compensação de emissões de países desenvolvidos através da participação de projetos em outros países do Anexo I; o Comércio de Emissões, sendo responsável por viabilizar a negociação de direitos de emissão entre signatários (DE GODOY, 2009).

²² Em implementação desde 2005, o ETS é o primeiro sistema internacional de precificação de emissões e cobre aproximadamente 10.000 instalações ao longo do continente europeu.

²³ O IRA passou a ter caráter de lei a partir de outubro de 2022.

montante, se houver uma correspondência com os diversos critérios estabelecidos para cada situação individual. Por exemplo, instalações de CCS no país podem receber em créditos fiscais uma quantia de até 85 dólares a cada tonelada de CO₂ armazenado nos primeiros 10 anos de atividade; projetos de produção de energia fotovoltaica e solar podem receber em créditos fiscais entre 5 e 27 dólares por megawatt-hora produzido nos mesmos 10 anos; possibilita que civis tenham acesso à créditos de até USD 7.500,00 para adquirir veículos elétricos ou movidos a hidrogênio (BISTLINE, MEHROTRA, WOLFRAM, 2023).

No geral, estima-se que os incentivos fiscais e concessões financeiras propostos no IRA favoreçam um aumento da participação de fontes de produção energética renováveis e de baixo carbono no país, aumente a eficiência energética geral e assim possibilite uma redução nas emissões de GEE até 2030 entre 32% e 42% abaixo dos níveis presentes em 2005, ao passo que em um cenário de inexistência do IRA configurar-se-ia uma redução nos níveis de emissões entre 24% e 35% (LARSEN et al, 2022).

Contudo, a transição em prol de fontes energéticas mais sustentáveis ainda se encontra em estado de incipiência e caminha em velocidade abaixo da necessária à nível global para se alcançar os objetivos estabelecidos no Acordo de Paris (UNITED NATIONS, 2021). O Acordo de Paris ocorreu em 2015 durante a 21^a Conferência das Partes (COP-21) e teve importantes desenvolvimentos no estabelecimento de metas individuais, as chamadas Contribuições Nacionalmente Determinadas, *Nationally Determined Contributions* (NDC) e globais acerca da redução de emissões de GEE e combate às mudanças climáticas. Houve o compromisso de governos de 196 países em estabelecer medidas com o intuito de manter o aumento da temperatura média global em 2°C acima de níveis pré-industriais²⁴ até o ano de 2050 e 1,5°C até o ano de 2100.

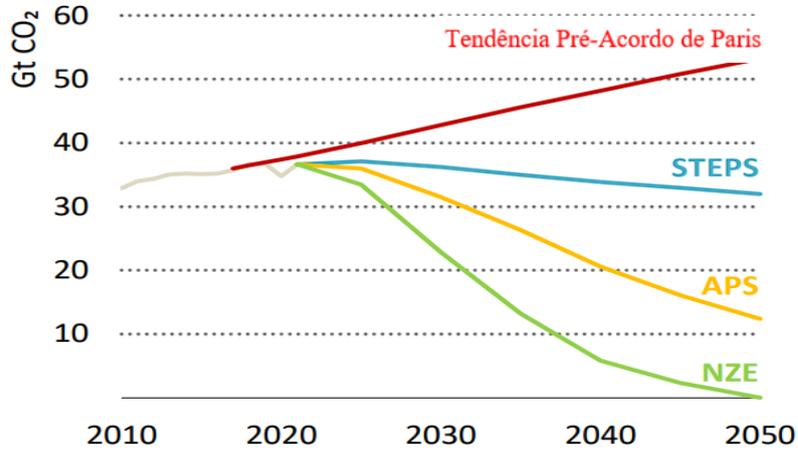
Para se alcançar a objetivada marca de um aumento de 2°C até 2050, estima-se que será necessária uma redução entre 25% e 30% das emissões globais de GEE dos níveis atuais até 2030; já para se alcançar um aumento de apenas 1,5°C, as reduções deverão ser na faixa de 50%. Esse cenário se caracterizaria pela redução dos atuais aproximados 40 gigatoneladas (Gt) de CO₂ para cerca de 23 Gt em 2030. (UNITED NATIONS, 2021, p.125). Além disso, a capacidade instalada de geração de fontes de energia renováveis até 2030 deveria chegar em 8000 GW, estando hoje aproximadamente na casa dos 2800 GW (IRENA, 2021).

²⁴ Correspondem aos níveis presentes entre os anos 1860 e 1880.

Levando-se em conta o Acordo de Paris como ponto de partida, o World Energy Outlook (2022), elaborado pela IEA, traça três possíveis cenários distintos para realizar previsões acerca dos níveis até 2050 de emissão de CO₂ e até 2100 acerca do aumento da temperatura média global. O primeiro diz respeito ao cenário de Emissões Neutras de CO₂²⁵ em 2050, *Net Zero Emissions by 2050* (NZE), o qual leva em conta a adoção global de todas as medidas e políticas que serão necessárias para se alcançar em 2050 um cenário de emissões neutras e assim estabilizar o aumento da temperatura global em 1,5°C. O segundo diz respeito ao Cenário de Promessas Anunciadas, *Announced Pledges Scenario* (APS), que leva em conta o cumprimento em tempo hábil de todos os compromissos anunciados e firmados por governos relativos ao clima. O terceiro é o Cenário de Políticas Declaradas, *Stated Policies Scenario* (STEPS), o qual considera apenas aquilo que os países estão de fato realizando acerca do clima, isto é, aquelas políticas e infraestruturas que já estão pelo menos em fase de implementação avançada, não levando em conta aquilo que os governos anunciam ou prometem cumprir no futuro. O último cenário considerado leva em conta apenas as políticas, comprometeros e tendências presentes até anteriormente o estabelecimento do Acordo de Paris, no final de 2015. A Figura 3, abaixo, leva em conta os diferentes cenários propostos pelo World Energy Outlook para demonstrar os resultados previstos para os níveis de emissão de CO₂ anuais até o ano de 2050 de acordo com cada cenário distinto.

²⁵ O cenário de emissões neutras refere-se à situação em que a quantidade emitida na atmosfera de CO₂ equivale-se a quantidade que é retirada das mais diversas formas.

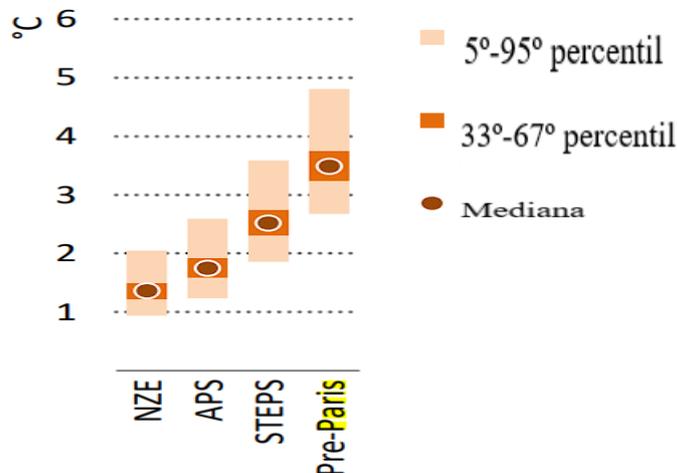
Figura 3: Progressão dos níveis de emissões de CO₂ em gigatoneladas até 2050 de acordo com os cenários propostos no World Energy Outlook (2022).



Fonte: International Energy Agency (2022), tradução nossa.

A Figura 4, abaixo, demonstra os resultados previstos para o aumento da temperatura média global até o ano de 2100 de acordo com os diferentes cenários considerados no World Energy Outlook (2022). A forma utilizada para indicar a distância entre o maior e menor aumento de temperatura previsto para cada cenário distinto está no uso de percentis, os quais agrupam e distribuem os dados da amostra com base em uma divisão de cem partes, sendo o valor mais comumente encontrado na amostra representado pela mediana.

Figura 4 – Aumento de temperatura média global até 2100 de acordo com diferentes cenários de políticas adotadas propostos no World Energy Outlook (2022).



Fonte: International Energy Agency (2022), tradução nossa.

Os resultados das previsões demonstram uma grande discrepância entre cada um dos cenários levantados, em que o aumento da temperatura média global em 2100 poderá ser de até aproximadamente 2 °C maior que os almejados 1,5°C no cenário de Emissões Neutras se o cenário STEPS for considerado, e até 3,5°C caso as tendências das ações e comprometimentos propostos antes do Acordo de Paris se mantivessem até o final do século. No caso do nível de emissões de CO₂, poderá se chegar à casa dos 33 Gt anuais em 2050, o que configura uma redução muito pequena em relação aos níveis atuais de emissões, que estão aproximadamente em 40 Gt, se o cenário STEPS perdurar. Nesse sentido, os resultados dos cenários STEPS e APS, que configuram os cenários que melhor representam os resultados possíveis de serem alcançados com as atuais ações e políticas apresentadas globalmente, evidenciam a necessidade de se avançar mais rapidamente à nível global na implementação de ações e projetos de combate às mudanças climáticas.

4 ESTUDO DE CASO SOBRE A ARÁBIA SAUDITA

O presente capítulo levanta as principais características acerca das políticas e ações ambicionadas pelo governo da Arábia Saudita com relação à sustentação de uma transição energética e diminuição das emissões de GEE. O estudo de caso busca enumerar quais medidas efetivas já foram postas em prática e quais os objetivos que a monarquia saudita espera conquistar no futuro próximo com suas implementações. Além disso, o capítulo aborda a estreita relação do país desde a sua fundação com o mercado de hidrocarbonetos e sua marcante atuação dentro da OPEP.

4.1 História

A Arábia Saudita possui uma relação de estreita conexão com o setor de combustíveis fósseis desde sua fundação em 1932, quando consolida-se a figura da família Al Saud como legítimos governantes do território. Em pouco tempo o país consegue transformar sua posição de relevância regional, de um local desértico anteriormente disputado por tribos rivais, até o fortalecimento da família Al Saud na figura de Abdulaziz Ibn Saud, que põe início às políticas de uso do petróleo como uma ferramenta de inserção global. Nesse processo inicial de consolidação, é posta em prática uma estratégica aproximação com o Ocidente, notadamente com a Grã-Bretanha e Estados Unidos, como fornecedores de tecnologias especializadas na exploração e produção de petróleo e agentes legitimadores internacionais da recém estabelecida monarquia (GHADERI, 2013, p. 06). Essa aproximação ajuda o país a obter as condições materiais para garantir seu próprio desenvolvimento e assim atrair investimentos externos, como foi o caso da primeira compra de concessão de exploração em 1933 pela empresa estadunidense Standard Oil California, empresa antecessora do consórcio Arabian American Oil Company (Aramco), que viria a ser nacionalizado em 1980 sob a denominação de Saudi Aramco. O país teve suas primeiras grandes reservas petrolíferas em atividade comercial em 1938, com as exportações desse hidrocarboneto já se iniciando um ano depois (TLILI, 2015).

Com o passar dos anos, os ganhos financeiros obtidos com o petróleo crescem de forma exponencial para o país, configurando o petróleo já nos anos 1950 como responsável por aproximadamente 85% da arrecadação governamental. Os anos 1960 representam uma década de consolidação do país no cenário global, iniciando a década como um dos

fundadores da OPEP e passando por importantes reformas econômicas internas, que visavam a austeridade e modernização (MAXIR, 2015, p.60). Os ganhos financeiros na década advindos da exploração e exportação do petróleo possibilitaram investimentos massivos em infraestrutura e o surgimento de uma indústria de construção civil competitiva. Inicia-se nesse momento uma tentativa de processo de diversificação econômica financiado pelos ganhos do petróleo, que se seguirá até os anos 1970, no contexto das crises e choques do petróleo. (MAXIR, 2015).

Os anos 1980 caracterizaram-se por insatisfações saudita em relação à aplicação do sistema de cotas dentro da OPEP, que no intuito de manter o nível de preços de petróleo relativamente alto em um cenário de baixa demanda, limitava as cotas de produção individuais cada vez mais. Por volta da metade da década, a maioria dos países membros já não estavam seguindo suas cotas delimitadas, aumentando a produção de forma unilateral. Diante disso, a Arábia Saudita também aumenta sua produção de forma vertiginosa no início de uma guerra de preços, no que configurou o chamado Contrachoque do Petróleo de 1986 (DELGADO; MEDEIROS; NUNES, 2020; PERTUSIER, 2004).

A partir dos anos 1990 o debate acerca do combate às mudanças climáticas e perigos relacionados ao uso de combustíveis fósseis se consolida de forma institucional internacionalmente. Nesse contexto, a Arábia Saudita apresenta desdém em relação aos acordos e agendas de proteção climática que se tornavam mais robustos na década em uma tentativa de salvaguardar seus interesses como grande produtor e exportador de combustíveis fósseis, havendo progresso algum na temática internamente e nas políticas externas da monarquia (DEPLEDGE, 2008).

4.1.1 O cenário energético atual e as motivações para se buscar mudanças

A Arábia Saudita atualmente detém a segunda maior reserva de petróleo no mundo com aproximadamente 17,8% das reservas, é o terceiro principal país exportador de petróleo no mundo com aproximadamente 7,7 milhões de barris diários (aproximadamente 55% do total exportado pelo oriente médio e 11,5% mundial) e terminou 2021 como o segundo maior produtor com aproximadamente 11 milhões de barris produzidos diariamente (IEA, 2021; BRITISH PETROLEUM, 2022). O país conta com aproximadamente 60% de seu orçamento derivado diretamente do petróleo. É o oitavo maior produtor de gás natural mundial, com aproximadamente 118 milhões de pés cúbicos. O país consome cerca de 3 milhões de barris

de petróleo por dia, sendo um dos maiores consumidores per capita de petróleo anualmente (BRITISH PETROLEUM, 2022).

Em 2021, o país ocupava a 14ª posição mundial em consumo de energia per capita, consumindo cerca de 84 kWh, configurando um aumento de aproximadamente 26 kWh (45%) entre 1990 e 2021. A produção de energia elétrica no país é predominantemente proveniente de matrizes fósseis, estando ela dividida entre 60,55% de gás natural, 39,22% do petróleo e apenas 0,23% de energia solar. Esse arranjo de matrizes energéticas se comparado ao início dos anos 1990, que na ocasião consistia em 50,99% de gás natural e 49,01% de petróleo, demonstra que se seguiu uma tendência global há um maior favorecimento da utilização do gás natural como fonte de geração elétrica, já que é uma fonte energética menos intensiva em carbono que o petróleo e o carvão (SILVA, 2018, p.59). O surgimento da matriz solar no balanço energético total com maior destaque a partir do início da década de 2020 e sua pequena magnitude refletem o grau de incipiência em que o país se encontra no uso e prospecção de fontes de energia diversificadas. Essa dependência de combustíveis fósseis torna-se mais evidente ainda se incluirmos na análise o consumo total de fontes de energia, isto é, incluindo outros usos além da produção direta de energia elétrica, o que configurou 99,93% de combustíveis fósseis em 2021 (BRITISH PETROLEUM, 2022).

De acordo com o Energy Transition Index elaborado pelo Fórum Econômico Mundial (2021), uma ferramenta de análise do estágio de implementação e desenvolvimento de medidas que visam uma transição energética em prol de fontes renováveis e sustentáveis, a Arábia Saudita apresentou-se na posição 81ª no ranking de 115 países em 2021, enquanto dois anos antes estava na 98ª colocação.

Uma série de razões e eventos nos últimos anos contribuíram para consolidar a percepção no governo saudita da necessidade de se alterar a realidade de dependência completa dos combustíveis fósseis e pôr em prática ações destinadas ao estabelecimento de uma transição energética que consigam alavancar a produção de energia renovável no país, incentivar maior eficiência energética e diminuir os níveis de emissão de GEE. A queda de preços do petróleo entre 2014 e 2015 foi um evento particularmente decisivo, em que a partir dele, a continuação de queda da demanda por petróleo e queda de preços pareceu tornar-se um cenário futuro inevitável. Diante da constatação da inevitabilidade da diminuição dos lucros com o petróleo em um futuro não muito distante, uma nova postura da monarquia saudita em relação às energias renováveis e transição energética passa a tomar forma (HENDLER, 2021).

Uma maior diversidade de fontes geradoras de energia elétrica, especialmente um

crescimento na proporção de uso de fontes renováveis, tornou-se importante como forma de se proteger dos inevitáveis choques e flutuações de preços internacionais do petróleo e gás natural, assim como fortalecer seu cenário de segurança energética. É previsto que a demanda por energia elétrica no país cresça em média de 8% a 10% ao ano até o pico de 120 Gigawatt em 2032, fortemente influenciada por um aumento populacional²⁶, maior industrialização e demanda por dessalinização (SALAM, KHAN, 2018, p.6). Estima-se que se não houver um incremento de mais fontes e capacidade de produção energética no país, mais da metade do montante de combustíveis fósseis destinado à exportação terá que ser direcionado para satisfazer a demanda interna até 2030 (AL-SAIDI, 2022). Sabendo que o consumo diário atual de petróleo no país é de aproximadamente 3 milhões de barris, as exportações na casa de 7,7 milhões de barris e a produção diária é de aproximadamente 11 milhões de barris, nota-se que há pouco excedente disponível para utilizar em caso de oscilações de demanda (IEA, 2022).

Assim, há uma preocupação de não somente satisfazer a demanda interna por energia, mas também garantir os atrativos lucros dos combustíveis fósseis com as exportações, especialmente para a Ásia. O continente asiático tornou-se importante destino das exportações sauditas nos últimos anos, especialmente a China. Em 2020, a Arábia Saudita exportou cerca de 77% das suas exportações de petróleo bruto totais para a Ásia, sendo a China responsável por 26% dessas exportações (IEA, 2022). A China configurou-se como um dos países no mundo durante a última década com a maior média de crescimento anual de importação de petróleo, apresentando um crescimento médio de 7,3% ao ano entre 2011 e 2021, enquanto a média global apresentou um crescimento de 1,8% nas movimentações comerciais do combustível fóssil no mesmo período (BRITISH PETROLEUM, 2022). Além disso, o crescimento econômico previsto para os próximos anos guiado pelo fim da política Covid-Zero irá aumentar a demanda energética e por petróleo, haja vista a relação de que para cada 1% de acréscimo médio no PIB do país, houve um acréscimo aproximado de 1,56% em consumo de petróleo (WANG et al, 2022).

Mesmo com uma tendência a haver nos próximos anos uma desaceleração da demanda por petróleo mundial, as projeções de crescimento econômico asiático no curto e médio prazo configuram um cenário de migração geográfica da demanda por petróleo do Ocidente para o Oriente (SILVA, 2018 p.81), muito favorável e lucrativo para a exportação de

²⁶ Estima-se que a população saudita possa chegar em até 70 milhões de habitantes até 2050 (TLILI, 2014). Atualmente, a população saudita é de aproximadamente 35 milhões de habitantes.

hidrocarbonetos saudita até o final da década, momento em que se prevê o atingimento de um pico de demanda por petróleo na China, chegando aproximadamente em 17 milhões de barris por dia (IEA, 2021, p.70). Alia-se a isso uma aproximação em diversas temáticas entre China e Arábia Saudita nos últimos anos, culminando em acordos e desenvolvimentos tanto em áreas de economia e política. Recentemente, houve um acordo de compra de 10% da empresa chinesa Rongsheng Petrochemical por parte da Arábia Saudita por cerca de USD 3,6 bilhões, que culminará no fornecimento de aproximadamente 480 mil barris de petróleo suadita por dia à empresa (EBRAHIM, 2023). Na área política, a China foi importante mediador em acordo envolvendo Irã e Arábia Saudita para o reestabelecimento de relações diplomáticas após 7 anos, quando a embaixada saudita em Teerã foi invadida por manifestantes iranianos.

Assim, um dos motivos pelos quais a monarquia saudita deseja aumentar a quantidade de fontes de geração de energia sustentáveis está na necessidade de que o país consiga satisfazer a maior parte da crescente demanda interna por energia através das novas fontes renováveis e de uma provável maior participação de gás natural, que deve atingir um pico de produção anual pela Saudi Aramco de aproximadamente 238 bilhões de metros cúbicos até 2030, e assim possibilite que reduza suas emissões de GEE, mesmo que aumente sua produção de petróleo visando as exportações (AL-SAIDI, 2022, p.314). Assim, será possível deixar de alocar petróleo para usar internamente e utilizá-lo para suprir a demanda externa por combustíveis não renováveis através de contratos de exportação, e ainda assim reduzir o seu nível de emissões de GEE para alcançar as metas estabelecidas de geração de energia limpa e desenvolvimento sustentável, tais como as estabelecidas no Acordo de Paris (SHEHRI et al, 2023).

Outra motivação saudita de buscar aumentar a influência na produção energética interna das matrizes renováveis de geração de energia também reside na existência de um potencial de produção muito grande ainda inexplorado, que poderá gerar retornos econômicos no futuro. As grandes áreas desérticas com depósitos de sílica propícios para o uso na construção de placas fotovoltaicas, aliadas as aproximadas 3000 horas de exposição solar anuais, tornam o país um cenário promissor na exploração de energias fotovoltaicas, especialmente em junção com usinas de dessalinização de água marinha, muito importantes ao país (TLILI, 2015, p. 870). Outro grande potencial inexplorado está na produção de energia eólica. O país possui uma região costeira não habitada grande, com as regiões próximas ao Golfo Pérsico e a cidade de Dharan configurando os melhores potenciais de geração eólica, com ventos de velocidades entre 16 e 22 quilômetros por hora (TLILI, 2015).

O fato de serem fontes de produção energética fortemente intermitentes, aliado aos reduzidos custos de produção energética por combustíveis fósseis, por anos inviabilizou um desenvolvimento contundente no país dessas matrizes. Contudo, com o LCOE dessas fontes renováveis diminuindo a cada ano (KOST et al, 2021), e o desenvolvimento de tecnologias para uso em baterias de sistemas off grid²⁷ sendo aprimorados, há uma nova perspectiva para o futuro dessas fontes, principalmente se considerado o potencial de instalação mais amplo em residências nos próximos anos (SALAM, KHAN, 2018).

A monarquia saudita, que se comprometeu em tornar o país neutro em emissões até o ano de 2060, ratificou o Acordo de Paris em 2016 e com isso submeteu à UNFCCC a sua Contribuição Nacionalmente Determinada, a qual inicialmente previa uma redução anual da emissão de Gases do Efeito Estufa equivalente a 130 milhões de toneladas de CO₂ até 2030. Contudo, em 2021 houve uma atualização dos termos propostos pela monarquia, que passaria a contribuir com 278 milhões de toneladas de CO₂ até 2030. O país é atualmente o 7º maior emissor de CO₂ mundial com 672 milhões de toneladas anuais, apresentando uma variação de 222% se comparado com os níveis em 1990 (BRITISH PETROLEUM, 2022). Além disso, é o 8º maior emissor per capita de CO₂, com aproximadamente 19 toneladas anuais.

Há cada vez mais consolidada também a visão de que é preciso distanciar-se da associação da imagem da monarquia ao petróleo. Com a associação ao petróleo, criou-se socialmente um conjunto de identidades sobre a monarquia que atualmente são consideradas desinteressantes aos objetivos sauditas para o futuro pois referem-se a características presentes no passado do país, isto é, de um país que desrespeita os direitos humanos, o direito internacional, não se interessa pela causa de combate às mudanças climáticas e é autoritário e unilateral nas ações internacionais (AL-SAIDI, 2020; HENDLER; PORTA, 2021). Segundo WENDT (1999), atores agem no sistema de acordo com a percepção que possuem sobre as identidades atribuídas aos outros, as quais são socialmente construídas. Ao buscar a dissociação com a identidade de grande país exportador de combustíveis fósseis e política e culturalmente anacrônico, a monarquia saudita busca sinalizar mudanças ao sistema internacional e distanciar-se do seu passado, quando possuía uma identidade considerada hostil à maioria dos atores internacionais.

Portanto, o interesse saudita de projetar internacionalmente uma nova identidade, de

²⁷ Os sistemas off grid se caracterizam por não estarem conectados à rede distribuidora de energia elétrica. Assim, o próprio sistema gera e converte a energia que consome, com a energia produzida também podendo ser armazenada em baterias

país e sociedade moderna, tecnológica e cosmopolita, utilizando para isso o contexto de transformações internas na produção energética de energias renováveis e combate às mudanças climáticas, advêm da leitura da monarquia saudita de que essa nova identidade lhe trará ganhos políticos e econômicos, na medida em que é uma identidade mais compatível com as identidades dos grandes atores e instituições do sistema internacional capitalista atual (AL-SAIDI, 2020).

4.2 O Saudi Vision 2030 e a Green Initiative

É a partir de 2014 como consequência de uma forte queda no preço do barril de petróleo internacionalmente²⁸ e da consolidação do gás de xisto²⁹, ou *shale gas* em inglês, estadunidense no mercado internacional (MAXIR, 2015; HENDLER, 2021), medidas e planos nacionais mais robustos visando fomentar investimentos em novas fontes de produção de energia começam a se tornar públicos, principalmente após a ascensão do príncipe Mohammad bin Salman à liderança da monarquia saudita em 2017 (HENDLER, 2021). No momento da ascensão do então príncipe herdeiro, havia uma grande expectativa internacionalmente por mudanças no país, sustentadas nos discursos do saudita e representantes da monarquia, em que mudanças econômicas, sociais, culturais e políticas iriam tomar forma nos próximos anos para que o país vivenciasse os “sonhos diferentes das novas gerações para um futuro com menos carbono” (WALDMAN, 2016).

Nesse contexto, em 2016 é anunciado o Saudi Vision 2030, um amplo plano nacional estratégico para diminuir a dependência saudita aos combustíveis fósseis, diversificar sua economia, atrair investimentos estrangeiros, além de projetar o cenário de mudanças culturais, sociais, econômicas e ambientais do país internacionalmente. Contido no escopo do Saudi Vision 2030 está o chamado “Saudi Green Initiative” (SGI), a vertente do plano direcionada às mudanças de matrizes energéticas do país e combate às mudanças climáticas. Inicialmente o plano previa investimentos na casa dos 700 bilhões de rial (aproximadamente USD 200 bilhões) em diversos projetos de geração de energia de fontes renováveis distintas,

²⁸ Segundo dados da OPEP (2016), o preço do barril de petróleo no mercado internacional saiu de aproximadamente USD 100 em 2014 para ficar abaixo da casa dos USD50 um ano depois.

²⁹ O gás e petróleo de xisto advêm da extração de óleo e gás natural de superfícies de baixa porosidade, como arenitos e folhetos através de perfuração horizontal ou fraturamento hidráulico. Sua exploração tornou-se economicamente viável somente a partir do início da década de 10, fruto de importantes progressos nas técnicas de extração (NOVAIS, 2017).

com usinas de produção de energia solar, eólica, e até mesmo com base em hidrogênio limpo (KINGDOM OF SAUDI ARABIA, 2017). O objetivo almejado com tamanho investimento seria que a soma da geração elétrica dessas fontes energéticas renováveis resultaria em aproximadamente 9,5 Gigawatts até o final de 2023 e aproximadamente 60 Gigawatts até 2032, cerca de 30% de sua geração energética (CESI, 2019). O plano leva em conta a existência de um grande potencial inexplorado de geração de energias renováveis no país, principalmente energia eólica e fotovoltaica, que por gerações foi negligenciado diante da abundância de combustíveis fósseis no país (SALAM, KHAN, 2018), além de modernizar pontos de geração elétricas já existentes rumo à uma maior eficiência na produção.

O Saudi Vision já conta com alguns projetos de destaque inaugurados, como é o caso o parque eólico de Dumat al Jandal e de energia fotovoltaica Sakaka Solar, que juntos somam 700MW de capacidade instalada. Há também a estação de dessalinização ALKhafji que opera totalmente com base em energia fotovoltaica, com capacidade de geração de 15MW, sendo uma das maiores plantas de dessalinização no mundo (AL-SAIDI, 2022, p.316). Em 2016, aproximadamente 10% do consumo primário de energia era destinado para as atividades de dessalinização no país (CESI, 2019, p.21). A Arábia Saudita almeja aprimorar esse setor muito intensivo no uso de energia que fornece aproximadamente 70% da água potável no país utilizando a técnica de osmose reversa, que possibilita uma maior eficiência na produção e uma redução no consumo de energia em até 30% (SHEHRI et al, 2022).

A monarquia busca tornar o país referência mundial no uso de hidrogênio limpo, especialmente o azul, o qual é obtido após processo de captura e armazenamento de carbono advindo da queima de combustíveis fósseis (AL-SAIDI, 2022). Nos últimos anos houve avanços importantes, como um acordo de cooperação com a Alemanha de 2021 firmado através de Memorandum of Understanding visando desenvolver tecnologias para o segmento no país, além de já haver direcionado um fornecimento de 40 toneladas de amônia azul para o Japão em um projeto piloto de produção energética (SHEHRI et al, 2022). Nesse sentido, ocorreu a aprovação em 2020 de projeto de 5 bilhões de dólares da construção de uma usina de produção de hidrogênio limpo até 2026, na qual espera-se produzir 650 toneladas de hidrogênio por ano (IEA, 2022).

Há por objetivo de o país dar uma grande ênfase na atuação do fundo soberano saudita no Saudi Vision 2030, o chamado Fundo de Investimentos Público³⁰. A monarquia saudita ambiciona tornar o fundo no maior exemplar de fundo soberano do mundo diversificando suas linhas de investimento e atuação (KINGDOM OF SAUDI ARABIA, 2017, p.82), seguindo o caso do fundo soberano norueguês Government Pension Fund (SILVA, 2018, p.61). Com isso, há uma expectativa por parte da monarquia que o fundo saia do montante atual aproximado de USD 700 bilhões e passe para um montante administrado de aproximadamente USD 1 trilhão até o final da década, para que continue sendo importante fonte de sustentação da transição energética no país. Nesse sentido, a gigante petrolífera Saudi Aramco possui importante participação, na medida em que o fundo duplicou sua participação na empresa de 4% para 8% recentemente.

Além de focar na construção de usinas de geração de energia limpa, o plano Saudi Vision 2030 apresenta massivos investimentos em projetos de reflorestamento e planejamento urbano. Na vertente de reflorestamento, há um planejamento de plantar 10 bilhões de árvores por toda a extensão do país como forma de recuperar áreas degradadas e auxiliar na absorção de CO₂. Na esfera de planejamento urbano, há o projeto de USD 500 bilhões sustentado pelo Fundo de Investimentos Público chamado “Neom” o qual têm por premissa possibilitar a vivência urbana dentro de uma ótica de baixo carbono, visando um cenário futuro de emissões neutras. O principal expoente desse segmento é o caso da cidade idealizada em uma única longa linha horizontal “The Line”, que possibilitaria acomodar aproximadamente 9 milhões de pessoas em uma extensão linear de 170 quilômetros, em que toda a energia utilizada seria advinda de fontes renováveis e um complexo sistema de transporte subterrâneo substituiria os veículos automotores tradicionais.

4.2.1 A Economia Circular do Carbono

Aliado aos projetos e investimentos contidos no arcabouço do Saudi Vision 2030, foi apresentado em 2019 o conceito da “Economia Circular do Carbono”. O conceito baseia-se na ideia de que um dos grandes desafios para se alcançar as metas de desenvolvimento sustentável, proteção ambiental e geração de energia limpa rumo à um cenário de emissões

³⁰ O Fundo de Investimentos Público foi estabelecido em 1971 com a premissa de investir em projetos importantes para o desenvolvimento no país, com destaque para o setor petroquímico. Atualmente, o fundo possui uma carteira diversificada com investimentos ao redor de todo o mundo.

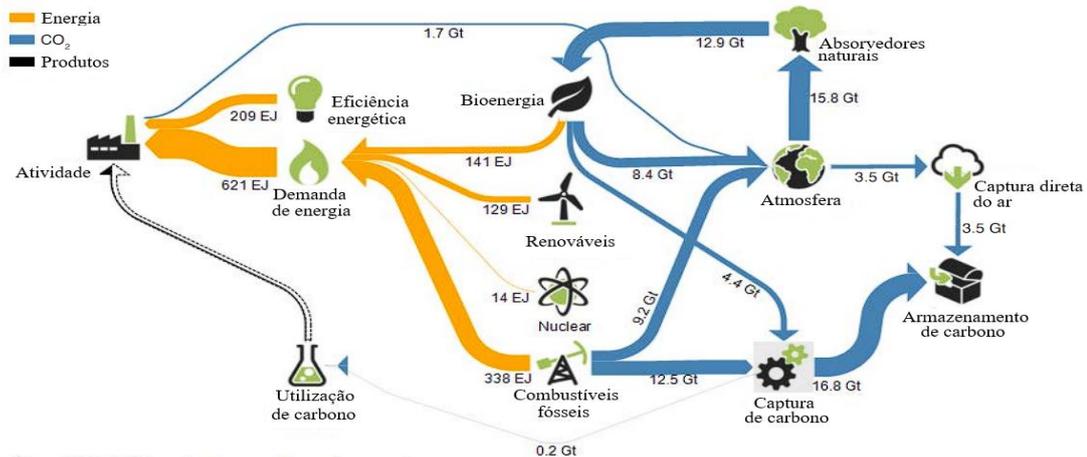
neutras até a metade do século, reside no manejo dos GEE, tendo o CO₂ maior relevância. Ele considera que o CO₂ em sua essência não configura um perigo para a existência humana, sendo ele indispensável para a existência de vida no planeta por participar nos processos de respiração dos organismos vivos, fotossíntese nas plantas e auxiliar na sustentação de temperaturas propícias à vida no planeta através do efeito estufa. Porém, o CO₂ é considerado um perigo quando está em sua forma “fugitiva”, isto é, quando ele é liberado na atmosfera após principalmente a queima de combustíveis fósseis, pois o processo de combustão propicia um aumento de sua proporção na atmosfera que como consequência intensifica o efeito estufa (SHEHRI et al, 2022, p.152). O CO₂ que está liberado na atmosfera é considerado “fugitivo” quando a capacidade geral de absorção de carbono³¹ de uma região está muito abaixo da capacidade de emitir CO₂.

A Economia Circular do Carbono tem por foco exclusivo manejar o fluxo de energia e CO₂ pela atividade econômica dentro de um sistema. O conceito é dito circular pois acredita que a melhor forma de se controlar o nível de emissões e manejar o CO₂ emitido na atmosfera está em estabelecer interligações entre uma vasta gama de opções de mitigação de emissões, as quais possibilitam com que o CO₂ emitido na atmosfera possa ser reciclado, reutilizado e reintroduzido ao mesmo ciclo econômico, evitando com que se necessite aumentar o nível de emissões e o uso de energia dentro do sistema; ou então que consiga ser removido da atmosfera e do sistema, para que assim não intensifique o efeito estufa (WILLIAMS, 2019).

A Figura 5, abaixo, demonstra como o conceito de Economia Circular do Carbono se aplica de forma simplificada, apresentando algumas dentre inúmeras conexões possíveis entre opções de mitigação de emissões de CO₂ levando em conta o fluxo de energia e CO₂ no ambiente. A energia (representado na cor laranja), flui de fontes de energia primária (bioenergia, renováveis, nuclear e combustíveis fósseis) em direção a demanda energética, que pode ser reduzida de acordo com o nível de eficiência energética relacionado à atividade em questão. O CO₂ (representado na cor azul), flui dos combustíveis fósseis e bioenergia para a captura de carbono e a atmosfera, que posteriormente poderá ser armazenado ou então ser absorvido naturalmente pelo ambiente, eventualmente retornando à parte do ciclo para compor parte da bioenergia no futuro.

³¹ Considera-se a soma da captura por cada meio capaz de capturar CO₂, como a ação de plantas, algas oceânicas e processos de CCS.

Figura 5: Representação dos fluxos de energia e CO₂ no conceito da Economia Circular do Carbono.



Fonte: Williams (2019, p. 6), tradução nossa.

A forma adotada pela monarquia de direcionar as ações e projetos em torno de aumentar as opções de mitigação de emissões de CO₂ dentro da Economia Circular do Carbono é basear-se em quatro grandes pontos, os chamados “4 R’s”: Reduzir; Reciclar; Reutilizar; Remover.

O quesito “Reduzir” refere-se à todas as opções de mitigação de emissões de CO₂ que reduzem a quantidade de CO₂ que entra no sistema. Nesse sentido, os objetivos sauditas focam na melhoria da eficiência energética, tanto no lado da demanda e da oferta, incentivando o uso de eletrodomésticos mais eficientes; o aprimoramento de planos de construção civil menos intensivos em energia; bem como uma crescente participação do gás natural e energias renováveis como fontes de geração elétrica para o consumo interno em detrimento do petróleo. Além disso, reformas de preços de energia já estabelecidas também têm por intuito diminuir a demanda interna por energia e assim reduzir as emissões de GEE de forma indireta à longo prazo (AL-SAIDI, 2022).

O quesito “Reciclar” refere-se ao ciclo natural do CO₂ em que, após ser emitido na atmosfera, eventualmente será absorvido pelos oceanos e plantas no processo de fotossíntese. Posteriormente, esse CO₂ será lançado através de processos de decomposição e combustão

novamente ao ambiente, dando continuidade ao seu ciclo. Encaixa-se nesse quesito a iniciativa do governo saudita de plantar 10 bilhões de árvores pelo país.

O segmento “Reutilizar” refere-se à ação de capturar CO₂ e então utilizá-lo como matéria prima para algum processo industrial ou químico que seja capaz de convertê-lo em outro insumo, por exemplo o metanol e o carbonato de sódio. Nesse sentido, há em atividade uma unidade de captura e reutilização de carbono na cidade de Jubail, com capacidade para capturar até 0,5 milhão de toneladas de CO₂ anualmente, aproveitando parte desse montante para transformar em fertilizantes, metanol e outros compostos que servem de matéria prima para processos industriais (WILLIAMS, 2019).

Como medidas dentro de “Remover”, destacam-se iniciativas de EOR, bem como outras práticas de armazenamento de carbono. No caso saudita, há em curso uma série de projetos capitaneados pela Saudi Aramco nesse segmento, como a instalação de captura de carbono presente na unidade de processamento de gás natural de Hawiyah, que possibilita a captura de aproximadamente 800 toneladas de CO₂ por ano. Depois de capturado, o CO₂ é comprimido e transportado via gasoduto para a estação de EOR presente nos campos de petróleo de Ghawar, a unidade de Uthmaniyah, em que o CO₂ é injetado nos campos de petróleo (AL-SAIDI, 2022, p.316).

4.2.2 A reforma de preços de energia

Outra medida posta em prática no país visando fomentar o investimento e uso de energias renováveis foi o estabelecimento de uma reforma de preços os custos de energia em 2018. Historicamente, os preços de consumo de energia na Arabia Saudita foram altamente subsidiados, o que favoreceu tornar os custos de energia mais baratos e estáveis, principalmente para as famílias de baixa renda (ALDUBYAN; GASIM, 2021). Contudo, o baixo custo das fontes de energia fósseis desincentivou o investimento em fontes renováveis ao longo dos anos. Assim, uma ampla reforma dos custos de energia doméstica a qual atrelava os preços aos praticados no mercado internacional entrou em vigor em 2018.

Com os preços mais elevados, o governo saudita conseguiu arrecadar mais recursos diante da inelasticidade de preços e demanda energética e ainda criar um mecanismo compensatório nomeado Saudi Citizens Account, que utiliza parte desse valor arrecadado para auxiliar no pagamento da conta de energia das famílias de mais baixa renda, cerca de 10 milhões de pessoas (AL-SAIDI, 2022 p.315).

Estima se que no primeiro ano de vigência da reforma, o país tenha alcançado um montante aproximado de USD 1 bilhão, já considerando o montante utilizado com mecanismos compensatórios do Saudi Citizens Account (ALDUBYAN; GASIM, 2021, p.11). O principal destino dos valores arrecadados com a reforma de preços é justamente sustentar os projetos em curso que visam o estabelecimento da transição energética no país.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na medida em que o mundo se afasta lentamente dos combustíveis fósseis e busca aproximar-se de fontes energéticas renováveis e de baixo carbono, a Arábia Saudita busca acompanhar tal direcionamento, ainda que aderindo à tal tendência de maneira tardia e seguindo em um ritmo um pouco mais lento e cauteloso que o exigido.

A situação de transição energética na Arábia Saudita segue em um estágio incipiente, tendo o país apresentado uma mudança de retórica e políticas referentes ao combate às mudanças climáticas e apoio a fontes energéticas renováveis e de baixo carbono apenas a partir da metade da década de 2010, após décadas desdenhando e obstruindo acordos e agendas de proteção climática à nível global. A busca pela difusão de uma nova imagem da monarquia, principalmente a partir da ascensão de Mohammed bin Salman em 2017 ao trono saudita está representada no plano Saudi Vision 2030, lançado em 2016 com sua direta contribuição e direcionamento. O plano Saudi Vision 2030 e sua vertente Green Initiative passam descrevem um país que quer ir muito além de buscar alterar a distribuição de matriz energética do país, ele busca diversificar sua economia, atrair investimentos externos, promover mudanças culturais, sociais e ambientais, mas principalmente projetar uma nova identidade internacionalmente. O plano já produz alguns resultados interessantes na temática energética, como a construção do parque eólico Dumat al Jandal e de energia fotovoltaica Sakaka Solar, um projeto aprovado para a construção de uma usina de 5 bilhões de dólares de produção de hidrogênio limpo até 2026 e importantes acordos de cooperação bilaterais firmados na área; uma reforma dos preços de energia posta em prática em 2018 que menos de um ano depois já produzia economias na casa dos USD 1 bilhão; iniciativas de captura e armazenamento de carbono por parte da gigante Saudi Aramco; grandes projetos urbanos com o enfoque na vivência em condições de emissões neutras. Há ainda que levar em conta a existência de oportunidades de geração de efeitos spillover na economia e produção tecnológica no país diante do grau de investimentos e inovações propostos pela monarquia saudita.

Tudo isso configura as iniciativas e projeto de transição energética saudita como o mais robusto e completo em relação aos países membros da OPEP e do golfo pérsico. Porém, se faz necessário analisar o ímpeto saudita com um grau de parcimônia, haja vista que há uma grande incerteza no cumprimento e entrega nos prazos prometidos de tudo o que foi apresentado ao mundo no Saudi Vision 2030. Há um interesse por parte da monarquia em

capitalizar em torno dos grandes investimentos e obras apresentados no projeto, como o caso do megaprojeto “Neom”, utilizando denominações vagas muitas vezes no que tange explicar o real objetivo e expectativa futura que se têm desses grandes investimentos; se serão funcionais e servirão de fato aos propósitos de combate às mudanças climáticas e diminuição das emissões de GEE, ou apenas servirão para projetar ao sistema internacional a nova imagem que o país quer exportar de si, mas que não é inteiramente verdadeira: que a Arábia Saudita possui um governo reformista não mais beneficiário dos retornos e interesses do mercado internacional do petróleo.

O país ainda estará intimamente ligado ao mercado internacional de combustíveis fósseis pelas próximas décadas, contando com maior participação principalmente nos países asiáticos, como é o caso da China. Aliado a isso, os desafios de suprir a demanda energética interna futura impulsionada pelo grande crescimento populacional em curso pode colocar o país em um cenário de ainda maior dependência de seus combustíveis fósseis e mitigar os possíveis avanços rumo à uma transição energética posta em prática pelo Saudi Vision 2030.

REFERÊNCIAS

- ALDUBYAN, Mohammad; GASIM, Anwar. Energy price reform in Saudi Arabia: Modeling the economic and environmental impacts and understanding the demand response. **Energy Policy**, v. 148, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520306522>. Acesso em: 14 out. 2022.
- AL-MAMOORI, Ahmed et al. Carbon capture and utilization update. **Energy Technology**, v. 5, n. 6, p. 834-849, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ente.201600747>. Acesso em: 13 mai. 2023.
- AL-SAIDI, Mohammad. Energy Transition in Saudi Arabia: Giant leap or necessary adjustment for a large carbon economy? **Energy Reports**, v. 8, p. 312-318, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722000154>. Acesso em: 02 set. 2022.
- AL-SAIDI, Mohammad. From Economic to Extrinsic Values of Sustainable Energy: Prestige, Neo-Renterism, and Geopolitics of the Energy Transition in the Arabian Peninsula. **Energies**, v. 13, n. 21, p. 5545, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/21/5545>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- AL-SAIDI, Mohammad; ZAIDAN, Esmat; HAMMAD, Suzanne. Participation modes and diplomacy of Gulf Cooperation Council (GCC) countries towards the global sustainability agenda. **Development in Practice**, v. 29, n. 5, p. 545-558, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09614524.2019.1597017>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- BHARDWAJ, Amar A.; MCCORMICK, Colin; FRIEDMAN, Julio. Opportunities and Limits of CO2 Recycling in a Circular Carbon Economy: Techno-economics, Critical Infrastructure Needs, and Policy Priorities. **The Circular Carbon Economy: Keystone to Global Sustainability**, 2021. Disponível em: <https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/opportunities-and-limits-co2-recycling-circular-carbon-economy-techno-economics-critical/>. Acesso em: 12 mai. 2023.
- BISTLINE, John; MEHROTRA, Neil; WOLFRAM, Catherine. Economic Implications of the Climate Provisions of the Inflation Reduction Act. **NBER Working Paper**, v. 31267, n. 1, p. 1-75, 2023. Disponível em: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w31267/w31267.pdf. Acesso em: 14 abr. 2023.
- BLASQUEZ, Jorge et al. The renewable energy policy Paradox. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 1-5, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117312546>. Acesso em: 04 abr. 2023.
- BRITISH PETROLEUM. **Statistical review of world energy 2021**. 2021. Disponível para download em: Global direct primary energy consumption (ourworldindata.org). Acesso em: 23. Out. 2022.

BRITISH PETROLEUM. **Statistical review of world energy 2022**. 2022 Disponível em: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>. Acesso em: 15 set. 2022.

CARLEY, Sanya; KONISKY, David M. The justice and equity implications of the clean energy transition. **Nature Energy**, v. 5, n. 8, p. 569-577, 2020. Disponível em: https://ecology.iww.org/PDF/misc/Carley.2020_Energy-Justice-Lit-Review.pdf. Acesso em: 12 out. 2022.

CHENG, Ya et al. Carbon tax and energy innovation at crossroads of carbon neutrality: Designing a sustainable decarbonization policy. **Journal of Environmental Management**, v. 294, p. 112957, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479721010197>. Acesso em: 24 mar. 2023.

COCHRANE, Logan; AL-HABABI, Reem. Sustainable Qatar: Social, Political and Environmental Perspectives. **Gulf Studies**, v.9, n. 1, p. 1-383, 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-7398-7>. Acesso em: 06 mai. 2023.

DE GODOY, Sara Gurfinkel Marques. Um análise do mercado mundial de certificados de carbono. **Revista Cronos**, v. 10, n. 2, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/cronos/article/view/3288>. Acesso em: 23 abr. 2023.

DELGADO, Fernanda. A captura de carbono no Brasil: getting ready. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 76, n. 08, p. 45-47, 2022. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/view/88909>. Acesso em: 09 abr. 2023.

DELGADO, Fernanda; MEDEIROS, Sabrina; NUNES, André. O petróleo como instrumento de coerção saudita. **Revista Conjuntura Econômica**, v. 74, n. 4, p. 62-65, 2020. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/view/81582/77841>. Acesso em: 13 abr. 2023.

DEPLEDGE, Joanna. Striving for no: Saudi Arabia in the climate change regime. **Global Environmental Politics**, v. 8, n. 4, p. 9-35, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/glep.2008.8.4.9>. Acesso em: 23 out. 2022.

DOBBENI, Daniel; GLACHANT, Jean-Michel; VINOIS, Jean-Arnold. The new EU electricity package, repackaged as a six hands Christmas wish list. **Policy Briefs**, v. 27, n. 1, p. 1-10, 2017. Disponível em: https://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/49006/PB_2017_27_FSR_EN.pdf?sequence=1. Acesso em: 23 nov. 2022.

EBRAHIM, Nadeen. Aproximação entre China e Arábia Saudita preocupa Estados Unidos. CNN [online], 02 abr. 2023. Internacional. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/aproximaca.o-entre-china-e-arabia-saudita-preocupa-estados-unidos/>. Acesso em: 03 mai. 2023.

FATTOUH, Bassam; POUDINEH, Rahmatallah; WEST, Rob. The rise of renewables and energy transition: what adaptation strategy exists for oil companies and oil-exporting countries? **Energy transitions**, v. 3, n. 1-2, p. 45-58, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41825-019-00013-x>. Acesso em: 14 mai. 2023.

FOUQUET, Roger. The slow search for solutions: Lessons from historical energy transitions by sector and service. **Energy policy**, v.38, n. 11, p. 1-10, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421510004921>. Acesso em: 12 out. 2022.

GARCIA-CASALS, Xavier; FERROUKHI, Rabia; PARAJULI, Bishal. Measuring the socio-economic footprint of the energy transition. **Energy transitions**, v. 3, p. 105-118, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41825-019-00018-6>. Acesso em: 12 out. 2022.

GHADERI, Kabreya. In defense of the Great Satan: The role of Colonialism in Iranian and Saudi Arabian Oil Governance. **Journal of Georgetown University-Qatar. Middle Eastern Studies Student Association**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2015. Disponível em: <https://www.qscience.com/content/journals/10.5339/messa.2015.9>. Acesso em: 14 out. 2022.

GLOBAL CCS INSTITUTE. **Global Status of CCS 2022**, 2022. Disponível em: <https://status22.globalccsinstitute.com/>. Acesso em: 14. abr. 2023

HENDLER, Bruno; PORTA, Felipe. Alterações na Política Externa da Arábia Saudita: uma análise a partir do modelo de Hermann. **Mural Internacional**, v. 12, n. 1, p. 59430, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/muralinternacional/article/viewFile/59430/39706>. Acesso em: 02 out. 2022.

HERZOG, Howard; GOLOMB, D. Carbon capture and storage from fossil fuel use. **Encyclopedia of energy**, v. 1, n. 6562, p. 277-287, 2004. Disponível em: http://sequestration.mit.edu/pdf/encyclopedia_of_energy_article.pdf. Acesso em: 21 out. 2022.

HOCHMAN, Gal; ZILBERMAN, David. The political economy of OPEC. **Energy economics**, v. 48, p. 203-216, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014098831500016X>. Acesso em: 03 abr. 2023.

IEA. **World Energy Outlook 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>. Acesso em: 04 out. 2022.

IRENA. **World Energy Transitions Outlook: 1,5°C Pathway**. International Renewable Energy Agency, 2021. Disponível em: <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook>. Acesso em: 23 abr. 2023.

KEMP, René; ROTMANS, Jan. The management of the co-evolution of technical, environmental and social systems. **Towards environmental innovation systems**, p. 33-55,

2001. Disponível em: http://test.ricerchetrasporti.it/wp-content/uploads/downloads/file_269.pdf. Acesso em: 15 mai. 2023.

KEOHANE, Nathaniel; PETSONK, Annie; HANAFI, Alex. Toward a club of carbon markets. **Climate Change**, v. 144, p. 81-95, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-015-1506-z>. Acesso em: 15 mai. 2023.

KINGDOM OF SAUDI ARABIA. **Saudi Arabia's Vision for 2030**. 2017. Disponível em: https://www.vision2030.gov.sa/media/rc0b5oy1/saudi_vision203.pdf. Acesso em: 12 set. 2022.

LARSEN, John et al. A turning point for US climate progress: assessing the climate and clean energy provisions in the Inflation Reduction Act. Rhodium Group. **US Energy & Climate**, 2022. Disponível em: <https://rhg.com/research/climate-clean-energy-inflation-reduction-act/>. Acesso em: 05 jun. 2023.

LUOMI, Mari. The Global Governance of Sustainable Energy: Access and Sustainable Transitions. **International Institute for Sustainable Development (IISD)**, 2020. Disponível em: <https://www.iisd.org/system/files/2020-11/still-one-earth-sustainable-energy.pdf>. Acesso em 05 jun. 2023.

MEADOWCROFT, James. What about the politics? Sustainable development, transition management, and long term energy transitions. **Policy sciences**, v. 42, p. 323-340, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11077-009-9097-z>. Acesso em: 13 abr. 2023

NOVAIS, Inês Araujo Malheiro. **A revolução do xisto: impactos sobre a OPEP e os preços do petróleo**, 2017. Tese (Mestrado em Economia) - Faculdade do Porto, Porto, 2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/107470/2/214151.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2023.

O'CONNOR, Peter. Energy transitions. **The Pardee Papers**, v. 1, n. 12, p. 1-50, 2010. Disponível em: 12-PP-Nov2010.pdf (bu.edu). Acesso em: 10 set. 2022.

PÉREZ-ARRIAGA, Ignacio; KNITTEL, Christopher. Utility of the future: an MIT energy initiative response to an industry in transition. **MIT Energy Initiative**, v. 1, n.1, p. 1-382, 2016. Disponível em: <https://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2016/12/Utility-of-the-Future-Full-Report.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

PERTUSIER, Rafael Resende. **Sobre a eficácia da OPEP como cartel e de suas metas como parâmetros de referência para os preços do petróleo**. Orientador: Edmar Luiz Fagundes de Almeida. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências Econômicas, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: https://minerva.ufrj.br/F/?func=direct&doc_number=000640615&local_base=UFR01. Acesso em: 12 out. 2022.

PINHEIRO, C.P.S; SANDIM, Débora; CARNEIRO, Leandro. Energias Renováveis: uma análise do panorama da energia eólica no Brasil. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v.

1, n. 117, p. 1-20, 2017. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/energias-renovaveis-uma-analise-do-panorama-da-energia-eolica-no-brasil>. Acesso em: 20 out. 2022.

RIZZO, Agatino. Sustainable urban development and green megaprojects in the Arab states of the Gulf Region: Limitations, covert aims, and unintended outcomes in Doha, Qatar. **International Planning Studies**, v. 22, n. 2, p. 85-98, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13563475.2016.1182896>. Acesso em: 15 mai. 2023.

SALAM, Mohammad Asif; KHAN, Sami A. Transition towards sustainable energy production- A review of the progress for solar energy in Saudi Arabia. **Energy Exploration & Exploitation**, v. 36, n. 1, p. 3-27, 2018. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0144598717737442>. Acesso em: 22 out. 2022.

SHEHRI, Thamir Al et al. Saudi Arabia's climate change policy and their circular carbon economy approach. **Climate Policy**, v. 23, n. 2, p. 151-167, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2022.2070118>. Acesso em: 10 nov. 2022.

SILVA, Filipe de Pádua Fernandes Silva. **Vulnerabilidade dos países exportadores de petróleo à própria riqueza: o caso dos países-membros da OPEP**. 2018. Tese (Mestrado em Planejamento Energético) – Curso de Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/12297/1/FilipeDePaduaFernandesSilva-min.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

SOVACOOOL, Benjamin K. **The history and politics of energy transitions: Comparing contested views and finding common ground**. The Political Economy of Clean Energy Transitions, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oso/9780198802242.003.0002>. Acesso em: 12 set. 2022.

SOLOMON, Barry D.; KRISHNA, Karthik. The coming sustainable energy transition: History, strategies, and outlook. **Energy policy**, v. 39, n. 11, p. 1-9, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421511006987>. Acesso em: 24 set. 2022.

TALYZIN, Yaroslav Andri. **O Papel do Governo na Transição Energética: O Caso Nórdico**. 2022. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2022. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/100652>. Acesso em: 30 set. 2022.
TLILI, Iskander. Renewable energy in Saudi Arabia: current status and future potentials. **Environment, development and sustainability**, v. 17, p. 859-886, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-014-9579-9>. Acesso em: 02 nov. 2022.

UNIÃO EUROPEIA. **EU Emissions Trading Systems (EU ETS)**. Comissão Europeia. EU Action. 2020. Disponível em: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/union-registry_pt. Acesso em: 12 abr. 2023.

UNITED NATIONS. Theme Report on Energy Transition: Towards the achievement of SDG 7 and Net-Zero Emissions. **Secretariat of the High-level Dialogue on Energy**, 2021.

Disponível em: <https://www.un.org/en/hlde-2021/page/theme-reports>. Acesso em: 13 out. 2022.

VAN DE GRAAF, Thijs; COLGAN, Jeff. Global energy governance: a review and research agenda. **Palgrave Communications**, v. 2, n. 1, p.1-12, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1057/palcomms.2015.47>. Acesso em: 14 mai. 2023.

WALDMAN, Peter. The \$2 Trillion Project to Get Saudi Arabia's Economy Off Oil. *Eight unprecedented hours with "Mr. Everything", Prince Mohammed bin Salman*. Bloomberg [online], 20 abr. 2016. Businessweek. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/features/2016-04-21/the-2-trillion-project-to-get-saudi-arabia-s-economy-off-oil>. Acesso em: 22 out. 2022.

WANG, Qiang et al. Forecasting energy consumption of China's economic recovery post covid-19 pandemic: Insights from energy sources and regional differences. **Energy Strategy Reviews**, v. 42, n. 1, p. 1-12. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9186445/pdf/main.pdf/?tool=EBI>. Acesso em: 20 mai. 2023.

WENDT, Alexander. **Social theory of international politics**. Cambridge University Press, 1999.

WILLIAMS, Eric. Achieving climate goals by closing the loop in a circular carbon economy. **KASPARC: Riyadh, Saudi Arabia**, p.1-13, 2019. Disponível em: <https://www.kapsarc.org/file-download.php?i=37304>. Acesso em: 12 mai. 2023.