

**O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES
RENOVÁVEIS NO BRASIL**

THE ELECTRICITY PRODUCTION SCENARIO FROM RENEWABLE SOURCES IN BRAZIL

Moisés Geraldo de Oliveira

Mestrando em Direito Político e Econômico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Especialista em Língua Portuguesa e Literatura pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Bacharel em Direito pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Advogado. São Paulo (Brasil).

E-mail: moises@ipb.org.br.

Daniel Francisco Nagao Menezes

Pós-Doutor em Direito pela Universidade de São Paulo - USP. Pós-Doutorando em Economia pela Universidade do Estado de São Paulo - UNESP-Araraquara. Doutor e Mestre em Direito Político e Econômico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Especializações em Direito Constitucional e Direito Processual Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, em Didática e Prática Pedagógica no Ensino Superior pelo Centro Universitário Padre Anchieta. Graduação em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Professor do Programa de Pós-Graduação em Direito Político e Econômico da Faculdade de Direito da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Membro do CIRIEC-Brasil. São Paulo (Brasil).

E-mail: nagao.menezes@gmail.com.

Submissão: 24.09.2020.

Aprovação: 03.11.2022.

RESUMO

Este artigo avalia o cenário de produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis no Brasil, em primeiro lugar identificar as principais fontes de energia elétrica renováveis utilizadas pelo Brasil e vai procurar analisar o seu uso em comparação com a utilização mundial. Na segunda parte, será demonstrado o estado da arte em relação à geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis no país. Por fim, procura-se apontar os principais pontos de melhorias para que se possa potencializar a pesquisa e o desenvolvimento da geração de energia a partir fontes renováveis no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Brasil, Energia Renovável, Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

The aim of this paper is to assess the scenario for the production of electric energy from renewable sources in Brazil; firstly identifying the main sources of renewable electric energy used by Brazil and analyzing their use in comparison with the worldwide use. In the second part, the results in relation to the generation of electric energy from renewable sources in the country will be demonstrated. Finally, it seeks to point out the main points of improvement so

that research and development of energy generation from renewable sources in Brazil can be strengthened.

KEYWORDS: *Brazil, Renewable Energies, Sustainable Development.*

INTRODUÇÃO

Este artigo identifica as principais fontes de energia elétrica renováveis utilizadas pelo Brasil e analisa seu uso em comparação com a utilização mundial.

Na segunda parte, será demonstrado o estado da arte em geração de energias elétricas a partir de fontes renováveis no país. Por fim, procura-se apontar os principais pontos de melhorias para que se possa potencializar a pesquisa e o desenvolvimento da geração de energia no Brasil a partir fontes renováveis.

Como afirmaram *Freeman e Soete*, o debate em torno da esgotamento das fontes de energias não renováveis não é novo, na verdade, ele se intensificou a partir da década de 1960, com a preocupação de que “se o crescimento econômico a longo prazo tiver que ser sustentado por um longo período, isso somente pode ocorrer por meio de uma alta taxa de mudança técnica no uso de materiais, de energia e do estoque de capital” (FREEMAN & SOETE, 2008, p. 670).

1 GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS

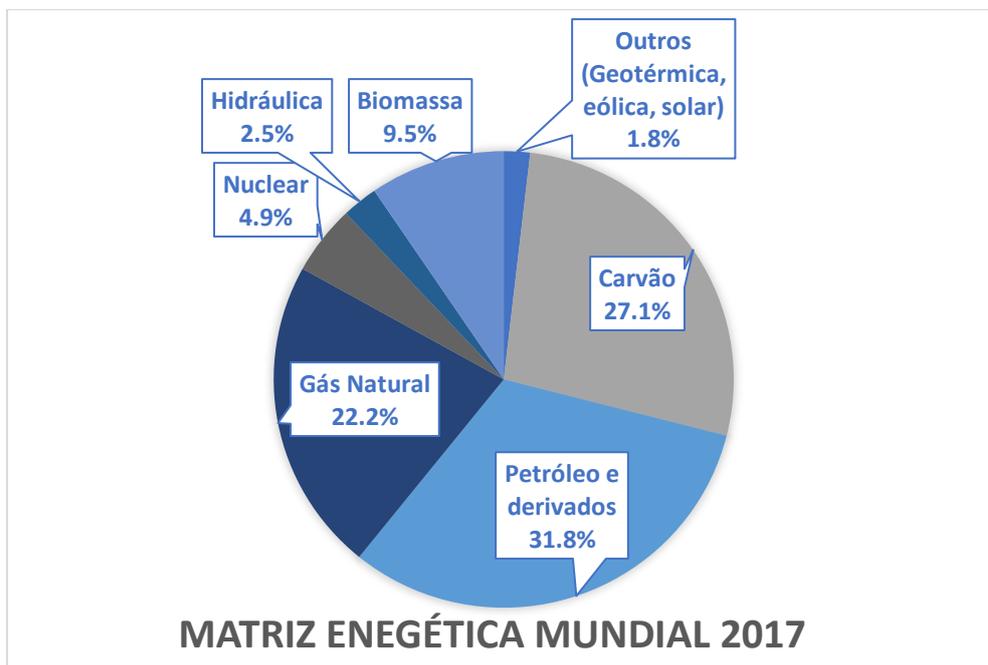
O mundo possui uma matriz energética fortemente baseada em fontes de energia não renováveis. De acordo com os dados mais recentes divulgados pela *International Energy Agency* (IEA), em 2017, juntas, as fontes de matriz energética renováveis perfizeram o total de apenas 14%, aí inclusas hidráulica, biomassa, eólica, solar e geotérmica (Gráfico 1).¹

Relativamente ao Brasil, a história é completamente diferente, como pode ser verificado no gráfico 2. Eventualmente pode haver alguma diferença entre os dados nacionais e mundiais decorrentes de diferença na metodologia empregada, já que os dados dos Relatórios elaborados pela IEA foram baseados nas estatísticas fornecidas pelo Brasil (International Energy Agency, 2019, p. 146).

¹ Dados disponíveis em: [https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20\(TPES\)%20by%20source](https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20(TPES)%20by%20source). Acesso em: 28 jun. 2020.

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

Gráfico 1: Matriz energética mundial 2017, (IEA, 2018)



Fonte: elaborado pelo autor, com base em <https://www.iea.org/>.

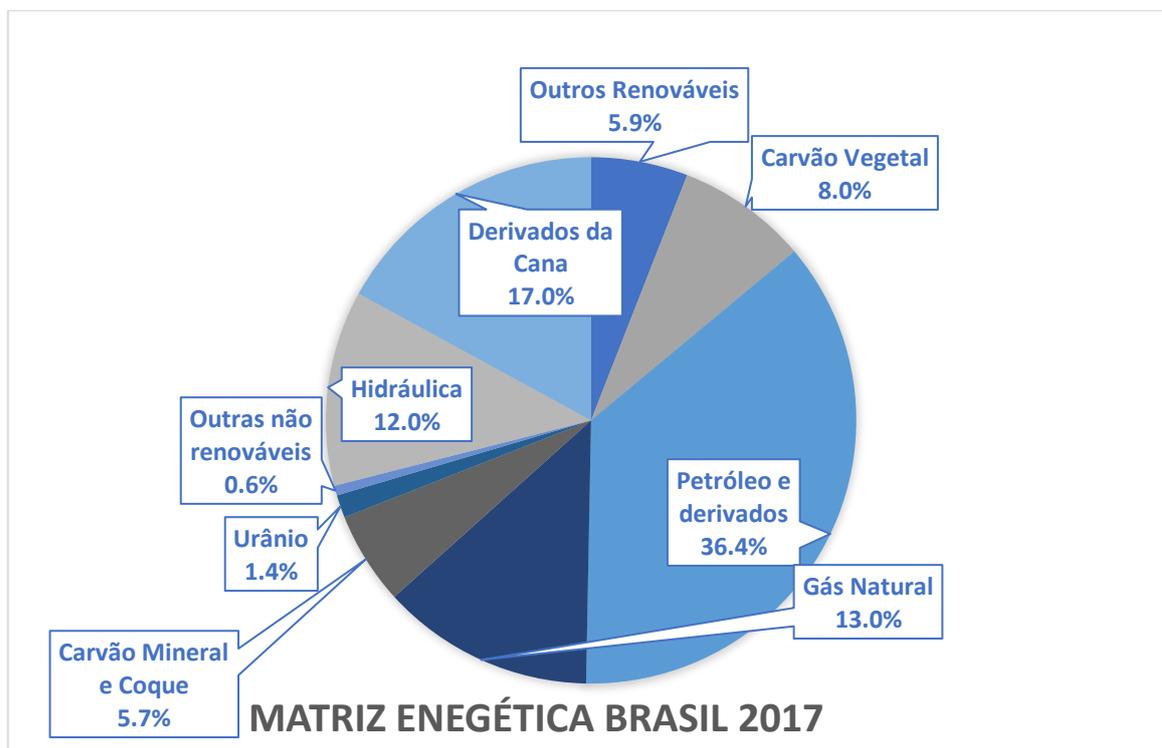
Como pode ser visto no gráfico 2, no Brasil, o consumo de energia não renovável ainda é maior que o consumo de fontes renováveis, não obstante, ainda se consome muito mais energia de fontes renováveis se comparado com o resto do mundo.²

Apesar de se posicionar na dianteira em comparação ao resto do planeta, isso não significa que esforços não sejam necessários para a redução contínua de utilização de energia a partir de fontes não renováveis (Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2018, p. 26).

Uma parte importante da matriz energética brasileira consiste na geração de energia elétrica. Nesse cenário, de acordo com o relatório mais recente do Ministério de Minas e Energia (MME), por meio da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em seu Balanço Energético Nacional (BEN) de 2019, a maior parte da oferta de energia elétrica, no Brasil, é oriunda das hidrelétricas: 66,6%. Mas, apenas 7,6% provêm de energia eólica e 0,54% de energia solar (Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2019, p. 16).

² Dados disponíveis em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 28 jun. 2020.

Gráfico 2: Matriz energética Brasileira 2017, (BEN, 2018)



Fonte: elaborado pelo autor, com base em www.epe.gov.br.

As principais fontes de energia renováveis são: a biomassa, eólica e solar. A biomassa é uma fonte alternativa de energia muito interessante por aproveitar resíduos de diversos tipos e também por ter aplicações e resultados úteis diferentes, como uso para a produção de biodiesel que contribui com uma menor emissão gases poluentes (SILVA & FREITAS, 2008, p. 844) ou biometano, por exemplo. De acordo com estudo publicado pela IPEA, a redução da poluição dos automóveis pode chegar a 70% a partir da utilização do biodiesel (MORAIS J. M., 2019, p. 20).

Para se ter uma ideia, a Sociedade Ciências Agrárias de Portugal (SCAP) publicou recentemente, na Revista de Ciências Agrárias, um estudo que identificou a viabilidade do uso de resíduos do desdobro de *Pinus Caribea*.

Desdobro é o processo de conversão das toras em madeira e *Pinus* é a principal espécie de madeira florestal utilizada no Brasil. O estudo apontou um aproveitamento de algo em torno de 30 a 45%, sendo que se forem aplicados processos modernizados o ganho de aproveitamento pode chegar a 60%, o que ainda importa em 40% de resíduos para descartes (MORAIS & et al, 2019, p. 521).

O estudo concluiu que os resíduos gerados a partir do desdobro podem ser trabalhados para elaboração de briquetes a partir da compactação da biomassa gerada com resíduos da madeira *Pinus* tendo um aproveitamento energético satisfatório (MORAIS & et al, 2019, p. 525).

Outra forma de aproveitamento de biomassa para geração energia elétrica é por meio da termelétrica abastecida com biogás obtido a partir do biometano que pode ser extraído da matéria orgânica depositada em aterros de resíduos sólidos urbanos (RSU), além contribuir para a redução do lançamento dos gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera é também uma fonte de energia renovável.

Além do mais, de acordo com o Artigo Técnico elaborado a partir da pesquisa financiada pela Petrobras em parceria com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a extração de biometano em aterros de RSU pode ser uma fonte importante de geração de receita, muito embora não tenha sido possível identificar o potencial da geração de energia elétrica a partir dessa tecnologia, gerando uma controvérsia quanto ao seu aproveitamento.

O estudo conclui que essa controvérsia se dá possivelmente pelo uso de métricas de avaliação diferentes, do possível uso de dados desatualizados e em virtude de que os estudos e análises em sua maioria são baseados em informações para validação dos aterros sanitários de RSU dos Estados Unidos da América cuja composição é relativamente diferente, uma vez que a biomassa é influenciada por fatores como a umidade, por exemplo (NASCIMENTO, & et al, 2019, p. 144).

Quanto à energia eólica, que é outra interessante fonte renovável de geração de energia elétrica e que é geralmente associada a discussão do impacto ambiental especialmente em relação às emissões GEE, de acordo com um artigo publicado em 2017, entre 2012 e 2013 houve um aumento em torno de 8% nas emissões de CO₂ relacionado ao setor de energia elétrica (PINTO, MARTINS, & PEREIRA, 2017, p. 1089).

Por outro lado, os dados do IEA apontam um crescimento de 29,3% nas emissões totais de CO₂ em dez anos (2007-2017) contabilizados o poluente oriundo da queima de carvão, óleo e gás natural (International Energy Agency, 2019).

O estudo mencionado apontou os principais impactos a serem analisados em estudos de viabilidade para instalação das plantas de energia eólica. O primeiro e mais subjetivo é o impacto visual sobre a paisagem, que eventualmente pode ser visto de um ponto de vista positivo e, segundo os autores do estudo, as plantas podem chamar a atenção a ponto de se tornar atração turística (PINTO, MARTINS, & PEREIRA, 2017, p. 1091).

Os demais impactos ambientais tratados foram identificados no passado, nas décadas de 80 e 90, mas hoje são mitigados pelo avanço tecnológico como, por exemplo, o ruído gerado pelo movimento das pás. Hoje a uma distância média de 350m da turbina eólica o ruído percebido é inferior ao ruído existente em um ambiente de escritório convencional (PINTO, MARTINS, & PEREIRA, 2017, p. 1092).

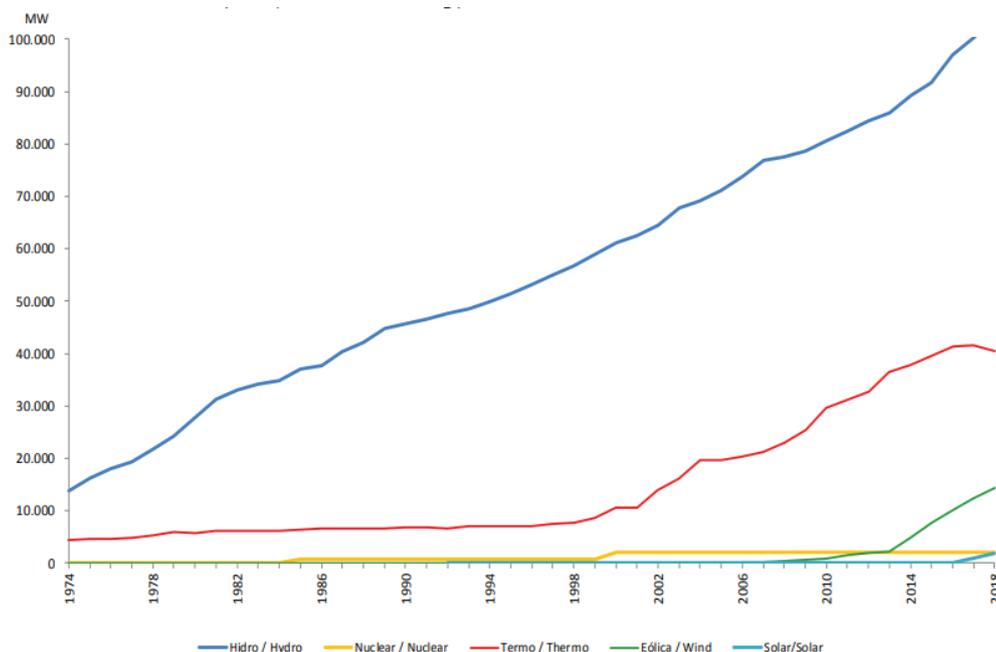
O avanço tecnológico também pode identificar a possibilidade de interferência eletromagnéticas sobre as comunicações e transmissão de dados pelas emissoras de rádio e televisão já durante o estudo de viabilidade de maneira que providências sejam tomadas para suprimir tal interferência inclusive pelo posicionamento do aerogerador fora da linha de transmissão (PINTO, MARTINS, & PEREIRA, 2017, p. 1092).

Segundo o estudo, não há registros significativos de morte de aves em decorrência de aerogeradores em países que utilizam o sistema há vários anos como Dinamarca, Alemanha e Holanda, embora outras questões precisam ser verificadas em cada caso a fim de preservar elementos importantes, no entanto, há hoje soluções para as principais questões relacionadas às aves (PINTO, MARTINS, & PEREIRA, 2017, p. 1093).

Por fim, é importante destacar os impactos sociais positivos como a geração de energia, emprego e renda, além da oferta de energia elétrica às regiões mais distantes dos grandes polos de geração de energia no país. Apesar de todas as questões pontuadas o estudo conclui pela necessidade de realização de novas pesquisas “em razão da curta história do aproveitamento eólico no Brasil”. Essas pesquisas devem ser realizadas “com apoio de recursos do próprio setor energético a fim de promover um crescimento sustentável da participação desta fonte energética na matriz elétrica nacional” (PINTO, MARTINS, & PEREIRA, 2017, p. 1096).

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

Gráfico 3: Capacidade Instalada de Geração Elétrica, (BEN, 2019)



Fonte: www.epe.gov.br.

Por seu turno, a energia solar como fonte de geração de energia elétrica ainda é muito pouco explorada no Brasil e isso fica evidente a partir dos dados recentes disponibilizados pela EPE no BEN 2019 (Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2019, p. 184):

De modo geral, uma das questões postas em pauta é a questão do custo de instalação dos parques solares para aproveitamento da energia. Dentro desse campo, também entra em cena a utilização do *microgrid* com a possibilidade de microgeração de energia elétrica até mesmo para residências.

Tanto para o uso de geração em larga escala por empresas do setor de fornecimento de energia, quanto para a microgeração uma das questões importantes em ambos os casos é a questão do *payback time* (DA SILVA JÚNIOR & DE CAMPOS, 2017, p. 51).

Uma questão importante na geração de energia elétrica a partir da energia solar está também relacionada emissão dos GEE, sendo essa fonte energia uma fonte considerada limpa.

De acordo com a ANEEL:

Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica. (ANEEL, s.d., p. 29)

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

Nesse sentido, o clima exerce influência preponderante sobre a geração de energia.

Tanto a energia obtida a partir de fonte eólica quanto a solar tem uma característica em comum que é o fato de não estarem disponíveis a depender da hora do dia ou da existência de ventos.

Um estudo publicado recentemente (DA SILVA JÚNIOR & DE CAMPOS, 2017, p. 51) aponta uma tendência de concentrar parques eólicos com parques solares com o objetivo de aproveitamento das estruturas de transmissão e consequente ampliação da viabilidade dos projetos pela redução dos custos envolvidos além aumentar o potencial de fornecimento contínuo de energia. O primeiro parque híbrido no Brasil, seguindo essa tendência, foi inaugurado em 2015.³

Essa similaridade relativa às intempéries da natureza, leva concomitantemente à necessidade do desenvolvimento de baterias como forma de armazenamento de energia para disponibilizar na rede de abastecimento quando for noite ou quando não houver ventos conforme o caso. E este certamente é assunto que merece maiores estudos dada a relevância que vem ganhando atualmente inclusive pelos projetos bem-sucedidos de veículos elétricos ou híbridos pelo mundo como é caso da Tesla e da Toyota.

2 ESTADO DA ARTE EM GERAÇÃO DE ENERGIAS ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

A meta “7.2” originalmente estabelecida pela Agenda 2030, foi alterada relativamente ao Brasil uma vez que o país já possui um percentual elevado de participação das fontes de energias renováveis na matriz elétrica nacional (MORAIS J. M., 2019, p. 6). O compromisso assumido pelo Brasil no Acordo de Paris é de que a participação da energia de fontes renováveis chegue ao percentual de 45% em 2030.

Assim, de acordo com o relatório ODS7 publicado pelo IPEA, com o objetivo de avaliar se os esforços empreendidos pelo Brasil estão de acordo com os compromissos assumidos com o desenvolvimento sustentável lançados pela ONU, em 2015, em que outros 192 participaram e se comprometeram a atingir as metas até 2030 (MORAIS J. M., 2019, p. 3).

³ Disponível em: <http://g1.globo.com/pe/caruaru-regiao/noticia/2015/09/primeiro-parque-hibrido-de-energia-renovavel-do-pais-e-inaugurado-em-pe.html#:~:text=O%20primeiro%20parque%20h%C3%ADbrido%20do,j%C3%A1%20foram%20iniciadas%20n%20local..> Acesso em 29 jun. 2020

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

A meta “7.2” ficou com a seguinte redação: “Até 2030, manter elevada a participação de energias renováveis na matriz energética nacional.” (MORAIS J. M., 2019, p. 5) Em prestígio a uma participação já elevada das fontes de energia renovável na matriz energética nacional.

De acordo com a EPE, a geração de energia elétrica no Brasil a partir de fontes não renováveis é de apenas 16,7% do total de oferta interna de eletricidade (Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2019, p. 16). Sendo que os relatórios registraram uma queda de 1,3% na produção de petróleo e um recuo na demanda por gás natural de 4,6% ambos em relação ao ano anterior (Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2019, p. 19).

Uma das formas de incentivar o aumento de investimentos no setor de energia renovável no Brasil são os leilões de compra de energia coordenados pelo Governo Federal. Dados compilados pelo IPEA no relatório ODS7 publicado em 2019, revelam que relativamente à energia eólica apresentou os preços mais reduzidos entre todas as formas de energia, a qual ofereceu em um dos leilões de 2018 “energia com deságio de 60,15% em relação ao preço-teto definido para essa fonte no certame.” (MORAIS J. M., 2019, p. 18) Já em relação à energia solar, em 2018, houve o oferecimento de “energia com deságio de 62,16% ante o preço inicial, alcançando nível menor que o preço ofertado pelas fontes tradicionais” (MORAIS J. M., 2019, p. 18).

Outros elementos que contribuem para a posição do Brasil em relação a produção de energia renovável é a extinção do monopólio estatal no setor elétrico ocorrido em 1997, o que combinado com a REN (Resolução Normativa) nº 673 de 2015, a qual simplifica os requisitos para outorga de autorização para o estabelecimento das PCH (pequenas centrais hidrelétricas), possibilita o aproveitamento do potencial hidrelétrico brasileiro. Ainda nesse sentido, deve ser levado em conta os incentivos à geração distribuída de energia como o autoconsumo remoto e a geração de energia compartilhada (MORAIS J. M., 2019, p. 18).

No entanto, como pode ser observado na tabela 1, a redução de produção energia de fontes não renováveis entre 2017 e 2018 foi de menos de 1% e a geração total em 2018 ainda foi 3,4% superior a 2016 em totais de energias não renováveis (Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2019, p. 21).

Em relação à produção de energia de fontes renováveis é interessante notar na tabela um crescimento consistente especialmente a partir de 2011. Nessa tabela também é possível notar o papel central da cana de açúcar como fonte renovável de energia primária.

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

Tabela 1: Produção de Energia Primária, (BEN, 2019) (Empresa de Pesquisa Energética (Brasil), 2019, p. 184)

											10 ³ tep (toe)
FONTES	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	SOURCES
NÃO RENOVÁVEL	129.340	134.277	140.533	140.573	139.997	153.920	165.795	172.540	179.478	178.460	<i>NON-RENEWABLE ENERGY</i>
PETRÓLEO	100.918	106.559	108.976	107.258	104.762	116.705	126.127	130.373	135.907	134.067	<i>PETROLEUM</i>
GÁS NATURAL	20.983	22.771	23.888	25.574	27.969	31.661	34.871	37.610	39.810	40.560	<i>NATURAL GAS</i>
CARVÃO VAPOR	1.913	2.104	2.134	2.517	3.298	3.059	2.459	2.636	1.931	2.005	<i>STEAM COAL</i>
CARVÃO METALÚRGICO	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<i>METALLURGICAL COAL</i>
URÂNIO (U ₃ O ₈)	4.117	1.767	4.209	3.881	2.375	681	512	0	0	0	<i>URANIUM - U₃O₈</i>
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	1.242	1.075	1.326	1.343	1.592	1.814	1.826	1.921	1.831	1.828	<i>OTHER NON-RENEWABLE</i>
RENOVÁVEL	111.079	118.831	115.901	116.462	118.215	118.788	120.579	122.256	123.115	128.304	<i>RENEWABLE ENERGY</i>
ENERGIA HIDRÁULICA	33.625	34.683	36.837	35.719	33.625	32.116	30.938	32.758	31.898	33.452	<i>HYDRAULIC</i>
LENHA	24.609	25.997	25.997	25.683	24.580	24.936	24.900	23.095	23.992	24.146	<i>FIREWOOD</i>
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	44.775	48.852	43.270	45.117	49.304	49.273	50.424	50.658	49.725	50.895	<i>SUGAR CANE PRODUCTS</i>
EÓLICA	106	187	233	434	566	1.050	1.860	2.880	3.644	4.169	<i>WIND</i>
SOLAR	0	0	0	0	0	1	5	7	72	298	<i>SOLAR</i>
OUTRAS RENOVÁVEIS	7.963	9.112	9.566	9.508	10.139	11.412	12.453	12.857	13.784	15.345	<i>OTHER RENEWABLE</i>
TOTAL	240.419	253.108	256.434	257.035	258.211	272.707	286.375	294.796	302.592	306.764	<i>TOTAL</i>

Fonte: www.epe.gov.br

A tabela 1 também revela o crescimento do uso de energia eólica ao longo dos últimos 10 anos embora ainda seja uma utilização muito tímida conforme pode ser observado no gráfico 3 na seção anterior. É interessante notar também o surgimento da energia solar na tabela a partir de 2014 coincidindo com o início da crise hídrica⁴ entre 2014 e 2017, que atingiu o estado de São Paulo, o maior em população no Brasil.

Segundo o estudo publicado pelo IPEA em 2017:

O Programa de P&D da Aneel contribui de forma expressiva com uma grande diversidade temática. Os dados mostram que é louvável e significativa a opção de apoiar as energias renováveis. Nos doze grupos de temas do programa [...] se constata que a maior média por projeto (R\$ 8,49 milhões) se refere às alocações em fontes e sistemas para o fortalecimento das energias renováveis. Foram cadastrados 307 projetos como ‘fontes alternativas’, com significativos R\$ 2,6 bilhões (30,64% do valor global registrado). Quase 100,00% desses valores fomentam fontes renováveis não tradicionais, a exemplo de eólica, solar e biomassa. (IPEA, 2017, p. 420).

⁴ Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=590>. Acesso em: 29 jun. 2020. O IPEA, por sua vez, aponta para as crises de 2001 e entre 2012 e 2015 em (IPEA, 2017, p. 411).

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

Como já ressaltado, é fundamental o investimento em P&D para alcance dos avanços tecnológicos necessários ao desenvolvimento sustentável a partir da exploração de fontes de energia renováveis.

3 PONTOS DE MELHORIA

A concepção de que o tema da inovação científica é uma peça fundamental para o desenvolvimento econômico do país parece já ter sido absorvido pela pauta de políticas públicas há alguns anos no Brasil (CAVALCANTE, 2013, p. 7), no entanto, existe a necessidade de aprimoramento no debate e de uma melhoria no estabelecimento dessas políticas.

3.1 O PROBLEMA DO ALTO CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Se por um lado o Brasil está em posição de destaque quanto a meta “7.2” do ODS7 – energia limpa e acessível – por outro, precisa desenvolver mecanismos para atingir a meta “7.1”, por exemplo. A meta 7.1 das Nações Unidas foi mantida sem alterações para o Brasil: “Até 2030 assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia” (MORAIS J. M., 2019, p. 7)

No Brasil, a questão não é apenas o elevadíssimo custo tarifário da energia elétrica que está entre os mais elevados do mundo (MORAIS J. M., 2019, p. 8), mas também diz respeito à qualidade do serviço prestado e a universalidade do fornecimento de energia elétrica. Em que pese haver controle metas estabelecidas pela Aneel, ainda há diferenças de qualidade entre as residências atendidas a depender da região do país em que se estiver (MORAIS J. M., 2019, p. 8).

Um dos fatores que contribuem para a elevação custo da tarifa energética no Brasil são os inúmeros subsídios como os concedidos aos consumidores de baixa renda, à classe rural, ao destinado à irrigação e aquicultura, às empresas de serviço público de água, esgoto e saneamento e geração e consumo de energia de fontes incentivadas (MORAIS J. M., 2019, p. 8).

De acordo com o relatório ODS7, o governo federal tem o objetivo de eliminar as distorções provocadas nas tarifas a partir dos subsídios e para tanto iniciou a partir do “final de 2018, um processo de redução dos descontos nas tarifas para consumidores rurais (exceto rurais irrigantes) e companhias de águas, esgoto e saneamento, na proporção de 20% ao ano”

(MORAIS J. M., 2019, p. 9), embora outras medidas devam ser necessárias para tornar a energia elétrica realmente acessível em todo o território nacional.

3.2 O PROBLEMA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Outra questão também relacionada às metas estabelecidas na *Agenda 2030* é a questão da eficiência de energia elétrica. A meta “7.3” estabelecida pelas Nações Unidas estabelecem a dobra até 2030 da “taxa global de melhoria da eficiência energética”, enquanto que o Brasil adaptou a meta “7.3” para aumentar ao invés de dobrar até 2030 (MORAIS J. M., 2019, p. 11).

Para se ter uma ideia do problema, a projeção do COP (coeficiente de desempenho) dos equipamentos de ar condicionados a serem comercializados no Brasil em 2027 ainda serão menos eficientes àqueles comercializados em países como Japão, Estados Unidos e Coreia do Sul em 2018 (MORAIS J. M., 2019, p. 12), nesse sentido há a necessidade de melhoria muito significativa no setor de desenvolvimento de equipamentos com maior eficiência no consumo de energia no Brasil o que leva a outras questões, inclusive a tratada na próxima subseção.

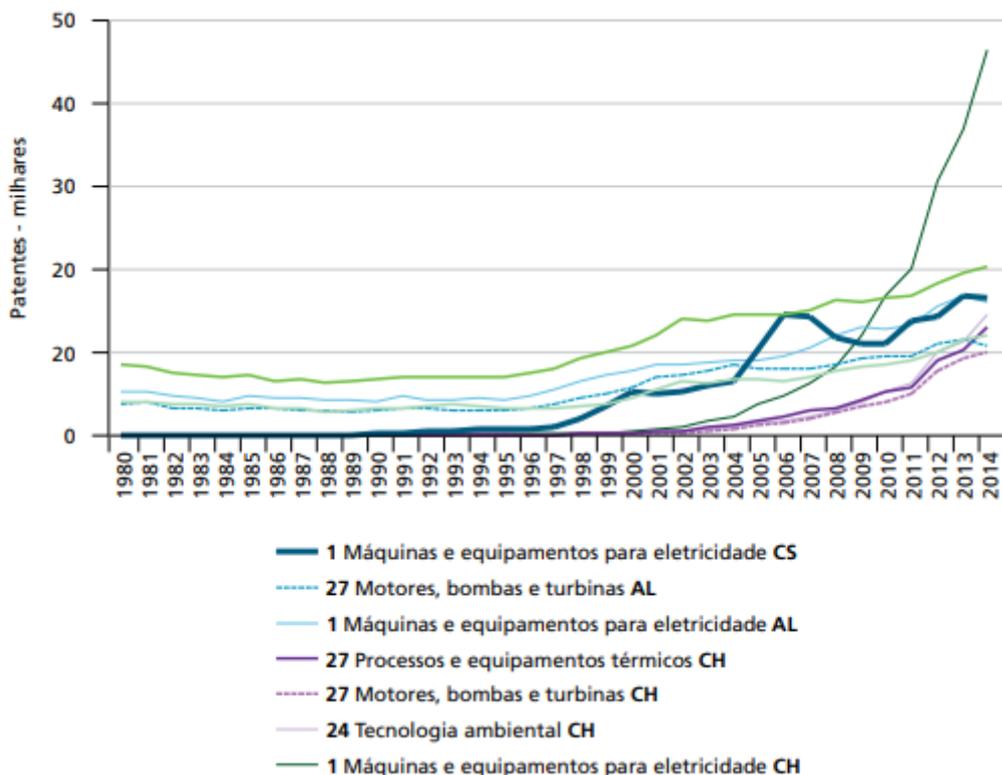
3.3 O PROBLEMA DA COMPETITIVIDADE CHINESA

Este problema está relacionado com outro que será tratado na subseção seguinte. Aqui a questão de fundo é o risco envolvido nos investimentos voltados para o setor de energia. O gráfico reproduzido na sequência irá ajudar a evidenciar as dificuldades vinculadas à difícil tarefa de investir em inovação tecnológica no Brasil por parte do setor privado.

Como pode ser visto no gráfico 4, a china começa a aparecer a partir de 2001 e em apenas 10 anos passa a liderar o número de patentes em temas relevantes ligados ao setor de energia.

Gráfico 4: Evolução do número de patentes concedidas em temas-chave na área de energia em escritórios de países selecionados (1980-2014) (IPEA, 2017, p. 402)

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL



Obs.: CH = China; AL = Alemanha; CS = Coreia do Sul;

Fonte: repositório.ipea.gov.br.

A partir de 2011, a China superou e muito o número de patentes da Alemanha e Coreia do Sul que ocupavam a liderança nos 10 anos anteriores no que diz respeito a patentes relacionadas a máquinas e equipamentos para eletricidade.

A partir de então, a China passa a ter uma oferta de produtos no mercado que a torna muito competitiva no campo da geração de energia de matriz hidrelétrica, eólica e solar. Segundo o estudo publicado pelo IPEA em 2017 essa entrada na China no setor, combinado com outros elementos, tem “potencial de inibir investimentos mais ousados, e de grande monta, nas pesquisas em energia no Brasil, assim como no conjunto dos países de menor expressividade em tecnologias de ponta e de alto custo.” (IPEA, 2017, p. 401)

3.4 O PROBLEMA BRASILEIRO DE INVESTIMENTO PÚBLICO EM EMPRESAS PRIVADAS

No Brasil, há uma resistência de se fazer investimentos em empresas privadas pelo setor público. Segundo *João Furtado*, um dos passos mais relevantes no Brasil diz respeito à compressão do fenômeno da inovação, pois “Por mais que o Brasil possa, em muitos

aspectos, ser considerado um país intrinsecamente inovador [...], a inovação como fenômeno econômico era estranha às nossas realidades.” (FURTADO, p. 3)

Nesse sentido, o desenvolvimento econômico não acontece de forma natural, é necessário planejamento e investimento consistente para que crescimento seja alcançado e para isso é necessária a inovação contínua.

Assim posto,

Trata-se da percepção de ser a inovação um fenômeno essencialmente econômico, que pode ter na sua base uma natureza técnica, material, produtiva, mas é essencialmente o encontro das novas soluções com os mercados – novos ou previamente existentes. A motivação principal da inovação é a obtenção de vantagens, no mais das vezes, lucros. Este avanço propiciou um outro, de enorme importância. A compreensão da inovação como um fenômeno da empresa, das empresas, que possui uma parte fundamental nas empresas. Dito de uma forma sintética e amplamente encontrável: ‘o locus da inovação é a empresa’. São as empresas que levam ao mercado as soluções, não importa onde tenham sido criadas, na própria empresa ou algures (FURTADO, p. 3).

Dentro dessa concepção de que a inovação tecnológica acontece no contexto da atividade empresarial, revela-se fundamental o amadurecimento do debate em relação a elaboração de políticas públicas de fomento a PD&I envolvendo não apenas as universidades, mas especialmente as empresas.

Um modelo interessante cuja viabilidade poderia ser analisada para instauração no Brasil seria a *Advanced Research Projects Agency–Energy* criada pelos Estados Unidos para o fomento do desenvolvimento tecnológico

A Arpa-E é uma iniciativa de apoio financeiro a projetos de pesquisa do governo federal dos Estados Unidos [...] A agência atua a partir do pressuposto de que o Estado deve arcar com parte dos custos da inovação privada em áreas promissoras, mas que estejam ainda nos primeiros estágios da pesquisa (IPEA, 2017, p. 402).

Como já sinalizado, no Brasil parece não haver legitimidade social a aplicação de recursos públicos em empresas privadas, ao passo que o mesmo não ocorre em relação às universidades e centros de pesquisas públicos (CAVALCANTE, 2013, p. 7).

Mas, essa é uma questão que precisa ser enfrentada e eventualmente abertamente discutida para se esclarecer e se fazer as amarras necessárias a fim de que o investimento não seja simplesmente um subsídio público de atividades eminentemente privadas sem viés de aproveitamento para a coletividade.

3.5 O PROBLEMA DE TERMOS ACENTUADA PRODUÇÃO ACADÊMICA, PORÉM POUCO NÚMERO DE REGISTRO DE PATENTES

No Brasil houve uma evolução significativa no desenvolvimento de políticas públicas de desenvolvimento tecnológico a partir do fomento de P&D com financiamento público a partir da década de 90 (CAVALCANTE, 2013, p. 11).

Ocorre que há, no Brasil, um descompasso entre as categorias analíticas usadas para subsidiar a formulação das políticas de inovação amparadas no modelo sistêmico e os instrumentos efetivamente empregados para implementá-las, uma vez que estes instrumentos foram concebidos de acordo com a lógica do modelo linear de inovação (CAVALCANTE, 2013, p. 16).

Esse descompasso apontado tem consequências indesejadas no processo de desenvolvimento tecnológico e econômico do país. Pois, como os principais mecanismo de oferta de bolsas de pesquisa são formulados com base no modelo linear, tem como critério de concessão a produção científica acadêmica, tendo como referência a publicação de artigos (CAVALCANTE, 2013, p. 16).

Esse “descolamento” entre as políticas de inovação e os mecanismos de efetivação da mesma vão se refletir na enorme distância entre as concessões de patentes depositadas pelo Brasil e número de publicações indexadas (CAVALCANTE, 2013, p. 16).

CONCLUSÃO

Como pode ser visto, o Brasil possui uma grande diversidade de alternativas para a produção de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Em comparação com o uso mundial de fontes de energia renovável o Brasil está em posição de destaque tendo uma utilização muito maior de fontes de energia renovável em comparação com outros países.

Neste panorama, o país está comprometido com o alcance das metas estabelecidas na *Agenda 2030* das Nações Unidas e os compromissos de emissões do Acordo de Paris, com adaptações que ora privilegiam sua posição de destaque e ora tem o objetivo de tornar a meta alcançável face a distância entre o objetivo mundial e a realidade brasileira como no caso do aumento necessário da eficiência energética.

Percebe-se que há um enorme potencial para um melhor aproveitamento das fontes de energias renováveis e no desenvolvimento de tecnologias para aproveitamento das energias produzidas (aumento do coeficiente de aproveitamento energético). Esse aprimoramento, ao

que tudo indica, carece de uma aproximação ainda maior entre o setor público e o privado por meio de políticas públicas que viabilizem a PD&I no setor energético do país.

Outras questões foram apontadas como pontos de melhoria como o alto curso tarifário da energia elétrica no Brasil a competitividade chinesa, a questão das dificuldades relacionadas ao investimento público no setor privado e o problema do baixo número de patentes registradas pela país. Estas questões indicam que o Brasil tem tomado diversas medidas, mas ainda há espaço para inúmeras ações de melhoria na PD&I do setor energético brasileiro.

REFERÊNCIAS

ANEEL. *Energia Solar*. (S.l.): Aneel, (s.d.). Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/> e [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf). Acesso em: 29 jun. 2020.

CAVALCANTE, L. R. *Consenso difuso, dissenso confuso: paradoxos das políticas de inovação no Brasil*. Rio de Janeiro: IPEA, 2013. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/radar/temas/politicas-publicas/544-radar-n-13-consenso-difuso-dissenso-confuso-paradoxos-das-politicas-de-inovacao-no-brasil>. Acesso em: 27 jun. 2020.

DA SILVA JÚNIOR, A. F., & DE CAMPOS, M. F. Recentes avanços e tendências em novos materiais para energia renovável. *HOLOS*, v. 8, p. 47-60, mai. 2017. doi: <https://doi.org/10.15628/holos.2016.4315>.

EMPRESA de Pesquisa Energética (Brasil). *Balanço Energético Nacional 2018: Ano base 2017*. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018__Int.pdf. Acesso em: 28 jun. 2020.

EMPRESA de Pesquisa Energética (Brasil). *Balanço Energético Nacional 2019: Ano base 2018*. Rio de Janeiro: EPE, 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

FREEMAN, C., & SOETE, L. *A Economia da Inovação Industrial*. São Paulo: Editora Unicamp, 2008.

FURTADO, J. D. *O Estado da inovação no Brasil: evolução recente e perspectivas* (Não publicado).

INTERNATIONAL Energy Agency *World energy statistics: 2019 edition*. IEA, 2019. Disponível em https://iea.blob.core.windows.net/assets/7aad622c-8e54-4aff-8470-d073ae913903/WORLDBES_Documentation.pdf. Acesso em: 28 jun. 2020.

O CENÁRIO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS NO BRASIL

IPEA. *POLÍTICAS de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações*. Brasília: IPEA, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8337/1/Pol%C3%ADticas%20de%20apoio%20%C3%A0%20inova%C3%A7%C3%A3o%20tecnol%C3%B3gica%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2020.

MINISTÉRIO de Minas e Energia. *Matriz Energética e Elétrica*. (S.l.): Empresa de Pesquisa Energética, (s.d.). Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-eletrica>. Acesso em: 28 jun. 2020.

MORAIS, J. M. *ODS 7 assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos: o que mostra o retrato do Brasil?* (S.l.): IPEA, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9205>. Acesso em: ago. 2020.

MORAIS, M. D., & et al. Bioenergia com resíduos do desdobro da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Rev. de Ciências Agrárias*, v. 42, nº 2, 241-250, jun. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.19084/rca.17170>.

NASCIMENTO, M. B., & et al. Estado da arte dos aterros de resíduos sólidos urbanos que aproveitam o biogás para geração de energia elétrica e biometano no Brasil. *Eng. Sanit. Ambient*, nº 24, nº 1, p. 143-155, fev 2019.

PINTO, L. I., MARTINS, F. R., & PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. *Rev. Ambient. Água*, v. 12, nº 6, p. 1082-1100, dez 2017. doi: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>.

ROCHA, G. D., ANJOS, J. P., & ANDRADE, J. B. Energy trends and the water-energy binomium for Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, v. 87, nº 2, p. 569-594, jun 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140560>.

SILVA, P. F., & FREITAS, T. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. *Cienc. Rural*, 38, nº 3, p. 843-851, jun 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000300044>.