Energia *Energy*

Músico, [S.d.]
Musician, [undated]

Energy

Luciano Losekann¹

Niágara Rodrigues²

The leading trends of energy in Brazil

Two trends have marked the energy markets in Brazil in recent years, the rise in the production of petroleum and natural gas and the dissemination of new renewable sources. These two trends have contributed to the growth in the production of primary energy in Brazil (Graph 13.1). Between 2013 and 2018, the production of primary energy increased at an annual average rate of 3.5%, a performance quite higher than that of the Brazilian economy overall.

These two trends show conflicting aspects. In the global process called energy transition, the growth of renewable energies usually happens to replace fossil sources. This chapter will analyze the conditions that allowed them to be reconciled.

Pre-salt: the transformation of the Brazilian petroleum industry

The discovery of high-productivity oil fields in the pre-salt has changed the dynamics of the petroleum and gas industry in Brazil.

¹ PhD from the Institute of Economics of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) and Coordinator of the Postgraduate Program in Economics (PPGE) of the Fluminense Federal University (UFF).

² PhD from the PPGE/UFF and Professor of Economics at the Rural Federal University of Rio de Janeiro (UFRRJ).

Energia

Luciano Losekann¹

Niágara Rodrigues²

As trajetórias dominantes da energia no Brasil

Duas trajetórias marcaram os mercados de energia no Brasil nos últimos anos, a elevação da produção de petróleo e gás natural e a difusão de novas fontes renováveis. Essas duas trajetórias contribuíram para o crescimento da produção de energia primária no Brasil (Gráfico 13.1). Entre 2013 e 2018, a produção de energia primária cresceu a uma taxa média anual de 3,5%, desempenho bastante superior ao agregado da economia brasileira.

Essas duas tendências apresentam aspectos contraditórios. Usualmente, no processo global chamado de transição energética, o crescimento das energias renováveis ocorre em substituição às fontes fósseis. Nesse capítulo, serão analisadas as condições que possibilitaram conciliá-las.

Pré-sal: a transformação da indústria de petróleo brasileira

A descoberta de campos de petróleo de alta produtividade no pré-sal mudou a dinâmica da indústria de petróleo e gás no Brasil. Inaugurando uma nova frontei-

¹ Doutor pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Universidade Federal Fluminense (UFF).

² Doutora pelo PPGE/UFF e Professora de Economia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Unveiling a new global frontier of the petroleum industry, the development of those fields allowed Brazil to continuously improve the production of petroleum and natural gas over the five-year period ended in 2018. In that period, the Brazilian production of those two sources grew at an annual rate of 5.7%, albeit it had retracted in 2018 (Graph 13.1). In 2018, Brazil was the tenth country with the biggest production of petroleum in the world.

The production of petroleum from pre-salt fields jumped from 302 daily barrels in 2013 to 1.4 million barrels per day in 2018, an annual growth of 36%. That year, the pre-salt production surpassed, for the first time, the post-salt production, which, in turn, dropped 8.0% per year in the same period (ANUÁRIO, 2019). A similar dynamics happened with the production of natural gas in the pre-salt. It increased 43% per year in the five-year period and hit 58 million m³/day, surpassing the post-salt production in 2018.

As the consumption of petroleum derivatives dropped in Brazil, the surplus of petroleum supply is directed to exports. Graph 13.2 points out that the domestic supply³ of petroleum and derivatives dropped 3.1% per year in the 2013-2018 period. Such behavior was established by the drop of 2.3% per year (Graph 13.3) in the consumption of petroleum derivatives in the period, related to the low economic growth. The drop was more significant for fuel oil, energy source used in industry which lost space to natural gas and residues. Gasoline and diesel, the most relevant derivatives used for transportation, also experienced a drop in demand with the dissemination of biofuels.

Brazil was a net importer of petroleum in 2013. Since then, the petroleum exports grew at a rate of 24% per year and reached 1.1 million barrels per day in 2018, a record so far. Petroleum imports fell 14% per year in that period⁴. In 2018, the Brazilian net exports reached 937 thousand petroleum barrels per day (ANUÁRIO, 2019).

³ Domestic supply corresponds to the parcel of supply, production and imports directed to the domestic market. It also corresponds to the consumption plus the transformation losses. Such data are much used in energy analyses and its composition is called energy matrix.

⁴ To better fit the quality of the petroleum to the mix processed in the refineries, Brazil exports and imports petroleum of different qualities.

ra global da indústria de petróleo, o desenvolvimento desses campos possibilitou ao Brasil ampliar continuamente a produção de petróleo e gás natural nos últimos cinco anos encerrados em 2018. Nesse período, a produção brasileira dessas duas fontes cresceu a uma taxa anual de 5,7%, ainda que tenha retraído em 2018 (Gráfico 13.1). Em 2018, o Brasil era o décimo País com maior produção de petróleo no globo.

A produção de petróleo a partir de campos do pré-sal saltou de 302 mil barris diários em 2013 para 1,4 milhões de barris por dia em 2018, um crescimento anual de 36%. Neste ano, a produção do pré-sal superou, pela primeira vez, a produção do pós-sal, que, por sua vez, caiu 8,0% ao ano no mesmo período (ANUÁRIO, 2019). Dinâmica semelhante ocorreu com a produção de gás natural no pré-sal. Aumentou 43% ao ano neste quinquênio e atingiu 58 milhões de m³/dia, superando a produção pós-sal em 2018.

Como o consumo de derivados experimentou queda no Brasil, o excedente de oferta de petróleo é orientado para exportação. O Gráfico 13.2 indica, que a oferta interna³ de petróleo e derivados apresentou queda no período 2013-2018 de 3,1% ao ano. Esse comportamento foi determinado pela queda de consumo de derivados de petróleo no período, de 2,3% ao ano (Gráfico 13.3) relacionado ao baixo crescimento econômico. A queda foi mais representativa para o óleo combustível, fonte energética utilizada na indústria e que perdeu espaço para o gás natural e resíduos. Gasolina e diesel, os derivados mais relevantes utilizados para transporte, também experimentaram queda de demanda, com a difusão dos biocombustíveis.

O Brasil era um importador líquido de petróleo em 2013. Desde então, as exportações de petróleo cresceram a uma taxa de 24% ao ano, e alcançaram 1,1 milhão de barris ao dia em 2018, um recorde até então. As importações de petróleo caíram 14% ao ano nesse período⁴. Em 2018, as exportações líquidas do Brasil alcançaram 937 mil barris de petróleo ao dia (ANUÁRIO, 2019).

No caso dos derivados de petróleo, a capacidade das refinarias nacionais é insuficiente para atender a totalidade da demanda doméstica⁵ e o País é importador.

³ Oferta interna corresponde à parcela da oferta, produção e importação, direcionada ao mercado doméstico, corresponde ao consumo somado às perdas de transformação. É um dado muito utilizado em análises energéticas e sua composição é denominada de matriz energética.

⁴ Para melhor adequar a qualidade do petróleo ao mix de processamento nas refinarias, o Brasil exporta e importa petróleo de diferentes qualidades.

⁵ As unidades de refino operaram em 76% da capacidade instalada em 2018. No entanto, segundo a Petrobras, a operação mais intensa implicaria em custos superiores ao de importação de derivados.

In the case of petroleum derivatives, the capacity of national refineries is insufficient to meet the total domestic demand⁵ and Brazil is an importer. In 2018, the net imports of derivatives added up to 335 thousand barrels/day. A growth of 3.2% per year since 2013. Fifty five percent of the imports correspond to diesel fuel, a traditional bottleneck of the refining structure. Naphtha and liquefied petroleum gas (LPG) are also significantly imported. The imports of gasoline have been growing over the last few years. On the other hand, Brazil exports fuel oil (industrial and maritime) (ANUÁRIO, 2019).

Comparing petroleum production and derivatives consumption, Brazil left a condition of external dependency in 2013 to a condition of exporter (Graph 13.5). In 2013, import needs were of 292 thousand barrels per day, which corresponded to an external dependency⁶ of 9.1%, and the exportable surplus was of 688 thousand barrels per day, in 2018 (ANUÁRIO, 2019). Large imports of natural gas have characterized the Brazilian energy sector since the construction of the Brazil-Bolivia Pipeline. Despite the growth of Brazilian production coming from the pre-salt, a high parcel of gas produced in the fields does not reach the market, due to drainage limitations, and it is reinjected. In 2018, the total production of natural gas in Brazil hit 112 million m³/day and 35 million were reinjected (ANUÁRIO, 2019). Reinjection has grown 27% per year since 2013, reflecting the difficulty to develop the drainage infrastructure of the increasing pre-salt production. In this period, the domestic supply of natural gas changed a little, dropping 1.0% per year (Graph 13.2). Imports of natural gas fell from 45 million m³/day to 29 million m³/day (ANUÁRIO, 2019). As a result, external dependency dropped from 43% to 28% (Graph 13.5), which is still a high rate. Only the supply of coal shows a bigger external dependency, 84% in 2018.

Therefore, the success in the development of pre-salt fields was key to reverse the Brazilian external dependency in energy supply. In 2013, Brazil depended on the external supply to address 14.6% of its energy need. In 2018, it produced an energy surplus of 1.5%.

⁵ The refining units operated at 76% of the installed capacity in 2018. According to Petrobras, more intense operation would imply higher costs than the imports of derivatives.

⁶ External dependency is defined as the difference between derivatives demand, considering the energy equivalence to petroleum, and petroleum production divided by the demand. Exportable surplus exists whenever the external dependency is negative.

Em 2018, a importação líquida de derivados totalizou 335 mil barris/dia. Um crescimento de 3,2% ao ano desde 2013. Cinquenta e cinco por cento das importações corresponderam a óleo diesel, gargalo tradicional da estrutura de refino. Nafta e gás liquefeito de petróleo (GLP) também contam com importações significativas. Nos últimos anos, a importação de gasolina tem crescido. Por outro lado, o Brasil exporta óleo combustível (industrial e marítimo) (ANUÁRIO, 2019).

Dessa forma, confrontando produção de petróleo e consumo de derivados, o Brasil saiu de uma situação de dependência externa em 2013 para uma situação de exportador (Gráfico 13.5). Em 2013, a necessidade de importação era de 292 mil barris por dia, que correspondia a uma dependência externa⁶ de 9,1%, e o excedente exportável foi de 688 mil barris por dia, em 2018 (ANUÁRIO, 2019).

As elevadas importações de gás natural caracterizam o setor de energia brasileiro desde a construção do Gasoduto Brasil-Bolívia. Apesar do crescimento da produção brasileira originada no pré-sal, elevada parcela do gás produzido nos campos não chega ao mercado em função das limitações de escoamento, sendo reinjetado. Em 2018, o total produzido de gás natural no Brasil atingiu 112 milhões de m³/dia e 35 milhões foram reinjetados (ANUÁRIO, 2019). A reinjeção cresceu 27% ao ano desde 2013, refletindo a dificuldade de desenvolver a infraestrutura de escoamento da produção crescente do pré-sal. Nesse período, a oferta interna de gás natural pouco se alterou, caindo 1,0% ao ano (Gráfico 13.2). A importação de gás natural caiu de 45 milhões de m³/dia para 29 milhões de m³/dia (ANUÁRIO, 2019). Assim, a dependência externa caiu de 43% para 28% (Gráfico 13.5), o que ainda é uma taxa elevada. Somente o suprimento de carvão apresenta maior dependência externa, 84% em 2018.

Dessa forma, o sucesso no desenvolvimento de campos do pré-sal foi determinante para reverter a dependência externa brasileira no suprimento de energia. Em 2013, o Brasil dependia de suprimento externo para atender 14,6% de sua necessidade de energia. Em 2018, o Brasil produziu um excedente energético de 1,5%.

Difusão de renováveis: a transição energética brasileira

A dominância fóssil na matriz energética mundial gera impactos ambientais importantes e a pauta de política energética global passou a priorizar a redução da participação do petróleo, carvão e gás natural como forma de mitigar as mudanças

⁶ A dependência externa é definida pela diferença entre demanda de derivados, considerando a equivalência energética com o petróleo, e a produção de petróleo dividida pela demanda. Quando a dependência externa é negativa, há excedente exportável

Dissemination of renewables: the Brazilian energy transition

Fossil dominance in the world energy matrix produces important environmental impacts and the global energy policy agenda began to prioritize the reduction of the share of petroleum, coal and natural gas as a way of mitigating climate changes. The commitment made in the Paris Agreement established national plans to reduce the emissions.

The insertion of Brazil in that international context has its particularities. Due to the availability of renewable resources, Brazil followed a distinct historical path and, today, it counts on a cleaner energy matrix than the world average. Graph 13.7 points out that the share of renewable sources in the Brazilian energy matrix, 45%, is three times higher than the global average and four times higher than in the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) countries.

As shown in Table 13.4, today Brazil only uses 44% of its water potential. Nevertheless, the remaining potential is concentrated in the North Region. Due to the environmental impacts in sensitive areas and to the unfavorable technical and economic characteristics of hydroelectrical projects in plain rivers, the share of the hydroelectrical generation tends to drop. Therefore, the objective to maintain the high share of clean energy in the matrix implies the dissemination of renewable alternatives for generation, particularly wind and solar.

Given both the wind and solar national potential, Brazil has developed incentive mechanisms to foster these energy sources. According to Graph 13.2, the share of renewable sources in the Brazilian energy matrix increases from 40% in 2013 to 45% in 2018. The item other renewables, which includes solar and wind energies, strongly increased, 13.4% per year, albeit it represents a less significant parcel of the domestic energy supply. The products from sugarcane, ethanol and bagasse, also contributed to the advance of the renewable share in the period, though in a slower pace, 1.0% per year.

Between 2013 and 2018, the installed capacity of generation in Brazil grew from 127 gigawatt to 163 gigawatts (BALANÇO, 2019). In 2013, the hydroelectrical generation capacity was 68% of the total and the whole set of non-renewables represented 21%. Still dominant, the hydroelectrical capacity lost share to 64% of the total in 2018. However, the growth of the other renewable sources was able to offset

climáticas. Os compromissos firmados no Acordo de Paris estabeleceram planos nacionais de compromisso de redução de emissões.

A inserção do Brasil neste contexto internacional tem suas peculiaridades. Por conta da disponibilidade de recursos renováveis, o Brasil seguiu uma trajetória histórica distinta e, hoje, conta com uma matriz energética limpa em relação à média mundial. O Gráfico 13.7 aponta que a participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira, 45%, é três vezes superior à média global e quatro vezes superior à dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Como aponta a Tabela 13.4, o Brasil só utiliza atualmente 44% de seu potencial hídrico. No entanto, o potencial remanescente está concentrado na Região Norte. Em função de impactos ambientais em áreas sensíveis e das características técnicas e econômicas desfavoráveis de projetos hidrelétricos em rios de planície, a participação da geração hidrelétrica tende a cair. Assim, objetivo de manter a elevada participação de energia limpa na matriz se traduz na difusão de alternativas renováveis de geração particularmente eólica e solar.

Visto o potencial nacional tanto eólico quanto solar, o Brasil criou mecanismos de incentivos à promoção dessas fontes energéticas. Como percebe-se no Gráfico 13.2, a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira cresce de 40% em 2013 para 45% em 2018. O item outras renováveis, que inclui as energias solar e eólica, apresentou forte crescimento, 13,4% ao ano ainda que represente parcela pouco significativa da oferta interna de energia. Os produtos da cana, etanol e o bagaço, também contribuíram para o avanço da participação renovável no período, mas em ritmo mais modesto, 1,0% ao ano.

Entre 2013 e 2018, a capacidade instalada de geração no Brasil cresceu de 127 gigawatt para 163 gigawatt (BALANÇO, 2019). Em 2013, a capacidade de geração hidrelétrica era 68% do total e o conjunto de não renováveis representava 21%. Em 2018, ainda dominante, a capacidade hidrelétrica perdeu participação para 64% do total. No entanto, o crescimento das demais fontes renováveis foi capaz de compensar a queda relativa da hidrelétrica e as não renováveis reduziram participação para 17%.

A geração eólica foi o destaque dessa dinâmica. Em 2008, sua participação era insignificante. Em 2018, já era a segunda fonte mais importante em capacidade de geração, com 14,4 gigawatt instalados (9,0% do total). Os leilões de expansão foram a forma de contratação do parque eólico, primeiramente em certames dedicados e, progressivamente, em competição com as demais fontes.

the relative drop of the hydroelectrical type, and non-renewables reduced their share to 17%.

Wind generation stood out in this dynamic. In 2008, its share was insignificant. In 2018, it was already the second most important source in generation capacity, with 14.4 gigawatt installed (9.0% of the total). Auctions were the way to expand the wind farms, firstly in dedicated bids and, gradually, in competition with the other sources.

In 2018, Brazil reached the eighth position in installed capacity in wind energy (BOLETIM, 2018). The characteristics of the Brazilian wind potential contributed to the success of its dissemination. Winds show favorable intensity and constancy for the production of electricity. The average utilization factor of the Brazilian wind farms, 38%, is quite higher than the world average, 24% (BOLETIM, 2018).

Solar energy has a big potential in Brazil, but this energy source took longer to take off. Firstly, it was chosen to disseminate solar energy in a centralized way in generation complexes connected to the transmission network traded in auctions like those to expand wind energy.

The incentives for distributed solar generation connected to the network began in 2012, with the implementation of an energy compensation system. In this arrangement, the distributed systems, houses and stores with solar panels can inject surplus energy in the network during the day and retrieve energy when they are not operating, at night. The regulation was improved in 2015 and the distributed solar generation finally took off. In 2019, more than 100 thousand distributed generation systems were available under a compensation regime, adding up to 1.3 gigawatt of generation capacity⁷ (GERAÇÃO, 2019).

Final remarks

The rise in the production of petroleum and gas from pre-salt and the dissemination of new renewable sources, mainly solar and wind, were the two major recent trends of the energy sector in Brazil. As the renewable expansion usually replaces fossil sources, a process called energy transition, these two trends may seem antagonistic.

While the expansion of petroleum production aims at addressing the foreign market and has turned Brazil into a net energy exporter, the expansion of the renewable is associated to the domestic market. In

⁷ Data up to September.

Em 2018, o Brasil alcançou a oitava posição em capacidade instalada em energia eólica (BOLETIM, 2018). As características do potencial eólico brasileiro contribuíram para o sucesso na sua difusão. Os ventos apresentam intensidade e constância favoráveis para a produção de eletricidade. O fator de utilização médio dos parques eólicos brasileiros, 38%, é bastante superior à média mundial, 24% (BOLETIM, 2018).

O Brasil conta com grande potencial da energia solar, mas essa fonte energética demorou a deslançar. Inicialmente apostou-se na difusão da energia solar de forma centralizada em parques geradores conectados à rede de transmissão negociados em leilões de expansão em semelhança à energia eólica.

Os incentivos para a geração solar distribuída conectada à rede iniciaram em 2012, com a implantação de um sistema de compensação de energia. Neste arranjo, os sistemas distribuídos, residências e comércio com painéis solares, podem injetar energia excedente na rede no momento de operação durante o dia e retirar a energia correspondente no momento que não estão operando, à noite. A regulamentação passou por aperfeiçoamentos em 2015 e a geração solar distribuída finalmente deslançou. Em 2019, já havia mais de 100 mil sistemas de geração distribuída em regime de compensação, totalizando capacidade de geração de 1,3 gigawatt⁷ (GERAÇÃO, 2019).

Conclusão

A elevação da produção de petróleo e gás a partir do pré-sal e a difusão de novas fontes renováveis, principalmente solar e eólica, foram as duas principais trajetórias recentes do setor de energia no Brasil. Como, usualmente, a expansão renovável ocorre em substituição às fontes fósseis, em processo chamado de transição energética, essas duas trajetórias podem parecer antagônicas.

No entanto, enquanto a expansão da produção de petróleo é voltada ao atendimento do mercado externo e transformou o País em exportador líquido de energia, a expansão das renováveis está associada ao mercado doméstico. Ou seja, a estrutura do uso de energia no Brasil, a matriz energética, se caracteriza pela ampliação da participação renovável, mesmo com o crescimento recente da produção de petróleo e gás. As duas trajetórias foram cruciais para o Brasil atender aos objetivos mais relevantes da política energética atual: a segurança de abastecimento e uma matriz limpa.

⁷ Dados até setembro.

other words, the structure of energy use in Brazil, the energy matrix, is characterized by the improvement of the renewable share, even with the recent growth of the production of petroleum and gas. The two trends were crucial for Brazil to meet the most relevant objectives of the current energy policy: supply security and a clean matrix.

References

ANUÁRIO ESTATÍSTICO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS 2019. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2019. Available from: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico>>. Cited: May 2020.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2019. Ano base 2018. Brasília, DF: Empresa de Pesquisa Energética, 2019. Available from: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>>. Cited: May 2020.

BOLETIM ANUAL DE GERAÇÃO EÓLICA. São Paulo: Associação Brasileira de Energia Eólica, 2018. Available from: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf>. Cited: May 2020.

GERAÇÃO distribuída: infográficos. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019. Available from: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/19367596/01.png/686e30c8-892e-e871-daa7-05f251827876?t=1571157566720>>. Cited: May 2020.

WORLD ENERGY OUTLOOK 2018. Paris: International Energy Agency, 2019. Available from: <<https://webstore.iea.org/download/summary/190?fileName=English-WEO-2018-ES.pdf>>. Cited: May 2020.

Translated by: La-Fayette Côrtes Neto

Referências

ANUÁRIO ESTATÍSTICO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS 2019. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico>>. Acesso em: maio 2020.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2019. Ano base 2018. Brasília, DF: Empresa de Pesquisa Energética, 2019. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-ben>>. Acesso em: maio 2020.

BOLETIM ANUAL DE GERAÇÃO EÓLICA. São Paulo: Associação Brasileira de Energia Eólica, 2018. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf>. Acesso em: maio 2020.

GERAÇÃO distribuída: infográficos. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/19367596/01.png/686e30c8-892e-e871-daa7-05f251827876?t=1571157566720>>. Acesso em: maio 2020.

WORLD ENERGY OUTLOOK 2018. Paris: International Energy Agency, 2019. Disponível em: <<https://webstore.iea.org/download/summary/190?fileName=English-WEO-2018-ES.pdf>>. Acesso em: maio 2020.

Tabela 13.1 - Dados gerais de energia - 2016-2018*Table 13.1 - General energy data - 2016-2018*

Especificação/ Item	Unidade/ Unit	2016	2017	2018
Oferta interna de energia/ <i>Domestic energy supply</i>	10 ⁶ tep/ 10 ⁶ toe	288	293	289
<i>Per capita/</i> <i>Per capita</i>	tep/hab toe/inhab	1,39	1,41	1,38
Por PIB/ <i>Per GDP</i>	tep/1 000 US\$ toe/1,000 US\$	0,100	0,099	0,097
Consumo final de energia/ <i>Final energy consumption</i>	10 ⁶ tep/ 10 ⁶ toe	255	259	256
Geração de eletricidade/ <i>Electricity generation</i>	TWh TWh	579	589	601
Produção de petróleo/ <i>Petroleum production</i>	10 ³ b/d / 10 ³ b/d	2 594	2 702	2 670
Importação total de energia/ <i>Total energy imports</i>	10 ³ bep/d / 10 ³ boe/d	1.255	1.405	1.346
Exportação total de energia/ <i>Total energy exports</i>	10 ³ bep/d / 10 ³ boe/d	1 084	1 277	1 363

Fonte/Source : Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020.

Nota: tep - tonelada equivalente de petróleo; bep - barril equivalente de petróleo; b/d - barril por dia; produção de petróleo inclui óleo de xisto e líquidos de gás natural.

Note: toe - tonne of oil equivalent; boe - barrel of oil equivalent; b/d - barrel per day.

Tabela 13.2 - Geração de energia elétrica - 2017-2018
Table 13.2 - Generation of Electricity - 2017-2018

Grandes Regiões e Unidades da Federação/ Major Regions and Federation Units	Geração de energia elétrica/ Electricity generation		Percentual de crescimento (2018/2017)
	2017	2018	
	GWh/ GWh		Percentage growth (2018/2017)
Brasil/ Brazil	587 962	601 396	2,3
Rondônia	34 238	36 625	7,0
Acre	189	242	28,3
Amazonas	7 070	8 813	24,7
Roraima	120	302	152,4
Pará	43 002	54 142	25,9
Amapá	2 660	3 161	18,8
Tocantins	7 484	9 308	24,4
Maranhão	14 400	13 209	-8,3
Piauí	5 552	7 068	27,3
Ceará	15 547	12 957	(-) 16,7
Rio Grande do Norte	15 922	16 052	0,8
Paraíba	1 895	1 838	(-) 3,0
Pernambuco	11 767	10 570	(-) 10,2
Alagoas	6 138	5 950	(-) 3,1
Sergipe	2 979	2 834	(-) 4,9
Bahia	21 827	25 911	18,7
Minas Gerais	44 922	44 239	(-) 1,5
Espírito Santo	7 990	9 472	18,6
Rio de Janeiro	57 965	51 496	(-) 11,2
São Paulo	72 576	66 495	(-) 8,4
Paraná	96 817	93 737	(-) 3,2
Santa Catarina	21 150	22 425	6,0
Rio Grande do Sul	30 230	30 673	1,5
Mato Grosso do Sul	24 129	25 209	4,5
Mato Grosso	19 952	23 513	17,8
Goiás	21 375	25 058	17,2
Distrito Federal/ Federal District	67	98	47,0

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020.

Nota: Inclusive geração de autoprodutores./Note:Including generation from auto-producers.

Tabela 13.3 - Produção de petróleo e oferta interna de energia, por países selecionados - 2018

Table 13.3 - Petroleum production and total primary energy supply, by selected countries - 2018

Países selecionados/ Selected countries	Produção de petróleo 1 000 bbl/dia (1) / Petroleum production 1,000 barrels per day (1)	Oferta interna de energia/ Total primary energy supply	
		Total 10 ⁶ tep/ Total 10 ⁶ toe	tep per capita/ toe per capita
Alemanha/ Germany	67	298	3,60
Argentina/ Argentina	522	85	1,92
Brasil/ Brazil	2 670	289	1,38
Canadá/ Canada	5 106	300	8,08
Chile/ Chile	8	39	2,10
Estados Unidos/ United States	13 396	2 228	6,79
França/ France	17	245	3,65
Itália/ Italy	99	151	2,50
Japão/ Japan	8	427	3,38
Reino Unido/ United Kingdom	1 022	177	2,66

Fonte/Source: International Energy Agency - IEA.

Nota: Oferta Interna de Energia representa toda a energia necessária para movimentar a economia do País. Inclui o consumo final nos setores econômicos e residencial; e as perdas na transformação, distribuição e armazenamento de energia. Quando desagregada por fonte recebe também a denominação de Matriz Energética. / Note: Primary energy supply represents all necessary energy to run the economy of the country. It includes the final consumption in households and business sectors, the losses in energy manufacturing, distribution and storing. When disaggregated by source, it is also called Energy Matrix.

(1) Inclusive NGL - Líquidos de Gás Natural. / (1) Including NGL - Natural Gas Liquids.

Gráfico 13.1 - Produção de energia primária - Brasil - 2006-2018

Graph 13.1 - Primary energy production - Brazil - 2006-2018

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020. (1) Outras renováveis inclui energia eólica, energia solar, biodiesel, lixívia e outros resíduos renováveis/ (1) Other renewables includes wind, solar, biodiesel, black liquor and other renewable wastes. (2) Outras não renováveis inclui carvão mineral vapor e metalúrgico, urânio e gases industriais/ (2) Other non-renewables includes steam and metallurgical coal, Uranium and industrial gases.

Tabela 13.4 - Potencial hidrelétrico, segundo as bacias hidrográficas - 2019*Table 13.4 - Hydroelectric potential, by river basins - 2019*

Bacias hidrográficas/ <i>River basins</i>	Potencial hidrelétrico (Potência instalada-MW)/ <i>Hydroelectric potential (Installed power- MW)</i>				
	Total/ <i>Total</i>	Em operação/ <i>In operation</i>	Inventário/ <i>Inventory</i>	Estimado/ <i>Estimated</i>	Outros (1)/ <i>Other (1)</i>
Total/ Total	246 394	108 860	72 913	43 495	21 126
Amazônica/ <i>Amazon</i>	94 959	23 978	38 533	30 595	1 854
Tocantins/ <i>Tocantins</i>	27 023	13 383	8 341	1 875	3 425
Atlântico Norte e Nordeste/ <i>North and Northeast Atlantic</i>	2905,4	812	871	707	516
São Francisco/ <i>São Francisco</i>	22 600	10 780	3 667	1 561	6 592
Atlântico Leste/ <i>Eastern Atlantic</i>	13 818	5 477	5 737	1 300	1 304
Paraná/ <i>Paraná</i>	62 916	44 140	9 814	5 086	3 877
Uruguai/ <i>Uruguay</i>	11 750	6 467	4 034	342	907
Atlântico Sudeste/ <i>Southeast Atlantic</i>	10 423	3 823	1 918	2 031	2 651

Fonte/Source: Potencial hidrelétrico brasileiro por bacia hidrográfica. In: Eletrobras. Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (Sipot). Rio de Janeiro: [2019]. Disponível em/Available from: <https://eletrobras.com/pt/_layouts/15/osssearchresults.aspx?u=https%3A%2F%2Feletrobras%2Ecom%2Fpt&k=POTENCIAL%20hidrel%C3%A9trico%20brasileiro%20por%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020.

Nota: Dados de dezembro 2019./Note: Data for December 2019.

(1) Os resultados consideram os aproveitamentos nos estágios de inventário, projeto básico e construção./ The results include the potential harnessed in the phases of inventory, basic project and construction.

Gráfico 13.2 - Evolução da oferta interna de energia - Brasil - 2006-2018

Graph 13.2 - Primary Energy Supply - Brazil - 2006-2018

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE Brasil - Ministério de Minas e Energia - MME / Brasília, DF. Disponível em/Available from: <<https://mme.gov.br>>. Acesso em: Janeiro 2020/Cited: January 2020. (1) Outras renováveis inclui energia eólica, energia solar, biodiesel, lixívia e outros resíduos renováveis/(1) Other renewables includes wind, solar, biodiesel, black liquor and other renewable wastes. (2) Outras não renováveis inclui carvão mineral vapor e metalúrgico, urânio e gases industriais/(2) Other non-renewables includes steam and metallurgical coal, Uranium and industrial gases.

Gráfico 13.3 - Evolução do consumo final de energia, por fonte - Brasil - 2006-2018

Graph 13.3 - Evolution of final energy consumption, by source - Brazil - 2006-2018

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: Jan. 2020/Cited: Jan. 2020. (1) Bioenergia líquida inclui etanol anidro e hidratado, e biodiesel/(1) Liquid bioenergy includes anyrous and hydrated ethanol, and biodiesel.

Gráfico 13.4 - Evolução do consumo final de energia, por setor - Brasil - 2006-2018

Graph 13.4 - Evolution of final energy consumption, by sector - Brazil - 2006-2018

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020.

Gráfico 13.5 - Dependência externa de energia, por fonte - Brasil - 2006-2018

Graph 13.5 - Dependence on foreign energy, by source - Brazil - 2006-2018

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020. Nota: Valores positivos correspondem à exportação líquida (exportação maior do que importação) e valores negativos, à importação líquida. / Note: Positive values correspond to the net export rate (exports higher than imports) and negative values, to the net import rate.

Gráfico 13.6 - Evolução do consumo final de energia em relação ao valor agregado, por setor - Brasil - 2006-2018

Graph 13.6 - Final energy consumption in relation to the value added, by sector - Brazil - 2006-2018

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020.

Nota: Dólar constante PPC de 2011. / Note: PPC dollar of 2011.

(1) Inclusive consumo residencial. / (1) Including residential consumption.

Serviços: não inclui transportes. / Services: not including transportation.

Gráfico 13.7 - Participação de fontes renováveis na matriz energética - 2018

Graph 13.7 - Share of renewable sources in the energy matrix - 2018

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em/Available from: <<http://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/default.aspx>>. Acesso em: jan. 2020/Cited: Jan. 2020.