

Energia

Energy



Ronaldo Gomes de Oliveira Caã

Sergipe é uma festa, 2011

Sergipe is a feast

Energy

*Milthon Serna Silva*¹

A decade of energy evolution in Brazil

The use of fossil fuels in the world energy matrix exerts harmful impacts on the environment, mainly due to the emission of carbon dioxide (CO₂). For this reason, reducing the use of oil, coal and natural gas has been a priority in the agenda of world energy policy in recent years, as a measure intended to mitigate climate changes. It was so established in the Paris Agreement, during the United Nations Conference on Climate Change, in 2015, signed by 195 countries, with national plans to be formulated aiming at the reduction of emissions.

Production of energy in Brazil

In Brazil, the energy market in the last decade was characterized by an increase in production of primary energy, and by the evolution of domestic and final consumption of energy (Graph 13.1, 13.2 and 13.3). These three processes are interrelated and followed similar paths in the period between 2008 and 2020. Production of primary energy, considering all types of energy sources, increased by about 50.0% in the last decade; the domestic supply of energy had an increment of 35.0%, approximately, and annual consumption advanced 17.0%, with a performance that exceeded that of most developed countries.

¹ PhD in Engineering from the University of São Paulo (USP) with a postdoctoral degree in Renewable Energy from the Brandenburg University of Technology (BTU, Germany).

Energia

Milthon Serna Silva¹

Uma década de evolução energética do Brasil

A utilização de combustíveis fósseis na matriz energética mundial gera impactos prejudiciais ao meio ambiente, principalmente pela emissão do dióxido de carbono (CO₂). Por este motivo a pauta da política energética mundial nos últimos anos passou a priorizar a redução da participação do petróleo, carvão e gás natural como medida para mitigar mudanças climáticas. Foi, assim, estabelecido através dos compromissos firmados no Acordo de Paris, durante a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, em 2015, e assinado por 195 países, definindo planos nacionais para redução de emissões.

Produção de energia no Brasil

No Brasil, o mercado energético na última década foi marcado pelo incremento da produção da energia primária, e da evolução da oferta interna e do consumo final de energia (Gráficos 13.1, 13.2 e 13.3). Esses três processos estão inter-relacionados e nos últimos doze anos, entre 2008 e 2020, sofreram trajetórias parecidas. A produção de energia primária, considerando todos os tipos de fontes energéticas, aumentou em média 50,0% na última década; a oferta interna de energia teve o

¹ Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP) e Pós-doutorado em Energias Renováveis pela Brandenburg University of Technology (BTU, Alemanha)

In the last twelve years, Brazil has recorded considerable increase in installation of renewable energy plants, with a highlight to wind and photovoltaic sources, which recorded an annual growth of 15.8% (Graph 13.1). According to the Global Wind Energy Council (GLOBAL..., 2021) and the International Agency for Renewable Sources (International Renewable Energy Agency - IRENA) (RENEWABLE..., 2021), Brazil, in 2021, was the sixth biggest producer of wind energy onshore, a total of 17.7 gigawatt, and the fourteenth biggest producer of photovoltaic energy, with 10.0 gigawatt of installed power.

The exploration of the pre-salt resulted in high productivity from petroleum and gas extraction in Brazil. The development of these fields made it possible for Brazil to continuously expand the production of such inputs, from 2008 to 2020, leading to annual growth rates of 4.78% (petroleum) and 8.95% (natural gas) in the last 13 years.

According to the Brazilian Petroleum and Gas Institute (IBP), in 2020, Brazil was the ninth biggest producer of petroleum in the world, with an output of 3,026 thousand barrels a day, and, considering crude oil alone, the country was in the eighth position.

Currently, in Brazil, the production of petroleum from the post-salt is lower than that of the pre-salt, representing 3.0% of the world production.

Domestic supply of energy

In the last twelve years, the consumption of energy grew significantly in Brazil, a phenomenon that coincided with the increase of domestic supply², mainly due to the expansion of distributed generation. As observed in Graph 13.2, three energy sources had a rate of annual increase above 2.0%: renewable sources, 9.9%; natural gas, 3.1%; and sugarcane products, 2.2%. Due to effects of the COVID-19 pandemic, considering all the energy sources in Brazil, domestic supply dropped by approximately 1.4% in 2020.

With regard to hydroelectric energy, there has been continuous decrease in use in Brazil as a result of the growth of renewable sources and also because of its unfavorable technical and economic characteristics and of the environmental impacts that it can have on sensitive areas such as the Amazon.

² Domestic supply corresponds to the share of supply, production, and imports, directed to the domestic market and that corresponds to consumption added to manufacturing changes. It is a significant item used in energy analyses and its composition is called energy matrix

incremento de 35,0%, aproximadamente, e o consumo anual experimentou a evolução de 17,0%, desempenho superior à maioria dos países desenvolvidos.

Nos últimos doze anos, o Brasil experimentou um forte crescimento na instalação de usinas de energia renovável, destacando-se as fontes eólica e fotovoltaica, que tiveram um crescimento anual de 15,8% (Gráfico 13.1). De acordo com o Global Wind Energy Council (GLOBAL..., 2021) e a Agência Internacional para as Energias Renováveis (International Renewable Energy Agency - IRENA) (RENEWABLE..., 2021), o Brasil, em 2021, era o sexto maior produtor mundial de energia eólica *onshore*, com 17,7 gigawatt, e décimo quarto de energia fotovoltaica, com 10,0 gigawatt de potência instalada.

A exploração do pré-sal permitiu ao Brasil alta produtividade na extração de petróleo e gás. O desenvolvimento desses campos possibilitou ao Brasil ampliar continuamente a produção desses insumos, de 2008 a 2020, permitindo crescer a uma taxa anual nos últimos 13 anos de 4,78% (petróleo) e 8,95% (gás natural).

Segundo o Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP), em 2020, o Brasil foi o nono maior produtor de petróleo no mundo, com 3.026 mil barris por dia, e se considerarmos apenas a produção do óleo cru, o Brasil sobe para oitava posição.

Atualmente, no Brasil, a produção de petróleo do pós-sal é inferior ao do pré-sal representando 3,0% da produção mundial.

Oferta interna de energia

Nos últimos doze anos, o consumo de energia experimentou um significativo aumento no Brasil. Esse fenômeno foi acompanhado pelo crescimento da oferta interna², principalmente pelo aumento da geração distribuída. Como observado no Gráfico 13.2, três fontes de energia tiveram a taxa de crescimento anual maior de 2,0%: fontes renováveis 9,9%; gás natural 3,1%; e derivados da cana de açúcar 2,2%. Pelo efeito da pandemia de COVID-19, considerando todas as fontes de energia no Brasil, a oferta interna teve em 2020 uma queda de aproximadamente 1,4%.

Tratando-se de geração hidroelétrica, a utilização dessa fonte energética no Brasil tem diminuído continuamente devido ao aumento das fontes renováveis, tanto por suas características técnicas e econômicas desfavoráveis, quanto pelos impactos ambientais que pode ocasionar em áreas sensíveis como a Amazônia, por exemplo.

² Oferta interna corresponde à parcela da oferta, produção e importação, direcionada ao mercado doméstico e corresponde ao consumo somado às perdas de transformação. É um dado muito utilizado em análises energéticas e sua composição é denominada matriz energética.

It is worth mentioning that, in 2020, the national output of petroleum³ increased by 5.7% and hit 2.9 million barrels/day. The increase was led by the supply of pre-salt oil, which reached the average of two million barrels/day in the year, about 69.4% of the national production. In the same respect, the production of natural gas recorded an increase of 4.3%, in the eleventh year of increase in a row, when the overall figure reached 128 million m³/day (ANUÁRIO..., 2021).

Despite the increase of the Brazilian production derived from the pre-salt, a significant part of the gas produced in the fields does not reach the market due to flow limitations and to gas imported from Bolivia (Brazil-Bolivia Pipeline, 3,150km long, built in 1997). So, part of the gas produced in Brazil returns to the production fields, being injected back into the wells.

On the other hand, in Brazil, the national output of petroleum products increased by 3.4%, in 2020, and reached 1.9 million barrels/day, approximately 77.2% of the installed refining capacity. The Country exported, in 2021, a significant amount of fuel oil for industrial and marine use, adding up to 67.6 million tonnes of petroleum (ANUÁRIO..., 2021). The sales of petroleum products by distributors dropped 4.3% due to effects of the de COVID-19 pandemic.

Considering the biofuel sector, the output of biodiesel, in 2020, was 9.0% above that in the previous year, mainly as a result of the increase in concentration of diesel blends, but the output of ethanol was 7.1% smaller, and reached 32.8 billion liters.

Brazil, in 2021, exceeded one million consuming units with self-generation of photovoltaic solar energy. This mode represents more than 8.6 gigawatt of operational installed power, being responsible for more than R\$ 44 billion in new investments, and having generated more than 260 thousand jobs, since 2012, according to the Brazilian Photovoltaic Solar Energy Association (ABSOLAR).

Final consumption of energy

In 2020, final consumption of energy (Graph 13.3) was distributed between the energetic (11.75%), commercial (3.27%), public (1.65%), residential (11.40%), agricultural (5.38%), transportation (32.78%) and industrial (33.77%) sectors (BALANÇO..., 2021). Between 2008 and

³ Code used by electricity concessionaires to indicate a Consuming Unit connected to the electrical grid. Currently, not only a consuming unit but also a producing unit. (Prosumer = producer + consumer).

Vale ressaltar que, em 2020, a produção nacional de petróleo³ cresceu 5,7% atingindo 2,9 milhões de barris/dia. Esta elevação foi liderada pela oferta de petróleo do pré-sal, que alcançou a média de dois milhões de barris/dia no ano, cerca de 69,4% da produção do País. No mesmo sentido, a produção de gás natural teve acréscimo de 4,3%, sendo o décimo primeiro ano consecutivo de aumento, atingindo 128 milhões de m³/dia (ANUÁRIO..., 2021).

Apesar do crescimento da produção brasileira originada no pré-sal, boa parte do gás produzido nos campos não chega ao mercado em função das limitações de escoamento e da importação do gás boliviano (Gasoduto Brasil-Bolívia, construído em 1997, com 3 150 km de percurso). De maneira que, parte do gás produzido no Brasil retorna aos campos de produção, injetado de volta aos poços.

Por outro lado, no Brasil a produção nacional de derivados de petróleo cresceu 3,4%, em 2020, e atingiu 1,9 milhão de barris/dia, em torno de 77,2% da capacidade instalada de refino. O País exportou, em 2021, também uma boa quantidade de óleo combustível industrial e marítimo, totalizando 67,6 milhão de toneladas de petróleo (ANUÁRIO..., 2021). Já as vendas de derivados pelas distribuidoras registraram queda de 4,3%, em função dos efeitos da pandemia de COVID-19.

No setor de biocombustíveis, a produção de biodiesel, em 2020, foi 9,0% superior ao ano anterior em decorrência, principalmente, do aumento do teor de mistura ao óleo diesel, mas a produção de etanol foi 7,1% inferior, atingindo 32,8 bilhões de litros.

O Brasil, em 2021, ultrapassou a marca de um milhão de unidades consumidoras com geração própria de energia de fonte solar fotovoltaica. Esta modalidade representa mais de 8,6 gigawatt de potência instalada operacional, sendo responsável pela atração de mais de R\$ 44 bilhões em novos investimentos, agregando mais de 260 mil empregos, desde 2012, de acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR).

Consumo final de energia

Em 2020, o consumo final de energia (Gráfico 13.3) distribuiu-se entre os setores energético (11,75%), comercial (3,27%), público (1,65%), residencial (11,40%), agropecuário (5,38%), transportes (32,78%) e industrial (33,77%) (BALANÇO..., 2021). Entre 2008 e

³ Código utilizado pelas concessionárias de energia elétrica para indicar uma Unidade Consumidora ligada à rede elétrica. Atualmente não só consumidora, como, também, geradora (Prosumer = produtor + consumidor).

2018, there was continuous increase of consumption by all the sectors at an annual rate of 1.0%. In 2019, however, there was a decrease by 2.8% in the industrial sector. In 2020, as a consequence of the COVID-19 pandemic, the reduction of economic activity interrupted a trend to increase; consumption in all the sectors recorded a decrease of, approximately, 3.2%. Residential consumption was the only type to record increase (3.0%, Graph 13.4), because of work from home. That allowed Brazil to install, in 2020, 135 thousand generation systems distributed according to a power compensation scheme, with a total installed capacity of 2.56 gigawatt.

The performance in the period 2008 - 2018 was a result of the small increase in economy that led to insignificant expansion of consumption of petroleum products (1.0% a year). This low rate was most representative of fuel oil, the energy source used in industry, and that lost its position to natural gas, and organic waste. Gasoline and diesel, the most relevant products used for transportation, also recorded a decrease in participation after the advance of biofuels, such as ethanol.

Incentives to solar distributed generation connected to the electrical grid started in 2012, with the implementation of a power compensation scheme (ANEEL Resolution 482, of 04.14.2012). In this arrangement, the distributed systems formed by solar panels installed in homes and small and medium sized commercial establishments, can inject exceeding power into the grid during the day and withdraw the corresponding power when they are not operating, at night. This regulation went through changes in 2015 (ANEEL Resolution 687, of 11.24.2015). All this regulation, as well as the gradual reduction of price of the equipment used made it possible for solar generation distribution to take off eventually.

Law 14300, of 01.06.2022, went into effect in January 2022, and established the legal framework for Distributed Generation in Brazil.

All this process can also be evidenced by evolution of energy consumption in relation to aggregated value by sector (Graph 13.6).

Conclusion

In Brazil, from 2008 to 2020, production of petroleum and gas rose after the pre-salt and the increase of generation from renewable sources, mainly solar and wind.

Most regularly, renewable sources rise as substitutes for fossil fuels, in a process called energy transition. Nevertheless, whereas the increase

2018, houve crescimento continuado do consumo em todos os setores a uma taxa anual de 1,0%. No entanto, em 2019 houve uma queda de 2,8% no setor industrial. Em 2020, pelos efeitos da pandemia de COVID-19, a redução da atividade econômica interrompeu a tendência de crescimento; o consumo em todos os setores sofreu queda em aproximadamente 3,2%. Ao contrário, apenas o consumo residencial aumentou (3,0%, Gráfico 13.4), este em razão do trabalho remoto, ou, *home office*. Isto permitiu com que o Brasil, em 2020, instalasse 135 mil sistemas de geração distribuída em regime de compensação, totalizando a capacidade instalada de 2,56 gigawatt.

O comportamento no período de 2008 a 2018 foi determinado pelo baixo crescimento econômico que propiciou o aumento inexpressivo do consumo de derivados de petróleo (1,0% ao ano). Essa taxa baixa foi mais representativa para o óleo combustível, fonte energética utilizada na indústria, que perdeu espaço para o gás natural e resíduos orgânicos. Gasolina e diesel, os derivados mais relevantes utilizados para transporte, também experimentaram redução de participação na demanda, com a difusão dos biocombustíveis a exemplo do etanol.

Os incentivos para a geração solar distribuída conectada à rede iniciaram, em 2012, com a implantação do sistema de compensação de energia (Resolução ANEEL 482, de 14.04.2012). Neste arranjo, os sistemas distribuídos constituídos de painéis solares instalados em residências e comércio de pequeno e médio porte, 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. Essa regulamentação passou por aperfeiçoamentos, em 2015 (Resolução ANEEL 687, de 24.11.2015). Toda essa regulamentação, assim como a redução gradual dos preços dos equipamentos utilizados possibilitou que a geração solar distribuída finalmente deslanchasse.

Em janeiro de 2022 entrou em vigor a Lei n. 14.300, de 06.01.2022, que estabeleceu o marco legal para a Geração Distribuída no Brasil.

Todo esse processo também pode ser evidenciado pela evolução do consumo de energia em relação ao valor agregado setorial (Gráfico 13.6).

Conclusão

No Brasil, de 2008 a 2020, tivemos a elevação da produção de petróleo e gás a partir do pré-sal e a ampliação da geração das fontes renováveis, principalmente solar e eólica.

Normalmente, a expansão renovável ocorre em substituição às fontes fósseis, no processo chamado transição energética. No entanto, enquanto a expansão da produção de petróleo é voltada ao atendimento do mercado externo e trans-

of petroleum production is aimed at the foreign market and has turned the Country into an exporter of net power, the expansion of renewable sources relates to the domestic market, mainly for homes. That is, the profile of energy consumption in Brazil – the energy matrix – is characterized by the increased participation of renewable sources, despite the recent growth in the production of oil? and gas. This characteristic of the performance of energy in Brazil can be noticed as we observe the evolution of output, supply and consumption of energy during the aforementioned period.

References

ANUÁRIO ESTATÍSTICO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS 2021. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, 2021. Available from: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2021/anuario-2021.pdf>. Cited: Mar. 2022.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2021. Ano base 2020. Brasília, DF: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2021. Available from: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Cited: Mar. 2022.

GLOBAL WIND ENERGY REPORT 2021. Brussels: Global Wind Energy Council, 2021. Available from: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>. Cited: Mar. 2022.

RENEWABLE capacity statistics 2021. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency - Irena, 2021. Available from: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2021.pdf. Cited: Mar. 2022.

WORLD ENERGY OUTLOOK 2021. Paris: International Energy Agency - IEA, 2021. Available from: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-outlook-2021-free-dataset>. Cited: Mar. 2022.

Translated by: Aline Milani Romeiro Pereira

formou o País em exportador de energia líquida, a expansão das renováveis se associa ao mercado interno, principalmente ao doméstico. Ou seja, o perfil do consumo de energia no Brasil - a matriz energética - se caracteriza pela ampliação da participação das renováveis, mesmo com o crescimento recente da produção de petróleo e gás. Essa característica do comportamento da energia no Brasil pode ser observada pela evolução da produção, oferta e consumo final de energia nesse período..

Referências

ANUÁRIO ESTATÍSTICO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS 2021. Rio de Janeiro: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2021/anuario-2021.pdf>. Acesso em: mar. 2022.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2021. Ano base 2020. Brasília, DF: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>. Acesso em: mar. 2022.

GLOBAL WIND ENERGY REPORT 2021. Brussels: Global Wind Energy Council, 2021. Disponível em: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>. Acesso em: mar. 2022.

RENEWABLE capacity statistics 2021. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency - Irena, 2021. Disponível em: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2021.pdf. Acesso em: mar. 2022.

WORLD ENERGY OUTLOOK 2021. Paris: International Energy Agency - IEA, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-outlook-2021-free-dataset>. Acesso em: mar. 2022.

Tabela 13.1 - Dados gerais de energia - 2018-2020*Table 13.1 - General energy data - 2018-2020*

Especificação/ Item	Unidade/ Unit	2018	2019	2020
Oferta interna de energia/ <i>Domestic energy supply</i>	10 ⁶ tep/ <i>10⁶ toe</i>	290	294	288
<i>Per capita/</i> <i>Per capita</i>	tep/hab <i>toe/inhab</i>	1,38	1,39	1,35
Por PIB/ <i>Per GDP</i>	tep/1 000 US\$ <i>toe/1,000 US\$</i>	0,095	0,095	0,097
Consumo final de energia/ <i>Final energy consumption</i>	10 ⁶ tep/ <i>10⁶ toe</i>	257	260	255
Geração de eletricidade/ <i>Electricity generation</i>	TWh <i>TWh</i>	601	626	621
Produção de petróleo/ <i>Petroleum production</i>	10 ³ b/d / <i>10³ b/d</i>	2 664	2 859	3 014
Importação total de energia/ <i>Total energy imports</i>	10 ³ bep/d / <i>10³ boe/d</i>	1 341	1 313	1 189
Exportação total de energia/ <i>Total energy exports</i>	10 ³ bep/d / <i>10³ boe/d</i>	1 363	1 525	1 753

Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.

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; 1 tep = 7,05 bep (barril equivalente de petróleo)

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

Tabela 13.2 - Geração de energia elétrica - 2019 - 2020
Table 13.2 - Generation of Electricity - 2019 - 2020

Grandes Regiões e Unidades da Federação/ <i>Major Regions and Federation Units</i>	Geração de energia elétrica/ Electricity generation		
	2019	2020	Percentual de crescimento (2020/2019) <i>Percentage growth (2020/2019)</i>
	GWh/ GWh		
Brasil/ Brazil	626 328	621 250	(-) 0,8
Rondônia	39 068	35 271	(-) 9,7
Acre	252	257	1,9
Amazonas	10 455	10 811	3,4
Roraima	1 102	1 262	14,5
Pará	58 628	60 793	3,7
Amapá	3 192	2 645	(-) 17,1
Tocantins	8 373	10 383	24,0
Maranhão	13 209	13 634	3,2
Piauí	7 765	8 172	5,2
Ceará	14 396	10 345	(-) 28,1
Rio Grande do Norte	16 273	17 896	10,0
Paraíba	1 570	1 501	(-) 4,4
Pernambuco	10 166	10 151	(-) 0,1
Alagoas	8 211	13 976	70,2
Sergipe	4 186	8 015	91,5
Bahia	32 342	37 867	17,1
Minas Gerais	53 108	62 250	17,2
Espírito Santo	8 457	10 141	19,9
Rio de Janeiro	51 725	47 940	(-) 7,3
São Paulo	68 718	68 607	(-) 0,2
Paraná	81 733	66 728	(-) 18,4
Santa Catarina	22 971	16 590	(-) 27,8
Rio Grande do Sul	31 629	26 107	(-) 17,5
Mato Grosso do Sul	25 458	25 479	0,1
Mato Grosso	26 772	24 567	(-) 8,2
Goiás	26 456	29 685	12,2
Distrito Federal/ Federal District	115	176	53,4

Fonte/Source : Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from : <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited : Jan . 2022.

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 - 2019

Table 13.3 - Petroleum production and total primary energy supply, by selected countries - 2019

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	62	294	3,52
Argentina/ Argentina	598	79	1,77
Brasil/ Brazil	2 859	294	1,39
Canadá/ Canada	5 268	306	8,17
Chile/ Chile	10	41	2,18
Estados Unidos/ United States	14 753	2 213	6,72
França/ France	17	242	3,72
Itália/ Italy	91	149	2,46
Japão/ Japan	8	415	3,27
Reino Unido/ United Kingdom	1 041	171	2,53

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 .

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/ <i>Other</i>
Total/ <i>Total</i>	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

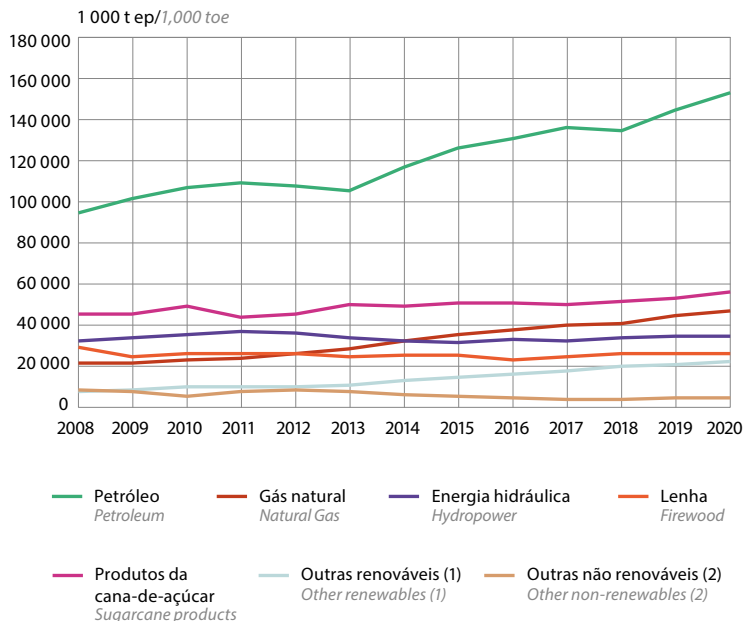
Fonte/Source: Potencial hidrelétrico brasileiro por bacia hidrográfica. In: Eletrobras. Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (Sipot). Rio de Janeiro: [2019]. Disponível em/Available from: https://eletrobras.com/pt/_layouts/15/osssearchresults.aspx?u=https%3A%2F%2Feletobras%2Ecom%2Fpt&k=POTENCIAL%20hidrel%C3%A9trico%20brasileiro%20por%20bacia%20hidrogr%C3%A1fica. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.

Nota1: Dados de dezembro 2019./ Note: Data for December 2019.

2: A coluna "outros" considera os aproveitamentos nos estágios de inventário, projeto básico e construção./ Note: The column "Other" considers the potential in the phases of inventory, basic project and construction.

Gráfico 13.1 - Produção de energia primária - Brasil - 2008-2020

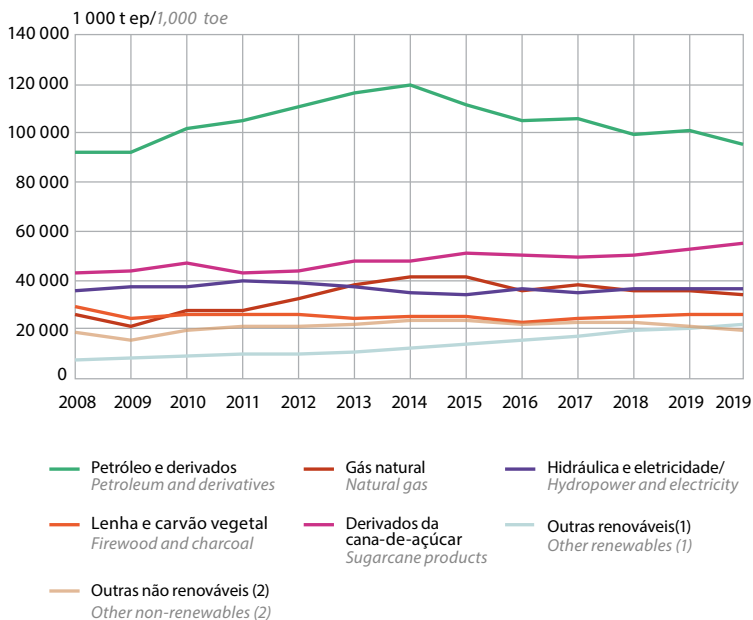
Graph 13.1 - Primary energy production - Brazil - 2008-2020



Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.
 (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 13.2 - Evolução da oferta interna de energia - Brasil - 2008-2020

Graph 13.2 - Primary Energy Supply - Brazil - 2008-2020

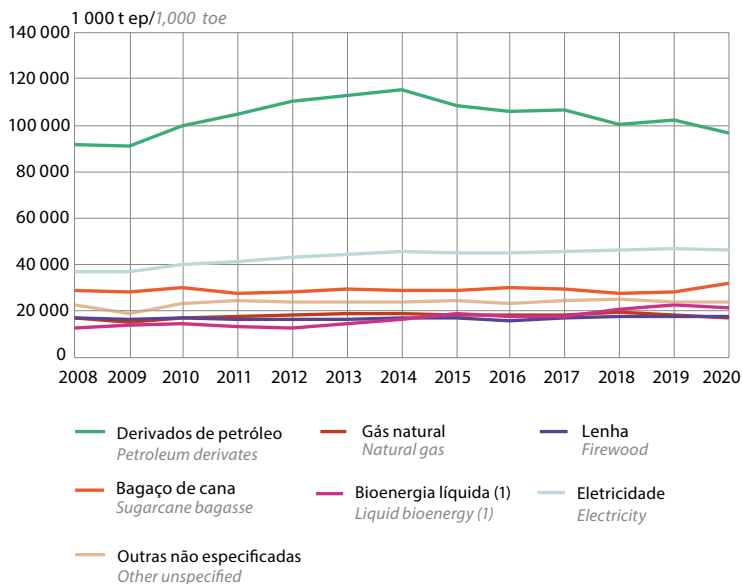


Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: Jan. 2022/Cited: Jan. 2022.

(1) Outras renováveis inclui energia eólica, energia solar, biodiesel, lixívia e outros resíduos renováveis/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/Other non-renewables includes steam and metallurgical coal, Uranium and industrial gases.

Gráfico 13.3 - Evolução do consumo final de energia, por fonte - Brasil - 2008-2020

Graph 13.3 - Evolution of final energy consumption, by source - Brazil - 2008-2020

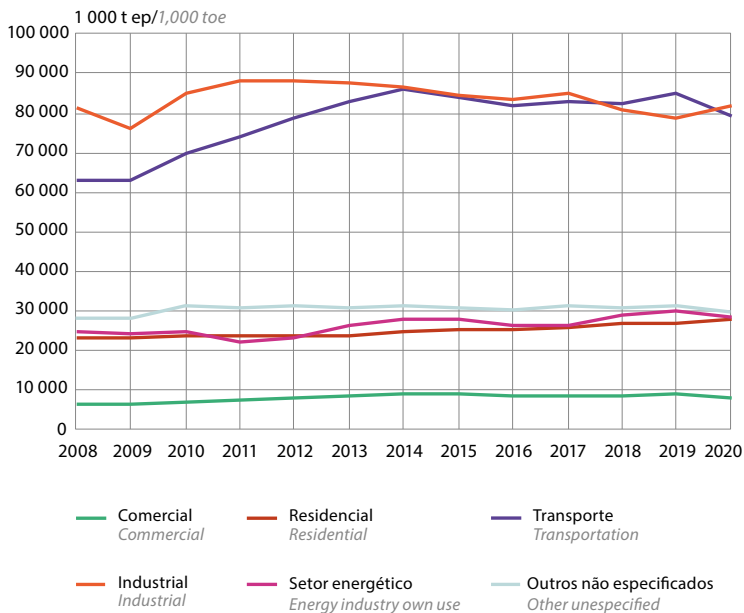


Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.

(1) Bioenergia líquida inclui etanol anidro e hidratado, e biodiesel/(1) Liquid bioenergy includes anhydrous and hydrated ethanol, and biodiesel.

Gráfico 13.4 - Evolução do consumo final de energia, por setor - Brasil - 2008-2020

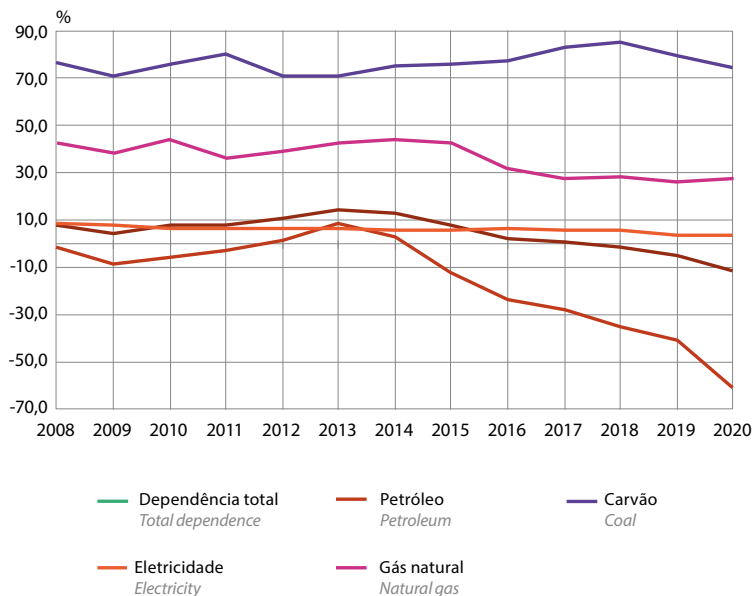
Graph 13.4 - Evolution of final energy consumption,
by sector - Brazil - 2008-2020



Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.

Gráfico 13.5 - Dependência externa de energia, por fonte - Brasil - 2008-2020

Graph 13.5 - Dependence on foreign energy, by source - Brazil - 2008-2020

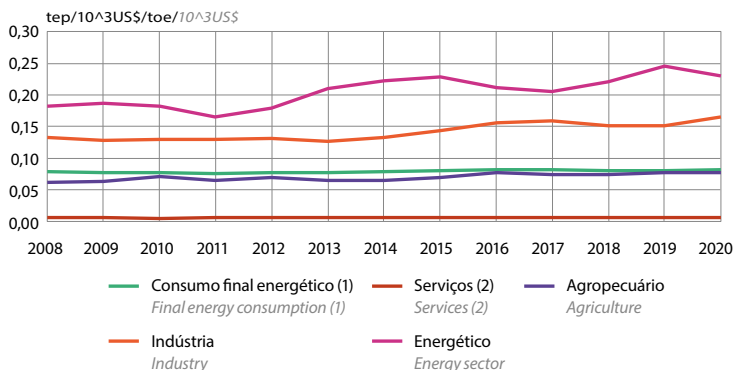


Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.

Nota: valores negativos correspondem a exportação líquida (exportação maior do que importação) e valores positivos, a importação líquida.

Gráfico 13.6 - Evolução do consumo final de energia em relação ao valor agregado, por setor - Brasil - 2008-2020

Graph 13.6 - Final energy consumption in relation to the value added, by sector - Brazil - 2008-2020



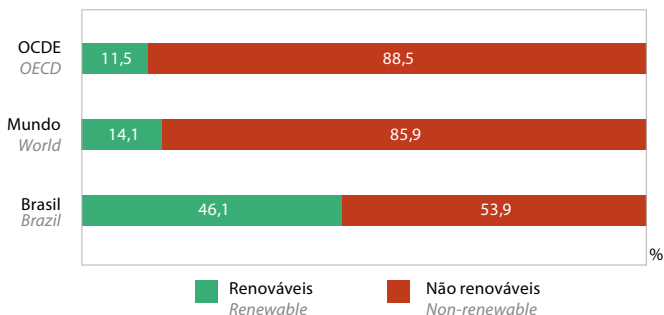
Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.

Nota: Dólar constante PPC de 2017./ Note: PPC dolar of 2017.

(1) Inclusive consumo residencial./ (1) Including residential consumption. (2) Serviços: não inclui transportes./ (2) Services: not including transportation.

Gráfico 13.7 - Participação de fontes renováveis na matriz energética - 2019

Graph 13.7 - Share of renewable sources in the energy matrix - 2019



Fonte/Source: Sistema de Informações Energéticas - SIE. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, [2022]. Disponível em/Available from: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/>. Acesso em: jan. 2022/Cited: Jan. 2022.