



BIOELETRICIDADE EM NÚMEROS

ANO DE 2021

**Elaborado em
fevereiro de 2022**

unica

ALIMENTO E ENERGIA SUSTENTÁVEL
DO BRASIL PARA O MUNDO

DESTAQUES DA GERAÇÃO DE BIOELETRICIDADE

- 1 Em 2021, a oferta de bioeletricidade em geral à rede atingiu 25,4 mil GWh, representando 4% da geração total produzida no país, sem considerar a produção de bioeletricidade para o autoconsumo. A bioeletricidade em geral inclui as diversas biomassas: biogás, lenha, lixívia, bagaço e palha de cana, resíduos de madeira, capim elefante, casca de arroz etc.
- 2 A geração pelo setor sucroenergético representou 79,5% da produção total da bioeletricidade à rede em 2021, seguida pelo licor negro com 11,9% e pelo biogás com 4,5%. A geração de energia elétrica para a rede, a partir do biogás na agroindústria, cresceu 175% no ano passado.
- 3 Em 2021, acompanhando o perfil sucroenergético, 88,5% do total da geração pela bioeletricidade em geral para a rede esteve concentrada em apenas cinco Estados da Federação: São Paulo (43%), Mato Grosso do Sul (15%), Minas Gerais (13%), Goiás (11%) e Paraná (7%).
- 4 A geração de bioeletricidade para a rede pelo Estado de São Paulo (10.821 GWh) foi equivalente a 8% de todo o consumo de energia elétrica no Estado de São Paulo ou a 25,6% do consumo residencial paulista no ano passado.
- 5 Em 2021, o setor sucroenergético produziu 20,2 mil GWh para a rede, redução de 10,6% em relação à igual período em 2020, equivalente a atender 10,2 milhões de residências, num ano em que vivenciamos a pior crise hidrológica desde 1930.
- 6 Desses 20,2 mil GWh, 85% foram ofertados entre maio e novembro (período seco no setor elétrico), tratando-se de uma geração equivalente a ter poupado 14% da água disponível associada à energia máxima que pode ser gerada nos reservatórios das hidrelétricas do submercado Sudeste/Centro-Oeste.
- 7 Nos últimos 10 anos (2012-2021), a geração acumulada de bioeletricidade sucroenergética para a rede foi de 196.867 GWh. Essa geração seria suficiente para suprir o consumo de energia elétrica do(a): mundo por 3 dias; União Europeia por 25 dias; China por 13 dias; Estados Unidos por 18 dias; Reino Unido por 232 dias e Argentina por 1 ano e 8 meses.

DESTAQUES DA CAPACIDADE INSTALADA

- 8 Em fevereiro de 2022, a fonte biomassa em geral representa 9% da potência outorgada na matriz elétrica do Brasil, com 16.229 MW instalados, ocupando a 4ª posição na matriz, atrás das fontes hídrica, eólica e gás natural.
- 9 Em 2022, a previsão da ANEEL é que a fonte biomassa atinja um acréscimo de 807 MW, sendo 135 MW já instalados e os demais 672 MW a instalar até dezembro, todos com a viabilidade alta/média de entrada em operação comercial, representando 10% do total de acréscimo na matriz elétrica por todas as fontes de geração neste ano (8.387 MW).
- 10 De 2021 a 2028, a fonte biomassa deverá acrescentar 3.239 MW à matriz elétrica brasileira, em projetos que já entraram em operação comercial em 2021 ou têm viabilidade alta/média de entrada em operação comercial até 2028, significando um média anual de 405 MW no referido período.
- 11 Com referência à bioeletricidade da cana, o setor sucroenergético tem 412 usinas termelétricas (UTES) em operação comercial, detendo em fevereiro de 2022 um total de 11.885 MW, superando a capacidade instalada na usina Belo Monte. O setor sucroenergético representa em torno de 7% da potência outorgada no Brasil e 73% da fonte biomassa em geral.
- 12 Somente cinco Estados detêm 89% da capacidade instalada pela fonte biomassa no setor sucroenergético: São Paulo detém 52% da capacidade instalada com 205 usinas termelétricas (UTES), seguido por Minas Gerais (12%) com 46 UTES, Goiás (11% com 34 UTES), Mato Grosso do Sul (9%) com 23 UTES e Paraná (5%) com 28 UTES.

DESTAQUES DO POTENCIAL DA BIOELETRICIDADE

- 13 Segundo a EPE, das 369 usinas de açúcar e etanol em operação em 2021, cerca de 220 comercializaram eletricidade (60%). Mais de 140 usinas não ofertaram excedentes de energia elétrica para a rede (aproximadamente 40% do total em 2021).
- 14 O potencial técnico de geração de bioeletricidade para a rede, com base em dados da safra canavieira 2020/21, pode ser estimado em 151 mil GWh. Considerando que a geração sucroenergética para a rede, em 2020, foi de 22,6 mil GWh, estamos aproveitando 15% do potencial de geração de bioeletricidade sucroenergética para a rede.
- 15 No setor sucroenergético, o potencial técnico de exportação de bioeletricidade, a partir do biogás, é de 17,6 mil GWh até 2031, equivalente a 12% do consumo residencial de eletricidade no país ano passado.

A OFERTA DE BIOELETRICIDADE PARA A REDE EM 2021

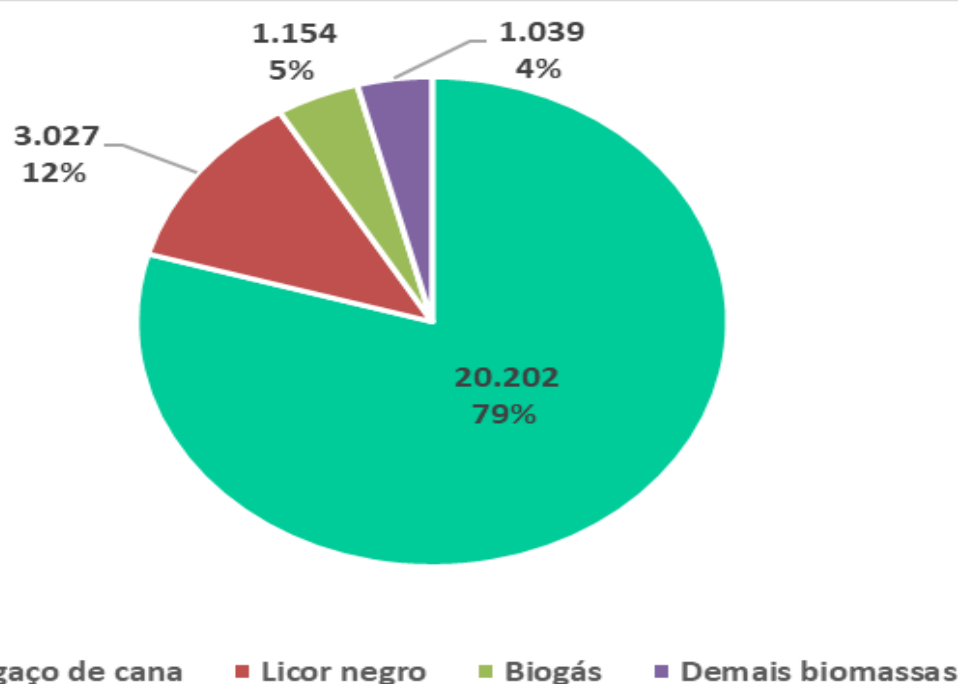
Em relação à oferta total de energia elétrica no Brasil, em 2021, a **geração de energia elétrica para a rede foi de 578.135 GWh**, um crescimento de 3,6% em relação à geração em 2020. A principal fonte de geração continua sendo a hidráulica, com 59% da oferta total em 2021, embora tenha reduzido sua geração em 9,7% por conta da escassez hídrica no ano passado.

Em 2021, a **produção de bioeletricidade em geral para a rede atingiu 25,4 mil GWh¹**, conforme levantamento da UNICA, a partir de dados da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), **representando 4% da geração total produzida no país**, sem considerar a produção de bioeletricidade para o autoconsumo.

Embora tenha apresentado redução de 7,5% em relação a 2020, esses 25.426 GWh são equivalentes a **38% da produção de energia elétrica pela Usina Itaipu ou a 80% da produção pela Usina Belo Monte** em 2021.

Geração de energia elétrica para a rede, 2021 (MWh e %)		
Hidráulica	341.396	59%
Eólica	68.941	12%
Térmica a Gás	66.130	11%
Térmica a Biomassa	25.426	4%
Hidráulica PCH	20.093	3%
Térmica a Carvão Mineral	14.537	3%
Térmica Nuclear	13.464	2%
Térmica a Óleo	9.731	2%
Térmica - Outros	8.228	1%
Solar Fotovoltaica	7.252	1%
Hidráulica CGH	1.563	0%
Térmica - gás/óleo	1.374	0%
Total	578.135	100%

Elaboração: UNICA (2022), a partir de CCEE (2022)



Em 2021, a geração de bioeletricidade em geral ao Sistema foi de 25,4 mil GWh

A geração pelo setor sucroenergético representou 79,5% da produção total da bioeletricidade à rede em 2021, seguida pelo licor negro com 11,9% e pelo biogás com 4,5%

Bioeletricidade ofertada para a rede, por tipo de biomassa, 2021 (GWh e %)

Obs.: Biogás inclui produção a partir de resíduos urbanos (RU), agroindustriais (AGR) e de biomassa florestal (Florestais).

Elaboração: UNICA (2022), a partir de CCEE (2022).

Geração de bioeletricidade para a rede, por tipo de biomassa, 2019 a 2021 (GWh)

Ano	Bagaço de cana	Licor negro	Biogás	Demais biomassas	Total
2021	20.202	3.027	1.154	1.039	25.422
2020	22.604	3.044	997	828	27.473
2019	22.407	2.966	916	943	27.232
Variação 2021/2020	-10,6%	-0,6%	15,8%	25,5%	-7,5%

Elaboração: UNICA (2022), a partir de CCEE (2022). Biogás inclui "RU" = Resíduos Sólidos Urbanos, "AGR" = Resíduos Agrícolas e "FLORESTA".

Cabe mencionar o crescimento da geração de energia elétrica a partir do biogás, em especial aquele relacionado à agroindústria onde predomina a **produção de biogás pelo setor sucroenergético**.

A geração de energia elétrica para a rede, a partir do biogás na agroindústria, **creceu 175% no ano passado**.

Biogás	2021	2020	Variação
Resíduos urbanos	1.067	968	10%
Resíduos agroindustriais	66	24	175%
Resíduos florestais	21	5	354%
Total	1.154	997	16%

¹ Inclui as diversas biomassas: biogás, lenha, lixívia, bagaço e palha de cana, resíduos de madeira, capim elefante, casca de arroz etc.

A OFERTA DE BIOELETRICIDADE PARA A REDE EM 2021

Em 2021, acompanhando o perfil sucroenergético, **88,5% do total da geração pela bioeletricidade em geral para a rede esteve concentrada em apenas cinco Estados da Federação**: São Paulo (43%), Mato Grosso do Sul (15%), Minas Gerais (13%), Goiás (11%) e Paraná (7%). Todos esses Estados ficam na chamada Região Centro-Sul sucroenergética.

Geração de bioeletricidade para a rede, por Estado, 2020 e 2021 (GWh)				
Estado	GWh		Variação no período	
	2021	2020	GWh	%
SP	10.821	12.571	-1.750	-13,9%
MS	3.939	3.665	274	7,5%
MG	3.194	3.397	-203	-6,0%
GO	2.796	3.077	-281	-9,1%
PR	1.741	1.711	30	1,8%
MT	617	535	82	15,3%
BA	600	732	-132	-18,1%
PE	274	279	-5	-1,9%
RS	224	229	-5	-2,0%
MA	201	325	-124	-38,1%
ES	200	189	11	5,8%
AL	186	83	103	124,0%
RJ	132	137	-5	-4,0%
TO	126	160	-34	-21,2%
PB	93	76	17	22,0%
RN	89	60	29	47,6%
SE	71	45	26	57,0%
SC	66	127	-61	-47,7%
PA	34	54	-20	-37,0%
PI	17	16	1	4,8%
RO	6	9	-3	-34,7%
Total	25.426	27.477	-2.051	-7,5%

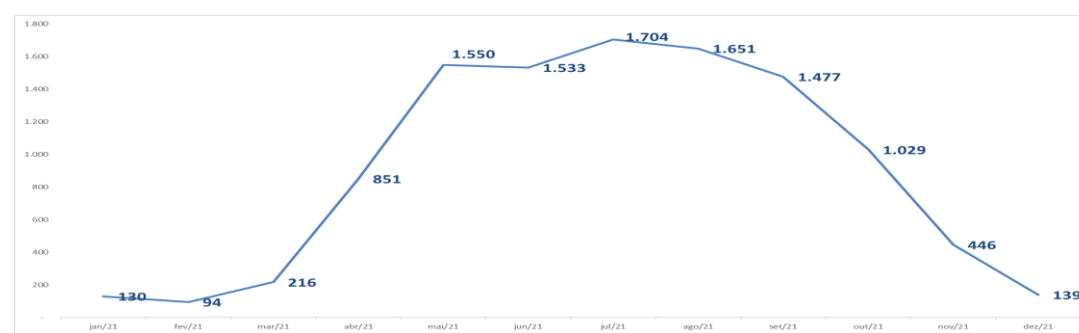
Elaboração: UNICA (2022), a partir de CCEE (2022)

O Estado que mais gerou bioeletricidade em geral à rede foi **São Paulo: 43% do total** de geração para a rede em 2021.

O ESP perdeu representatividade: **era 46% da geração total em 2020 e passou para 43%**, por conta da redução de 1.750 GWh (-13,9%) entre 2020 e 2021.

A geração de bioeletricidade para a rede pelo ESP (10.821 GWh) foi equivalente a **8% de todo o consumo de energia elétrica no ESP ou a 25,6% do consumo residencial paulista no ano passado**.

A figura abaixo mostra que **87% da geração de bioeletricidade à rede pelo ESP**, em 2021, ocorreram entre maio e novembro, no período seco e crítico do sistema.



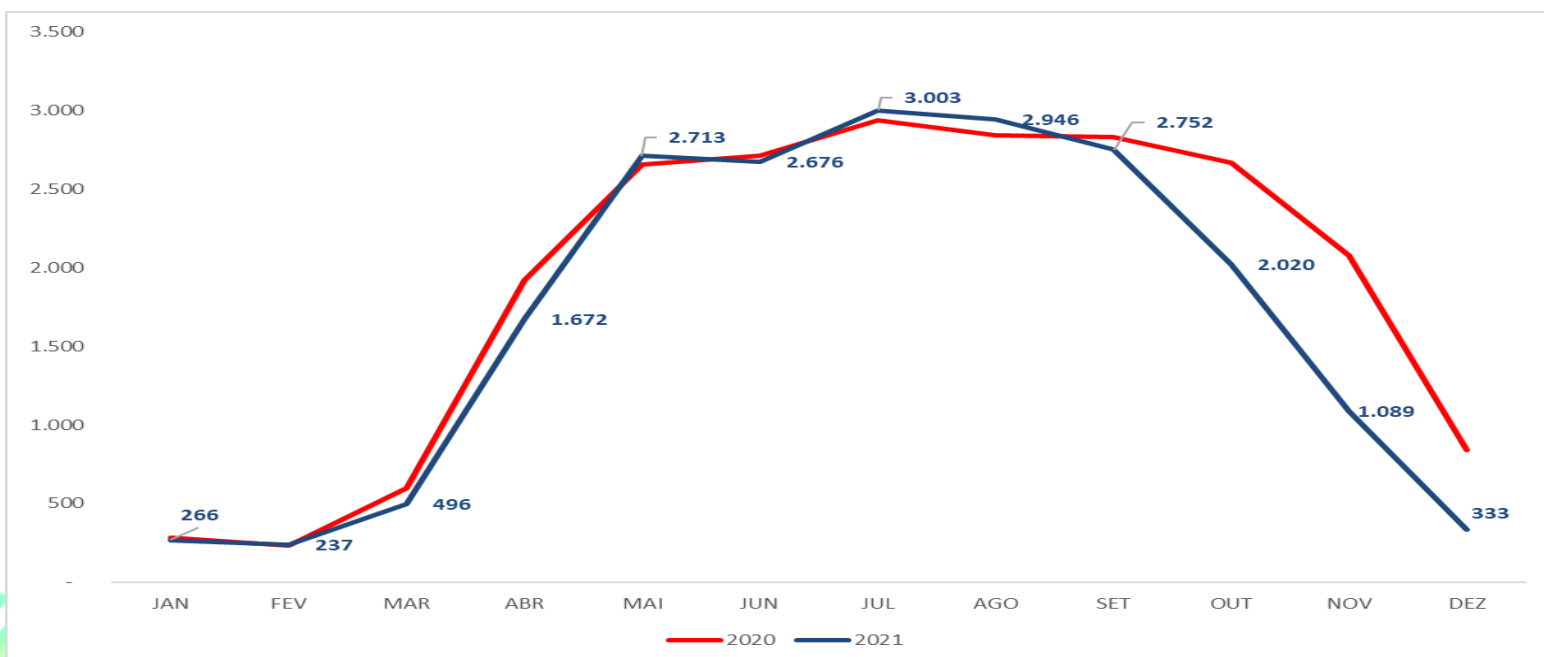
Bioeletricidade ofertada para a rede, pelo ESP, jan. a dez./21 (GWh)

A BIOELETRICIDADE SUCROENERGÉTICA PARA A REDE EM 2021

Em 2021, o setor sucroenergético **produziu 20,2 mil GWh para a rede**, redução de 10,6% em relação à igual período em 2020, num ano em que vivenciamos a pior crise hidrológica desde 1930 (ONS, 2022). Esses 20,2 mil GWh da bioeletricidade sucroenergética representam uma geração estratégica para o país, **equivalente a**:

- 4% do consumo anual de energia elétrica ou a atender 10,2 milhões de unidades consumidoras residenciais.
- 30,4% da geração de energia elétrica pela Usina Itaipu em 2021, 63,5% da geração pela Usina Belo Monte ou 31% de toda a geração termelétrica a gás em 2021.
- Reduzir as emissões de CO₂ estimadas em 7 milhões toneladas, marca que somente seria atingida com o cultivo de 49 milhões de árvores nativas ao longo de 20 anos.
- Ter poupado 14% da energia capaz de ser armazenada sob a forma de água nos reservatórios das hidrelétricas do submercado Sudeste/Centro-Oeste, por conta da maior previsibilidade e disponibilidade da bioeletricidade justamente no período seco e crítico para o setor elétrico brasileiro.

A figura abaixo mostra que os **meses de maio a novembro de 2021 – período seco e crítico do setor elétrico - representam 85% do total da geração de bioeletricidade sucroenergética para a rede em 2021**, ressaltando a relevância da safra canieira na Região Centro-Sul, tradicionalmente iniciada em abril de cada ano.



Bioeletricidade sucroenergética ofertada para a rede, 2021 e 2020 (GWh)

Dos 20.202 GWh gerados para a rede em 2021, 17.198 GWh (85%) foram ofertados entre maio e novembro, meses que compõem o período seco e crítico para o setor elétrico brasileiro

Se o período a considerar for abril a novembro, o indicador sobe para 96%

A PRODUÇÃO DE BIOELETRICIDADE SUCROENERGÉTICA NOS ÚLTIMOS 10 ANOS

Nos últimos 10 anos (2012-2021), a geração acumulada de bioeletricidade sucroenergética para a rede foi de **196.867 GWh**. Essa geração seria suficiente para suprir o consumo de energia elétrica do(a):

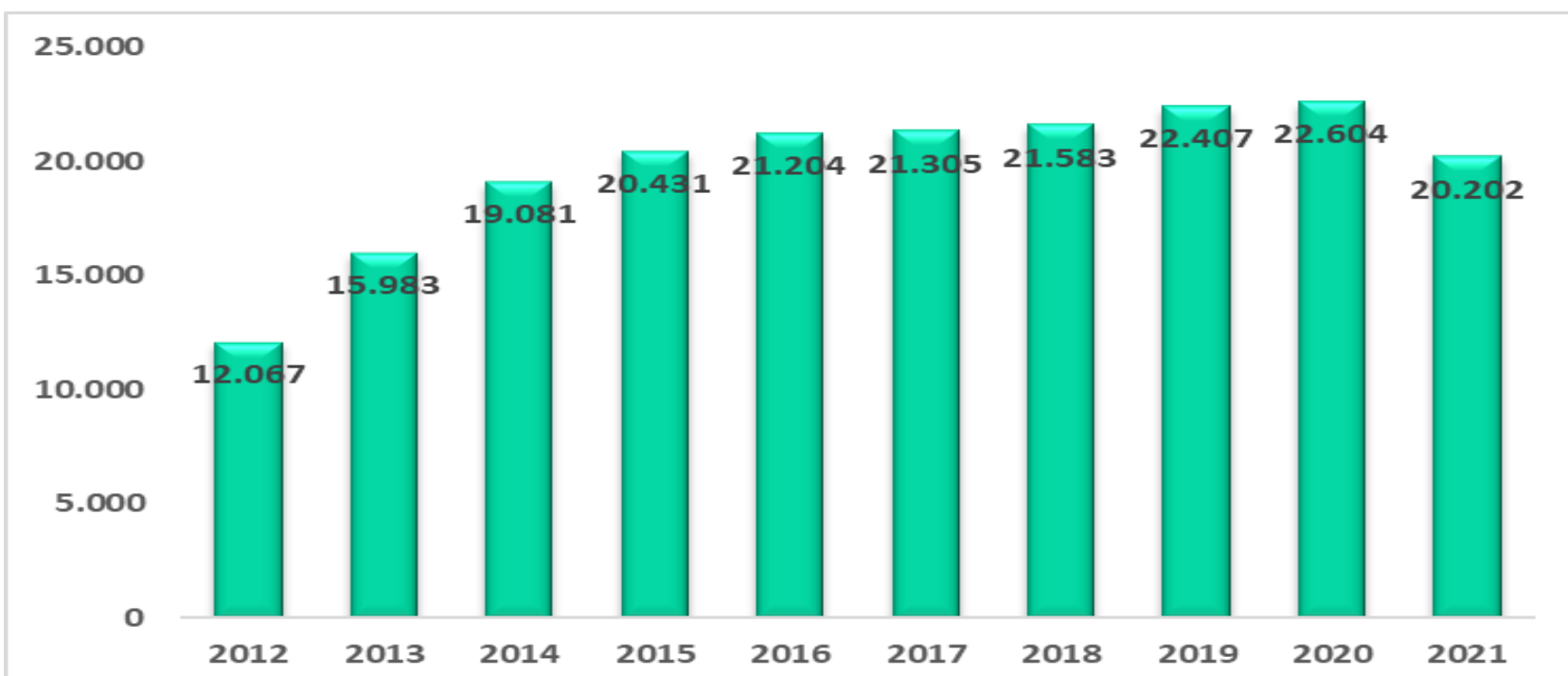
- Mundo por mais de 3 dias;
- União Europeia por 25 dias;
- China por 13 dias;
- Estados Unidos por 18 dias;
- Reino Unido por 232 dias; e
- Argentina por quase 1 ano e 8 meses.

Desde 2013, o setor sucroenergético produz bioeletricidade mais para a rede do que para o consumo próprio.

A bioeletricidade sucroenergética para a rede acumulada nos últimos 10 anos seria equivalente a atender ao consumo brasileiro por quase 5 meses, 8 anos a cidade de São Paulo ou 106 anos a cidade de Ribeirão Preto

Geração de bioeletricidade sucroenergética, 2012 a 2021 (GWh)				
Ano	Autoconsumo	Oferta à rede	Total	Oferta à rede/Total
2012	12.999	12.067	25.066	48%
2013	13.888	15.983	29.871	54%
2014	13.476	19.081	32.557	59%
2015	13.732	20.431	34.163	60%
2016	14.032	21.204	35.236	60%
2017	14.351	21.305	35.656	60%
2018	13.852	21.583	35.435	61%
2019	14.318	22.407	36.827	61%
2020	16.172	22.604	38.776	58%
2021	ND	20.202	ND	ND
Total	ND	196.867	ND	ND

Elaboração: UNICA (2022). Obs.: os dados de 2019 a 2021, referentes à oferta à rede, foram obtidos junto à CCEE (2022). As demais informações da Tabela foram obtidas junto ao MME (2021). ND – Valor não disponível.



Geração de bioeletricidade sucroenergética para a rede, 2012 a 2021 (GWh)

Elaboração: UNICA (2022), a partir de MME e CCEE (2022).

A bioeletricidade sucroenergética ofertada para a rede chegou a crescer 32,5% entre 2012 e 2013.

Em 2021, houve redução de 10,6% em relação a 2020, uma redução inferior ao volume de cana-de-açúcar processada na Região Centro-Sul, entre 1º de abril de 2021 e 1º de janeiro de 2022, que foi de 12,7%

Em 2012, cada tonelada de cana-de-açúcar processada resultou em um total de 42,59 kWh, na média-Brasil. Já em 2020, esse mesmo indicador foi 58,98 kWh por tonelada de cana-de-açúcar processada, representando um crescimento 38,5% no período decenal para esse indicador.²

A seguir, uma análise do perfil da bioeletricidade em geral e do setor sucroenergético em termos de capacidade instalada.

² Considerando-se dados do volume de cana-de-açúcar com base em ano-safra e da geração de energia elétrica em ano civil.

A CAPACIDADE INSTALADA E A FONTE BIOMASSA

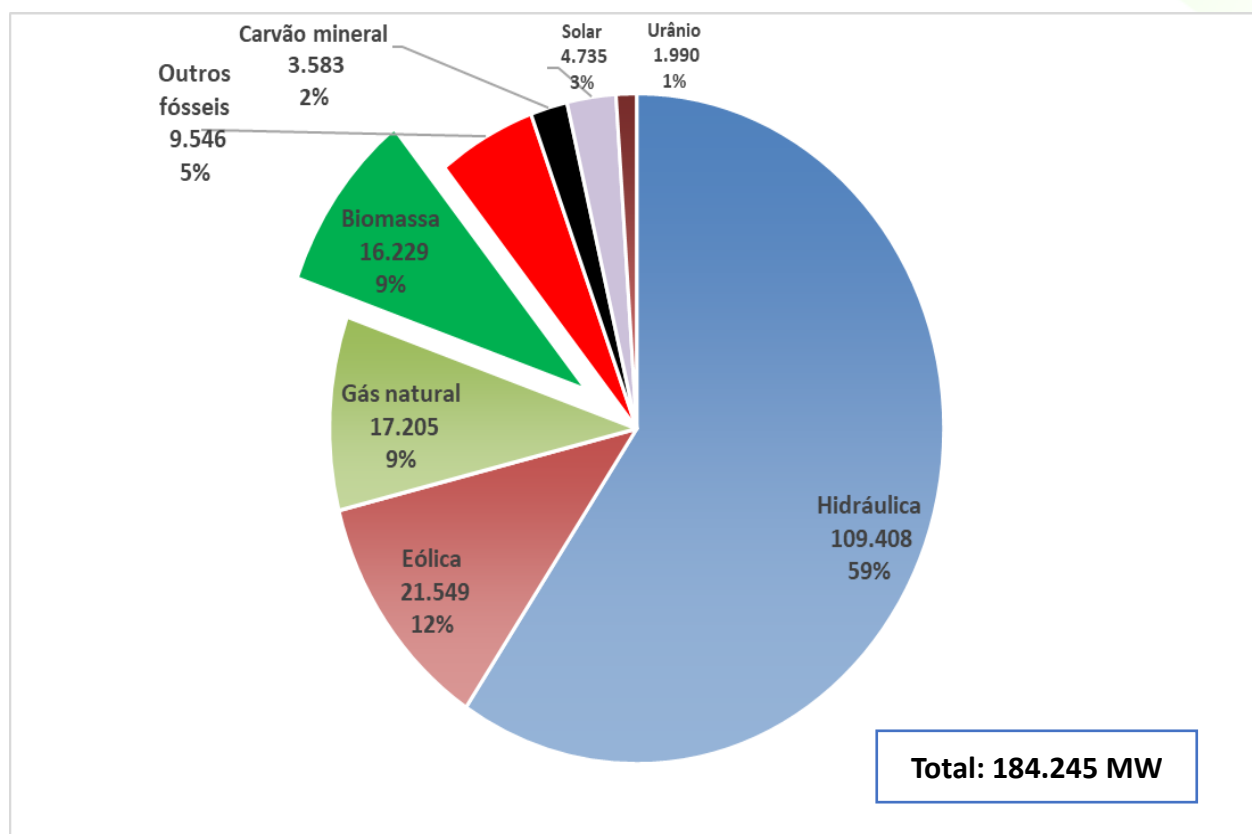
Em fevereiro de 2022, a capacidade instalada outorgada e em operação no país é de **184.245 MW**. A fonte biomassa em geral (que inclui as diversas biomassas) representa 9% da potência outorgada na matriz elétrica do Brasil, com **16.229 MW** instalados, **ocupando a 4ª posição na matriz, atrás das fontes hídrica, eólica e gás natural**.

Atualmente, há **12.457 usinas geradoras em operação no Brasil**

9.944 usinas são geradoras de energia renovável, representando 151.921 MW instalados (83% da matriz elétrica)

Há 593 usinas geradoras à biomassa totalizando 16.229 MW e 412 usinas térmicas à biomassa no setor sucroenergético (11.885 MW)

No Estado de São Paulo há 231 usinas à biomassa (6.801 MW), sendo 205 usinas geradoras sucroenergéticas (6.154 MW)



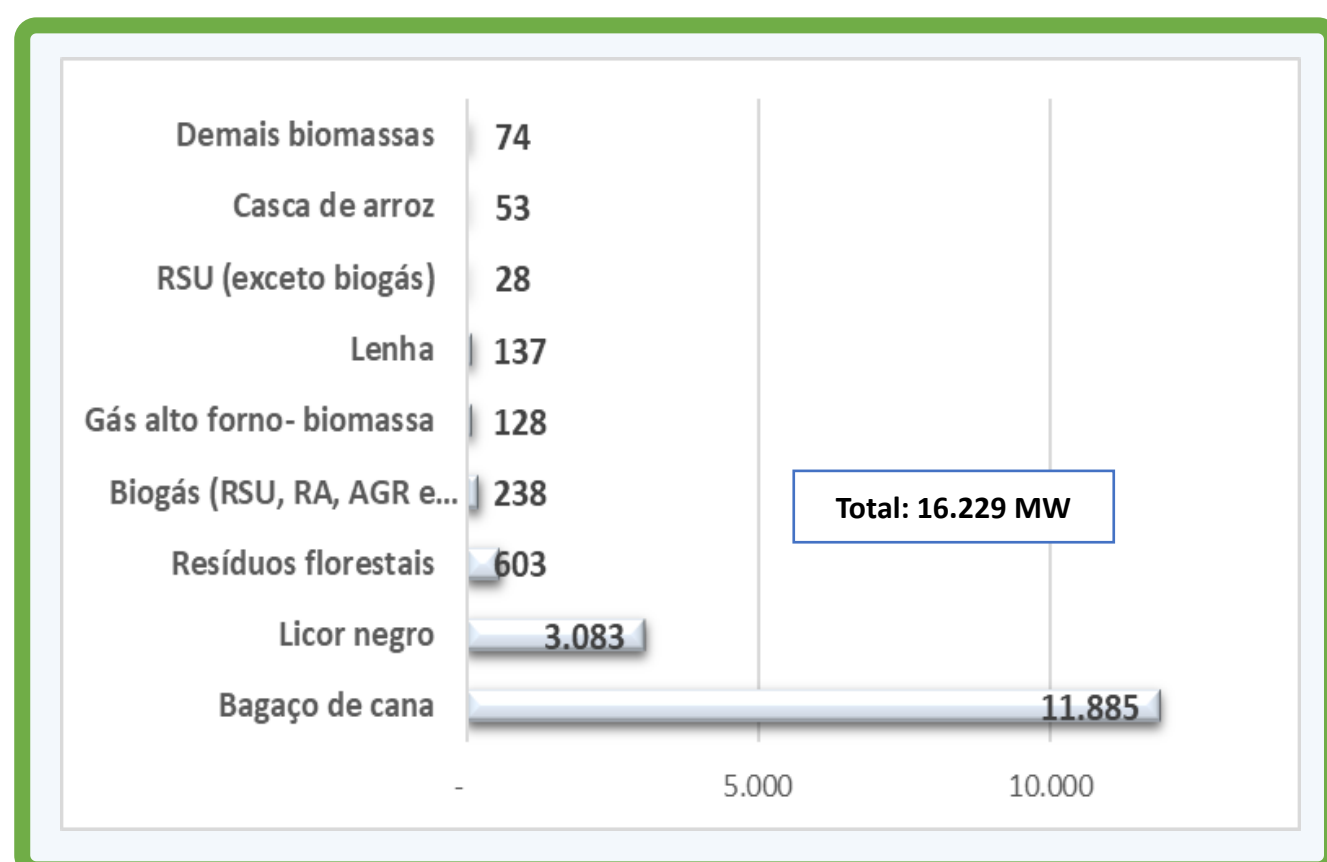
Elaboração: UNICA (2022), a partir de ANEEL (2022).

Capacidade instalada de geração, por combustível, Brasil, fev/22 (MW e %)

Em 2021, a **biomassa instalou 755 MW**, representando 10% do total de acréscimo instalado na matriz elétrica por todas as fontes de geração (7.562 MW). Em 2022, a previsão da ANEEL é que a fonte biomassa atinja um **acréscimo de 807 MW**, sendo 135 MW já instalados e os demais 672 MW a instalar até dezembro, todos com a viabilidade alta/média de entrada em operação comercial, **representando novamente 10% do total de acréscimo** na matriz elétrica por todas as fontes de geração neste ano (8.387 MW).

Segundo a ANEEL, **de 2021 a 2028, a fonte biomassa deverá acrescentar 3.239 MW à matriz elétrica brasileira**, em projetos que já entraram em operação comercial em 2021/22 ou têm viabilidade alta/média de entrada em operação comercial até 2028, significando um média anual de 405 MW no referido período.

A CAPACIDADE INSTALADA PELO SETOR SUCROENERGÉTICO



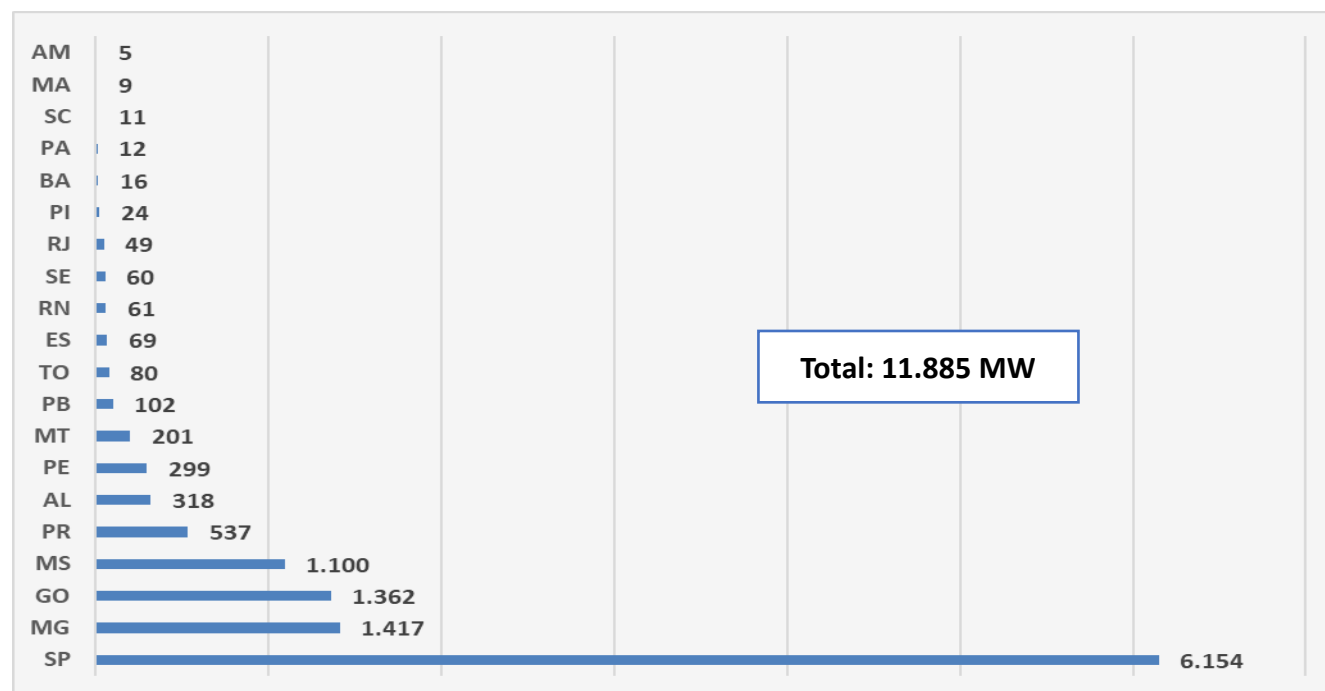
Potência outorgada, fonte biomassa - em operação comercial, fev/22 (MW)

Com referência à bioeletricidade da cana, o setor sucroenergético tem 412 usinas termelétricas (UTES) em operação comercial, detendo em fevereiro de 2022 um total de **11.885 MW**, superando a capacidade instalada na usina Belo Monte.

O setor sucroenergético representa em torno de **7% da potência outorgada no Brasil e 73% da fonte biomassa em geral**.

Elaboração: UNICA (2021), a partir de ANEEL (2021).

Somente cinco Estados detêm 89% da capacidade instalada pela fonte biomassa no setor sucroenergético: São Paulo detém 52% da capacidade instalada com 205 usinas termelétricas (UTES), seguido por Minas Gerais (12%) com 46 UTES, Goiás (11% com 34 UTES), Mato Grosso do Sul (9%) com 23 UTES e Paraná (5%) com 28 UTES.



Potência outorgada, fonte biomassa derivada da cana-de-açúcar - em operação comercial, por UF, fev/22 (MW)

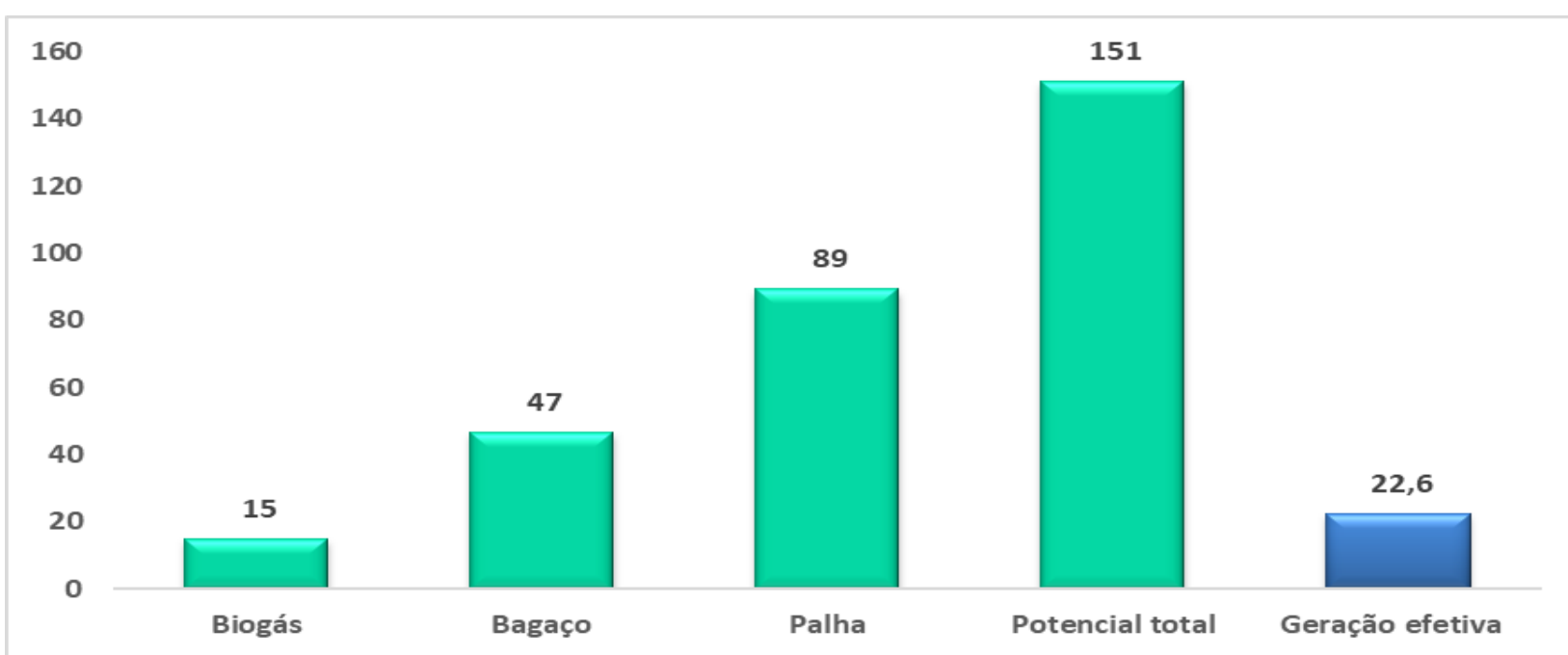
Essa distribuição segue retrato da moagem de cana-de-açúcar no país, que na safra 2020/2021 teve o seguinte ranking para os cinco primeiros Estados produtores: São Paulo (54%), Goiás (11%), Minas Gerais (11%), Mato Grosso do Sul (7%) e Paraná (5%)

Elaboração: UNICA (2022), a partir de ANEEL (2022).

O POTENCIAL DA BIOELETRICIDADE SUCROENERGÉTICA NA GERAÇÃO PARA A REDE

Segundo a EPE (2022), das 369 usinas de açúcar e etanol em operação em 2021, **cerca de 220 comercializaram eletricidade (60% do total de usinas)**. Mais de 140 usinas não ofertaram excedentes de energia elétrica para a rede (aproximadamente 40% do total em 2021), indicando grande potencial a expandir na geração para a rede com o *retrofit* das usinas existentes, além do aproveitamento da palha e do biogás na geração de bioeletricidade.

O **potencial técnico de geração de bioeletricidade para a rede**, com base em dados da safra canieira 2020/21, pode ser estimado em **151 mil GWh³**. Considerando que a geração sucroenergética para a rede, em 2020, foi de 22,6 mil GWh, **estamos aproveitando apenas 15% do potencial de geração de bioeletricidade sucroenergética para a rede**.



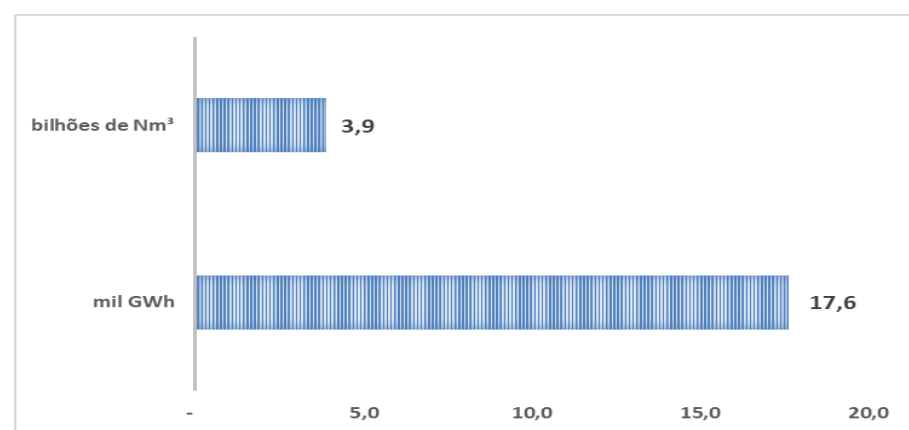
Potencial técnico de oferta da bioeletricidade sucroenergética para a rede elétrica, 2020 (mil GWh)

Esse potencial de 151 mil GWh representa mais de duas vezes a geração da Usina Itaipu e quase cinco vezes a produção da Usina Belo Monte em 2021, mostrando as grandes oportunidades para aproveitar melhor o potencial dessa fonte renovável e sustentável, a partir de uma biomassa já existente nos canaviais

Elaboração: UNICA (2022), a partir de EPE e CCEE (2022).

Com relação ao **biogás para produção de energia elétrica**, as projeções da EPE (2022) consideram que o setor sucroenergético tem potencial técnico de exportação de bioeletricidade de 17,6 mil GWh até 2031, equivalente a **12% do consumo residencial de eletricidade no país ano passado**.

Ainda segundo a EPE, considerando apenas a vinhaça e a torta de filtro integralmente destinadas para a biodigestão, o potencial de biogás alcança 7,1 bilhões de Nm³ em 2031, representando, pós-purificação, um volume de 3,9 bilhões de Nm³ de **biometano**, equivalente a **substituir mais de 50% do consumo atual de diesel no setor agropecuário** (MME, 2021).



Potencial técnico de bioeletricidade e biometano, a partir do biogás no setor sucroenergético, 2031 (Nm³ e mil GWh)

³ Calculado conforme coeficientes técnicos de geração para cada biomassa apresentado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) na minuta do Plano Decenal de Expansão - PDE 2031.