



# 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

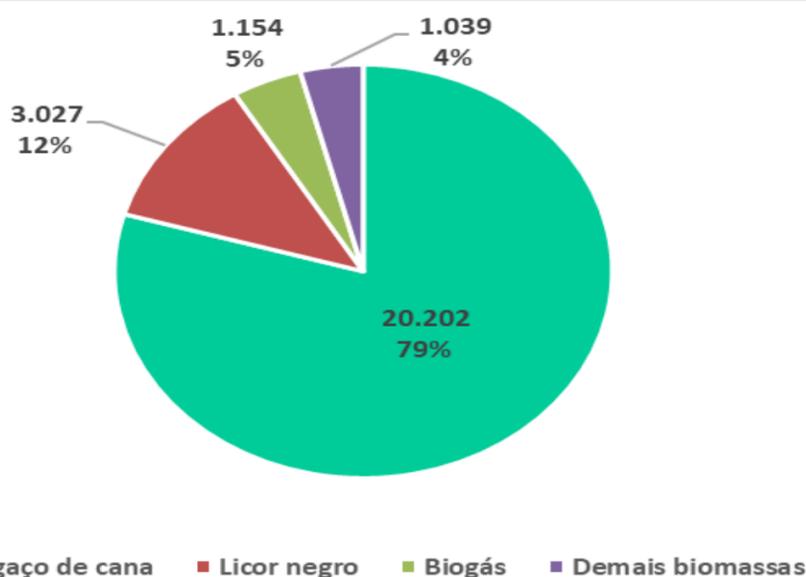
Em relação à oferta total de energia elétrica no Brasil, em 2021, a **geração de energia elétrica para a rede foi de 578.135 GWh**, um crescimento de 3,6% em relação à geração em 2020. A principal fonte de geração continua sendo a hidráulica, com 59% da oferta total em 2021, embora tenha reduzido sua 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 GWh<sup>1</sup>**, 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%
<b>Total</b>	<b>578.135</b>	<b>100%</b>

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
<b>Variação 2021/2020</b>	<b>-10,6%</b>	<b>-0,6%</b>	<b>15,8%</b>	<b>25,5%</b>	<b>-7,5%</b>

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%
<b>Total</b>	<b>1.154</b>	<b>997</b>	<b>16%</b>

<sup>1</sup> 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%
<b>Total</b>	<b>25.426</b>	<b>27.477</b>	<b>-2.051</b>	<b>-7,5%</b>

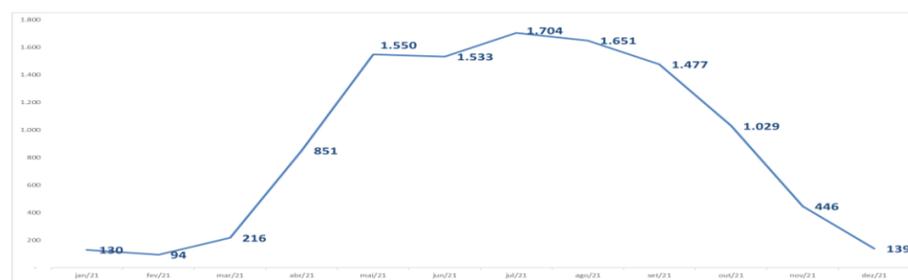
Elaboração: UNICA (2022), a partir de CCEE (2022)

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.



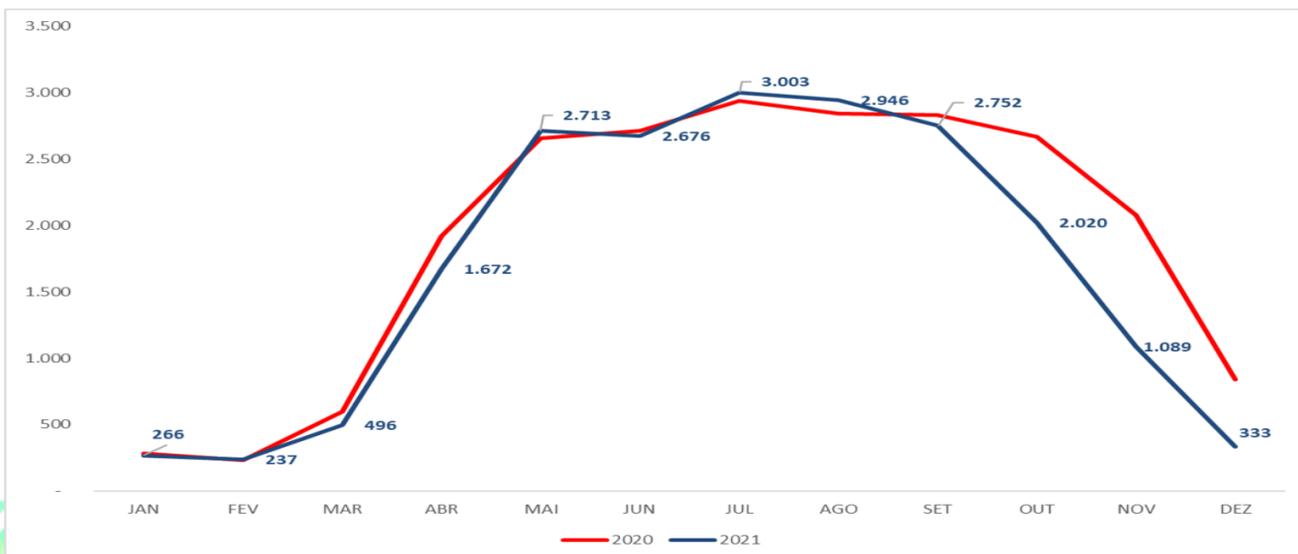
Bioeletricidade ofertada para a rede, pelo ESP, jan. a dez./21 (GWh)

## 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 CO<sub>2</sub> 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.

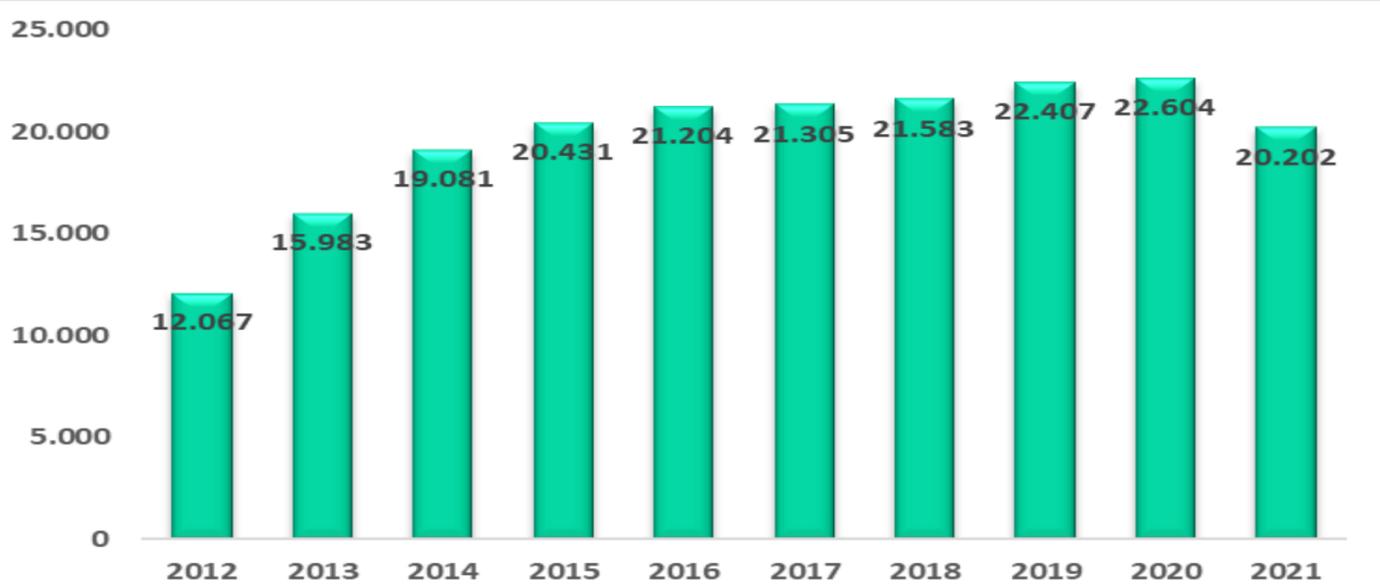
A bioeletricidade sucroenergética para a rede acumulada nos últimos 10 anos seria equivalente a atender ao consumo brasileiro por quase 5 meses, 8 anos a cidade de São Paulo ou 106 anos a cidade de Ribeirão Preto

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.

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%



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

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

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.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> 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

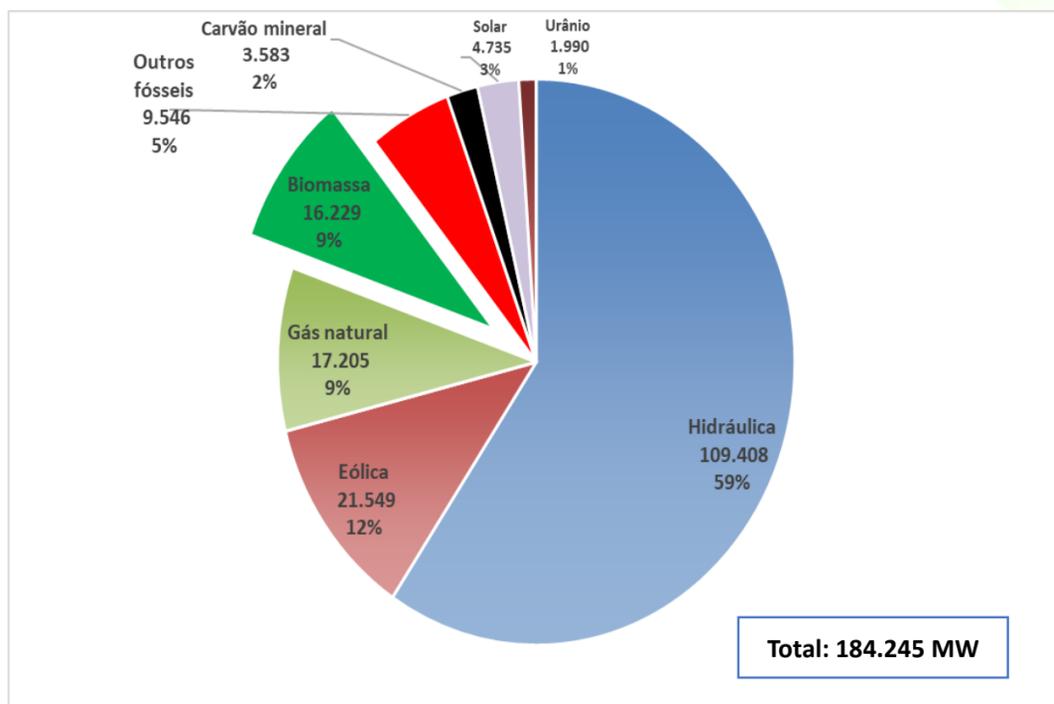
Em fevereiro de 2022, a capacidade instalada outorgada e em operação no país é de **184.245 MW**. A fonte biomassa em geral (que inclui as diversas biomassas) representa 9% da potência outorgada na matriz elétrica do Brasil, com **16.229 MW** instalados, **ocupando a 4ª posição na matriz, atrás das fontes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



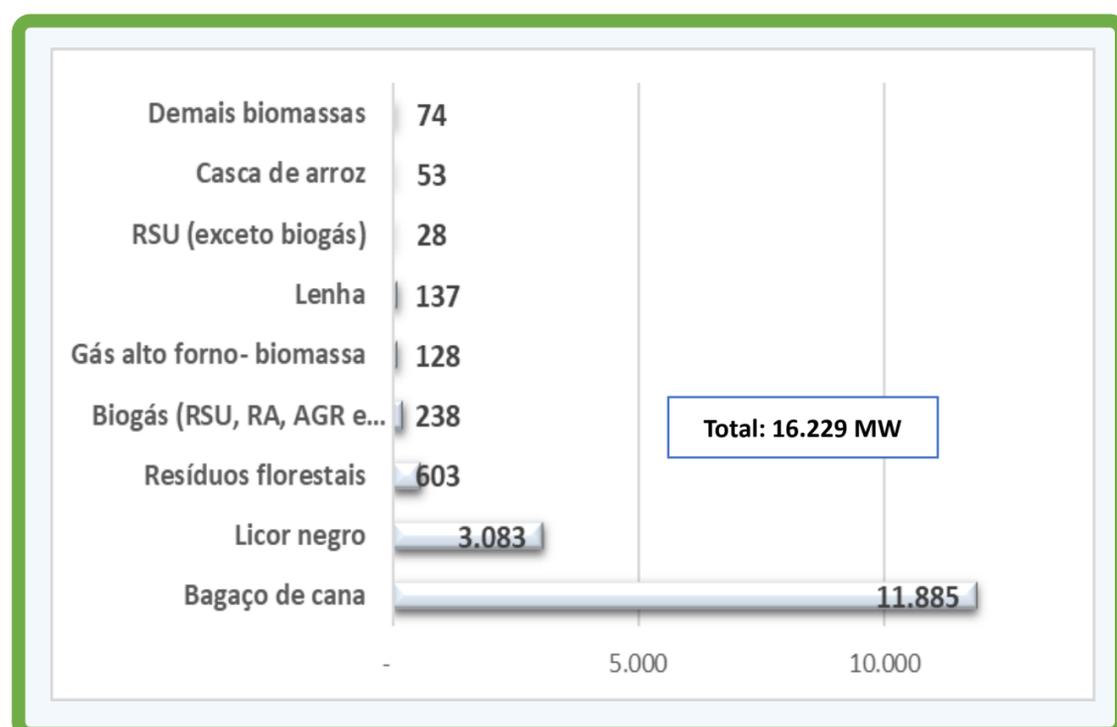
Elaboração: UNICA (2022), a partir de ANEEL (2022).

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



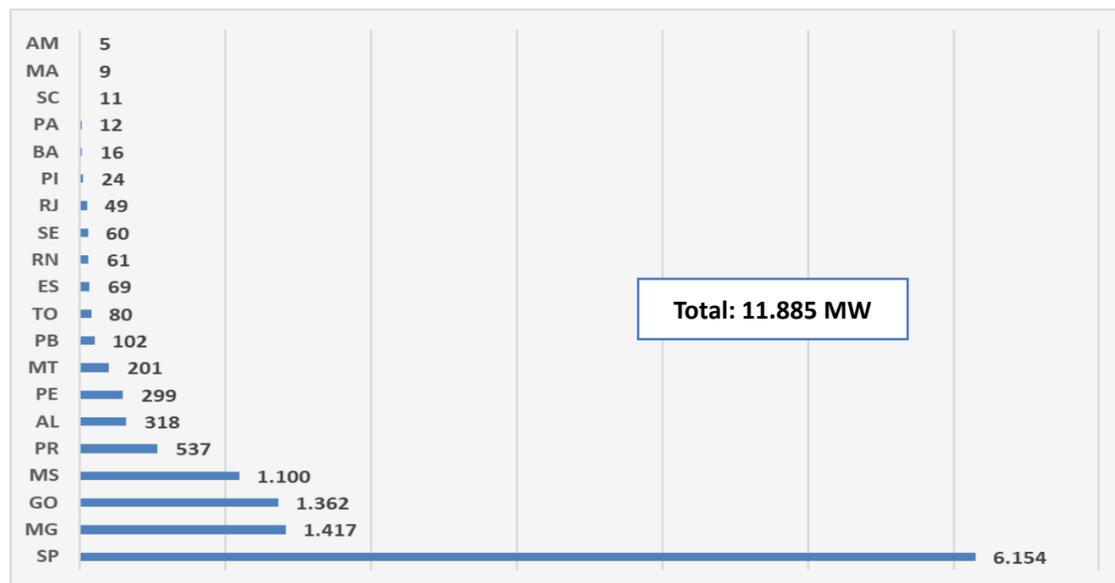
Potência outorgada, fonte biomassa - em operação comercial, fev/22 (MW)

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)

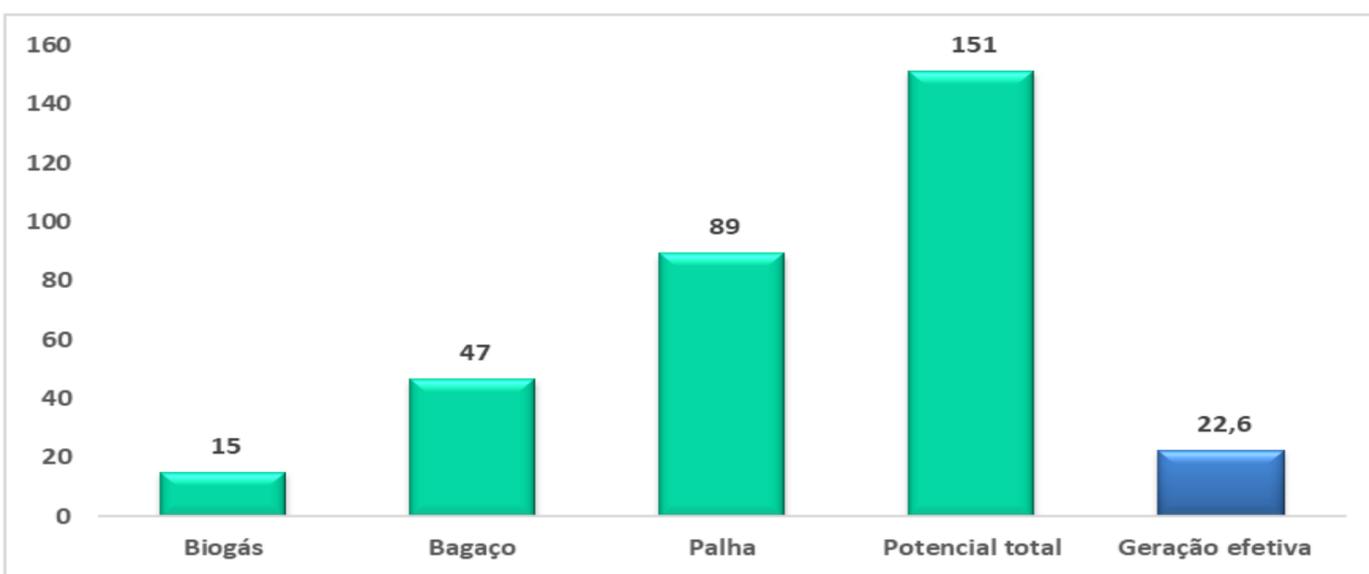
Essa distribuição segue retrato da moagem de cana-de-açúcar no país, que na safra 2020/2021 teve o seguinte ranking para os cinco primeiros Estados produtores: São Paulo (54%), Goiás (11%), Minas Gerais (11%), Mato Grosso do Sul (7%) e Paraná (5%)

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 GWh<sup>3</sup>**. 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**.



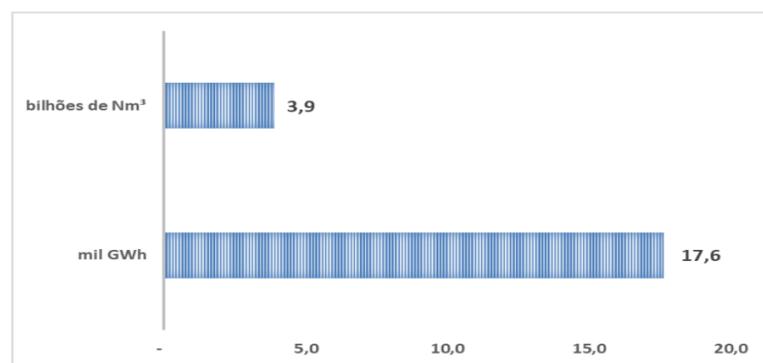
Potencial técnico de oferta da bioeletricidade sucroenergética para a rede elétrica, 2020 (mil GWh)

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 Nm<sup>3</sup> em 2031, representando, pós-purificação, um volume de 3,9 bilhões de Nm<sup>3</sup> 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 (Nm<sup>3</sup> e mil GWh)

<sup>3</sup> 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.