



CIRCUITO NACIONAL
DO SETOR ELÉTRICO

CINASE
CONGRESSO & EXPOSIÇÃO



35° EDIÇÃO - BELO HORIZONTE (MG)
07 e 08 de agosto de 2019

Potencial da Biomassa em Minas Gerais na Produção de Energia Elétrica

Dênio Alves Cassini, Msc.

GREEN Solar – IPUC – PUCMINAS

Belo Horizonte - 07/08/2019



CIRCUITO NACIONAL
DO SETOR ELÉTRICO

CINASE
CONGRESSO & EXPOSIÇÃO



35° EDIÇÃO - BELO HORIZONTE (MG)
07 e 08 de agosto de 2019

Sumário

- *Biomassa & Energia*
- *Ciclo da Biomassa*
- *Biomassa & Energia Elétrica*
- *Atlas da Biomassa em Minas Gerais*

Balanco Energético Nacional – EPE

BEN 2019 | Repartição da oferta interna de energia - OIE

RENOVÁVEIS ► 45,3%



**Biomassa da
Cana**
17,4%



Hidráulica¹
12,6%



**Lenha e
Carvão Vegetal**
8,4%



**Lixívia e outras
renováveis**
6,9%



**Petróleo e
derivados**
34,4%



Urânio
1,4%



**Gás
Natural**
12,5%



**outras não
renováveis**
0,6%



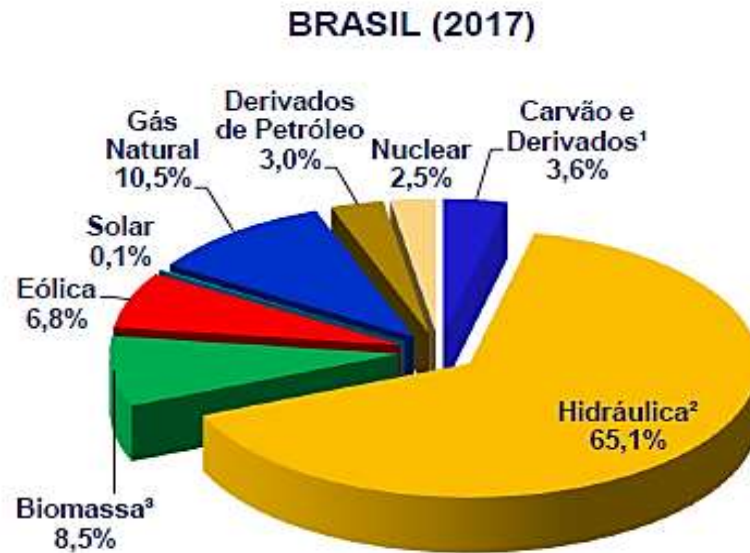
**Carvão
Mineral**
5,8%

NÃO RENOVÁVEIS ► 54,7%

¹ Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

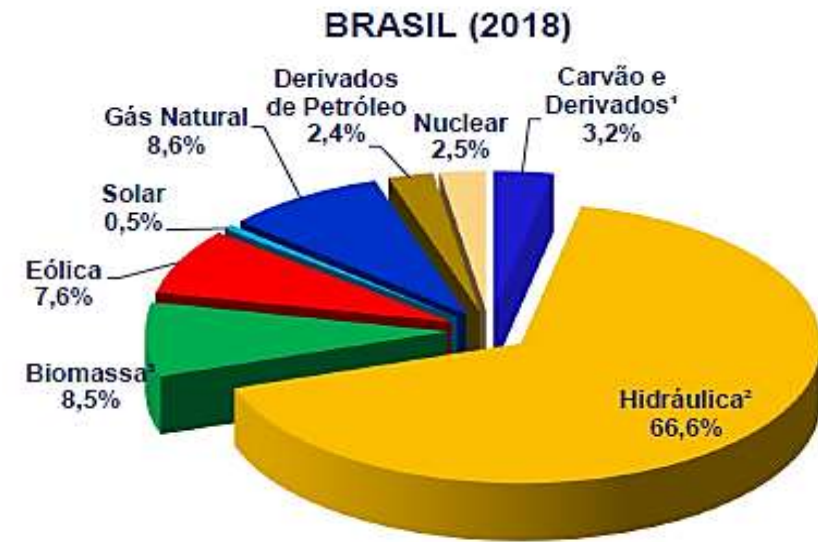
Balanco Energético Nacional – EPE

BEN 2019 | Matriz Elétrica Brasileira



oferta hidráulica² em 2017: 407,3 TWh

oferta total² em 2016: 625,7 TWh



oferta hidráulica² em 2018: 423,9 TWh

oferta total² em 2018: 636,4 TWh

¹ Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão

² Inclui importação

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia, biodiesel e outras fontes primárias.

Balanco Energético Nacional – EPE



BEN 2019 | Capacidade Instalada¹ (MW)

Fonte	2017	2018	Δ 18/17
Hidrelétrica	100.275	104.139	3,9%
Térmica ²	41.628	40.523	-2,7%
Nuclear	1.990	1.990	0,0%
Eólica	12.283	14.390	17,2%
Solar	935	1.798	92,2%
Capacidade disponível	157.112	162.840	3,6%

¹ Não inclui micro e minigeração distribuídas

² Inclui biomassa, gás, petróleo e carvão mineral

Balanco Energético Nacional – EPE

BEN 2019 | Geração Elétrica¹ (GWh)

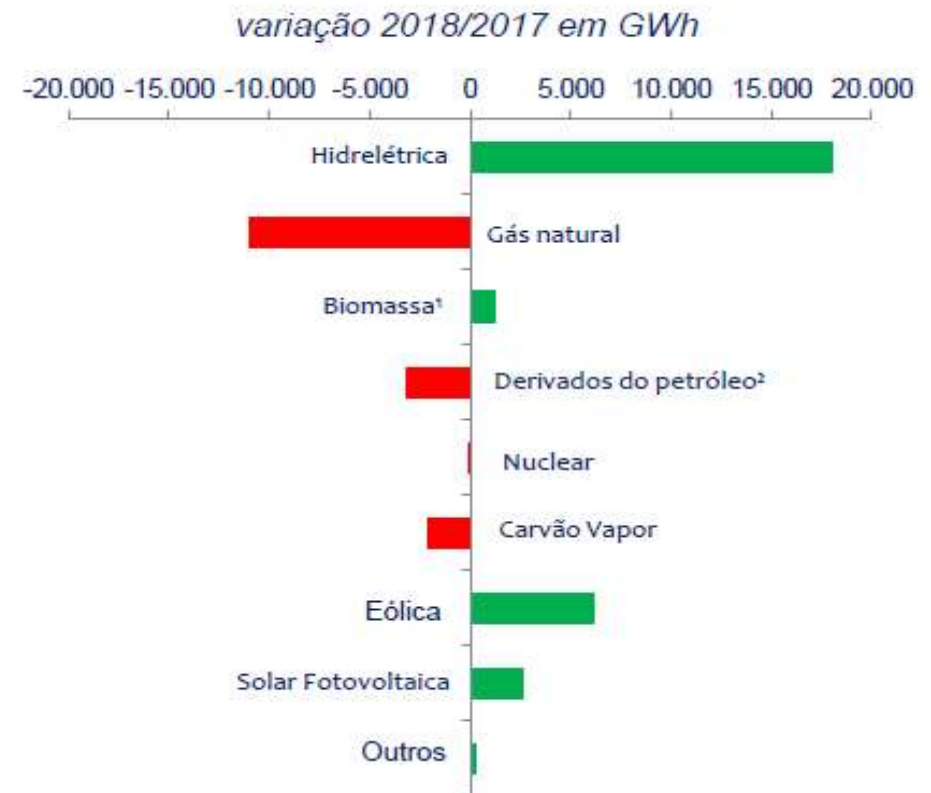
Fonte	2017	2018	Δ 18/17
Hidrelétrica	370.906	388.971	4,9%
Gás Natural	65.593	54.622	-16,7%
Biomassa ²	51.023	52.267	2,4%
Derivados do Petróleo ³	12.458	9.293	-25,4%
Nuclear	15.739	15.674	-0,4%
Carvão Vapor	16.257	14.204	-12,6%
Eólica	42.373	48.475	14,4%
Solar Fotovoltaica	832	3.461	316,1%
Outras ⁴	14.146	14.429	2,0%
Geração Total	589.327	601.396	2,0%

¹ Inclui geração distribuída

² Inclui lenha, bagaço de cana, biodiesel e lixo

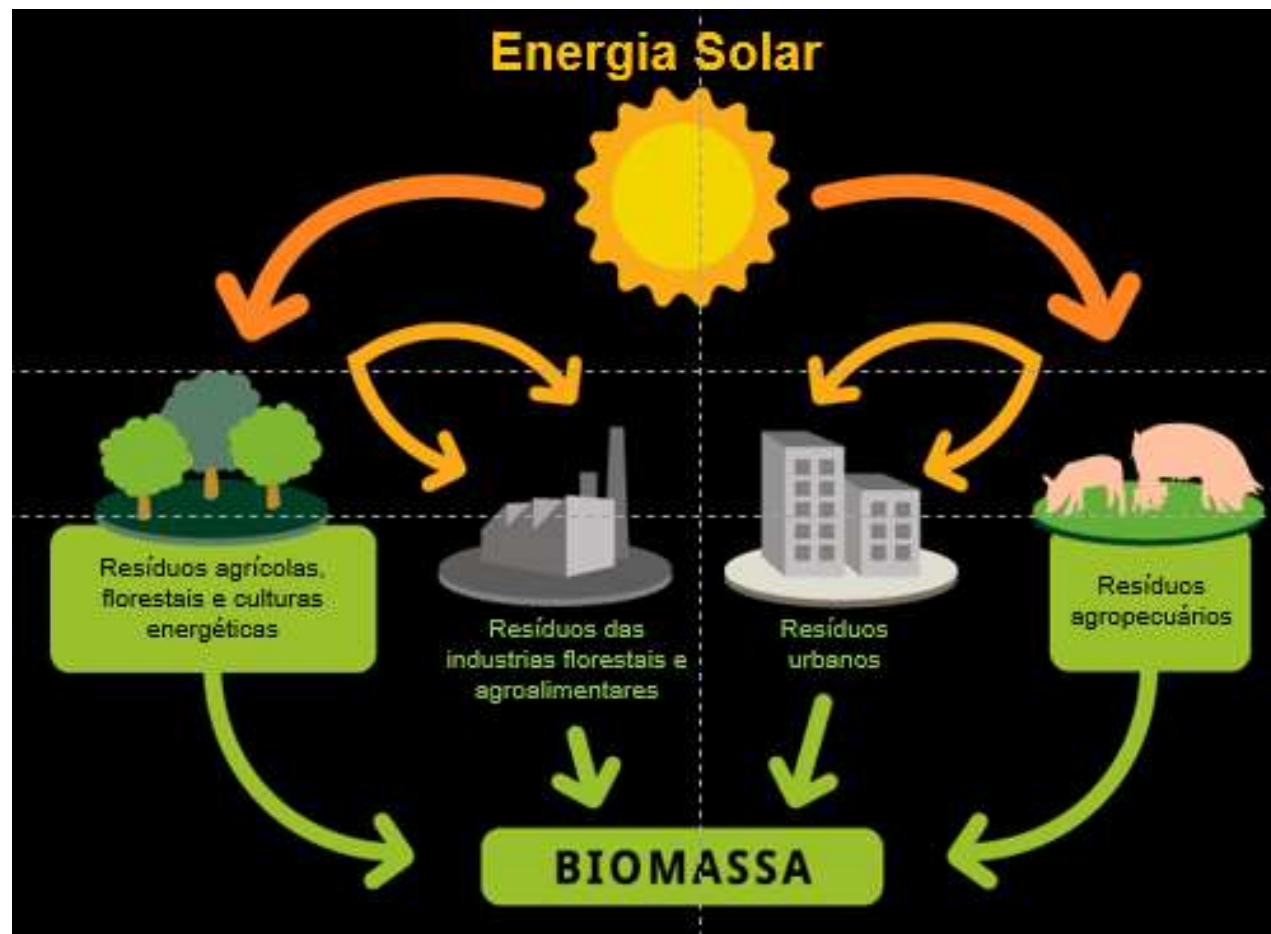
³ Inclui óleo diesel e óleo combustível

⁴ Inclui outras fontes primárias, gás de coqueria e outras secundárias



O CICLO DA BIOMASSA

Do ponto de vista energético, Biomassa seria todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizado para produção de energia.



Tipos de Biomassa

- I. **Sólida:** produtos e resíduos da agricultura, silvicultura e a fração biodegradável dos resíduos industriais, agroindustriais e urbanos;

- II. **Biocombustíveis Gasosos:** Biogás e Gaseificação;

- III. **Biocombustíveis Líquidos:** Etanol, Biodiesel, óleos *in natura* e resíduos líquidos combustíveis.

Processamentos da Biomassa

O aproveitamento da biomassa pode ser feito por:

- Vegetais Não Lenhosos
- Vegetais Lenhosos
- Resíduos Orgânicos
- Resíduos Agropecuários
- Resíduos Agroindustriais
- Resíduos Urbanos

- Combustão direta (com ou sem processos físicos);
- Processos termoquímicos (gaseificação, pirólise, liquefação e transesterificação)
- Processos biológicos (digestão anaeróbia e fermentação).

- Bio-óleo
- Biogás
- Bioetanol
- Etanol celulósico
- Biodiesel
- Óleo vegetal
- Lenha
- Carvão vegetal
- Gás de síntese



Fontes Utilizadas no Brasil – Biomassa - Em Operação

	Quantidade	Potência Outorgada(kW)	Potência Fiscalizada(kW)	%
Resíduos Florestais	102	3.188.568	3.180.653	21,41
Resíduos Sólidos Urbanos	25	174.405	171.325	1,17
Resíduos Animais	14	4.481	4.481	0,03
Biocombustíveis Líquidos	3	4.670	4.670	0,03
Agroindustriais	422	11.520.648	11.493.806	77,36
Total	566	14.892.772	14.854.935	100

Balanço Energético Nacional – EPE

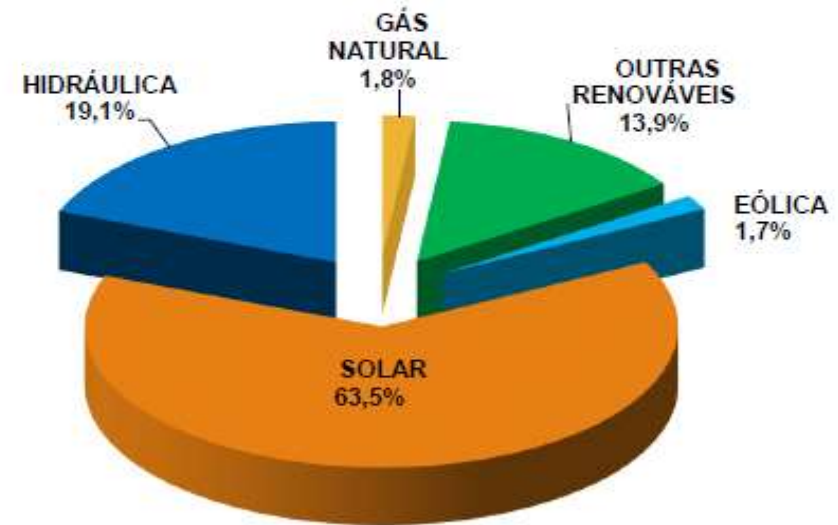
BEN 2019 | Micro e Minigeração Distribuídas¹

Em 2018, aumento de 131% na geração distribuída.

Participação de cada fonte na geração distribuída em 2018:

Em GWh:

2017	2018
359	828



¹ Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012

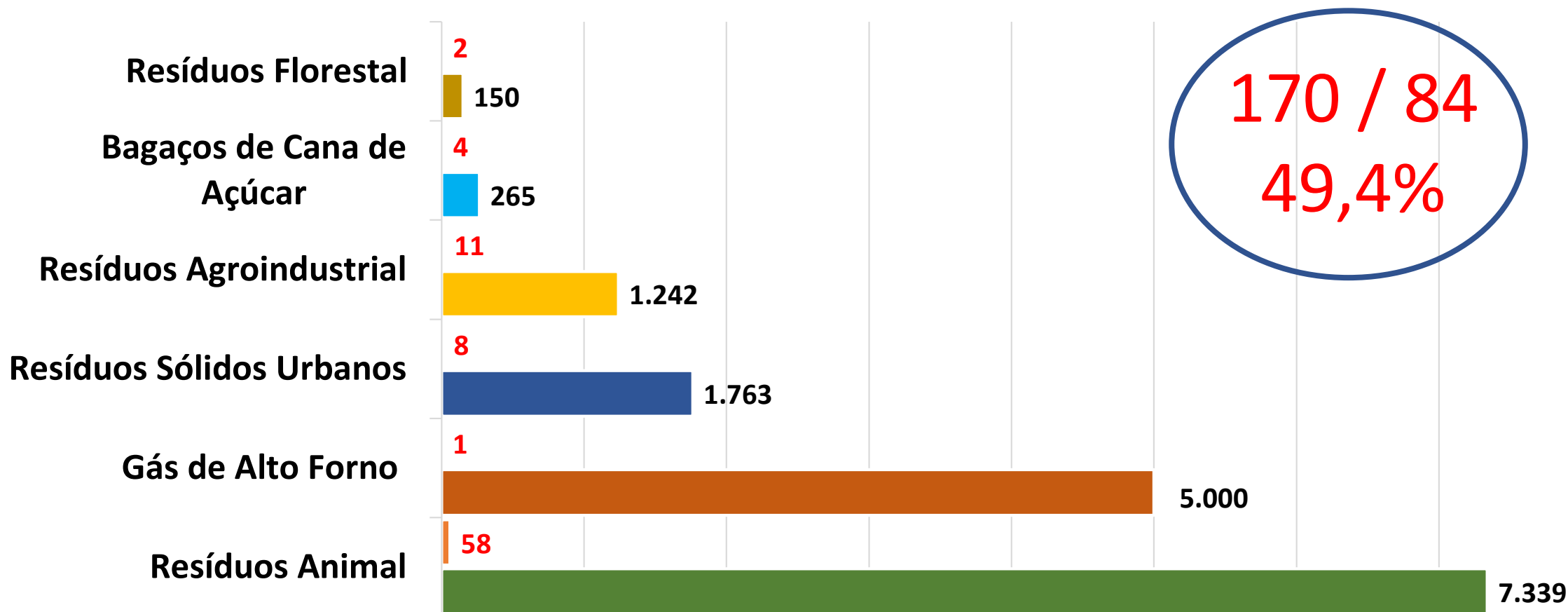
² Inclui biogás proveniente de resíduos agrícolas e urbanos, casca de arroz, gás de alto-forno (biomassa) e resíduos florestais.

Banco de Informações de Geração - BIG ANEEL



Unidades consumidoras com Geração Distribuída em Minas Gerais - UTE

Instalações X Potência Instalada (kW)



Atlas de Biomassa de Minas Gerais



Atlas de Biomassa de Minas Gerais - 2017



Índice

Capítulo 1

1 Introdução	6
1.1 - Contexto energético.....	7

Capítulo 2

2 Agrometeorologia de Minas Gerais	8
2.1 Caracterização Geográfica.....	9
2.1.1 Relevo.....	9
2.1.2 Solos.....	10
2.1.3 Hidrografia.....	10
2.1.4 Vegetação.....	11
2.2 Climatologia de Minas Gerais.....	12
2.2.1 Classificação Cimética de Köppen.....	12
2.2.2 Caracterização da Estação Chuvosa.....	13
2.2.3 Temperatura do Ar.....	17
2.3 Zoneamento Climático.....	18

Capítulo 3

3 Fontes de Biomassa.....	28
3.1 Café.....	29
3.2 Cana-de-açúcar.....	32
3.3 Milho.....	35
3.4 Soja.....	37
3.5 Vegetais Lenhosos.....	39
3.6 Resíduos Sólidos Urbanos.....	47
3.7 Resíduos do Tratamento de Esgoto.....	50
3.8 Efluentes Líquidos Animais.....	52
3.9 Outras Fontes.....	61

Capítulo 4

4 Potencial energético da biomassa.....	68
4.1 Poder Calorífico.....	69
4.2 Potencial Energético do Café.....	70
4.3 Potencial Energético da Cana de Açúcar.....	72
4.4 Potencial Energético do Milho.....	78
4.5 Potencial Energético da Soja.....	80
4.6 Potencial Energético dos Vegetais Lenhosos.....	82
4.7 Potencial Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	84
4.8 Potencial Energético dos Efluentes Líquidos Domésticos.....	86
4.9 Potencial Energético dos Efluentes Líquidos Animais.....	88

Capítulo 5

5 Fechamento e Conclusões.....	92
5.1 Desafios.....	95
5.2 Perspectivas.....	96

6

6 Referências Bibliográficas.....	97
-----------------------------------	----

- ✓ Fontes de Biomassa
- ✓ Potencial Energético



Atlas de
Biomassa
de Minas Gerais

Atlas de Biomassa de Minas Gerais - 2017

Os oito estados com maior área plantada são responsáveis por 94,5% da produção nacional (CONAB, 2015). De acordo com informações do IBGE, em 2015, o Brasil possuía ao todo 10.161.622 hectares de área plantada com cana-de-açúcar. A região sul tinha 653.913 hectares, a região sudeste 6.650.787 hectares, a região centro-oeste 1.749.502 hectares, a região nordeste 1.047.500 hectares e a região norte possuía 59.920 hectares de área plantada (IBGE, 2015). Portanto, a região sudeste era responsável por 66% de área plantada de cana-de-açúcar (Figura 38).



Figura 38 - Cultivo de cana-de-açúcar nas regiões brasileiras. - Fonte: IBGE (2015).

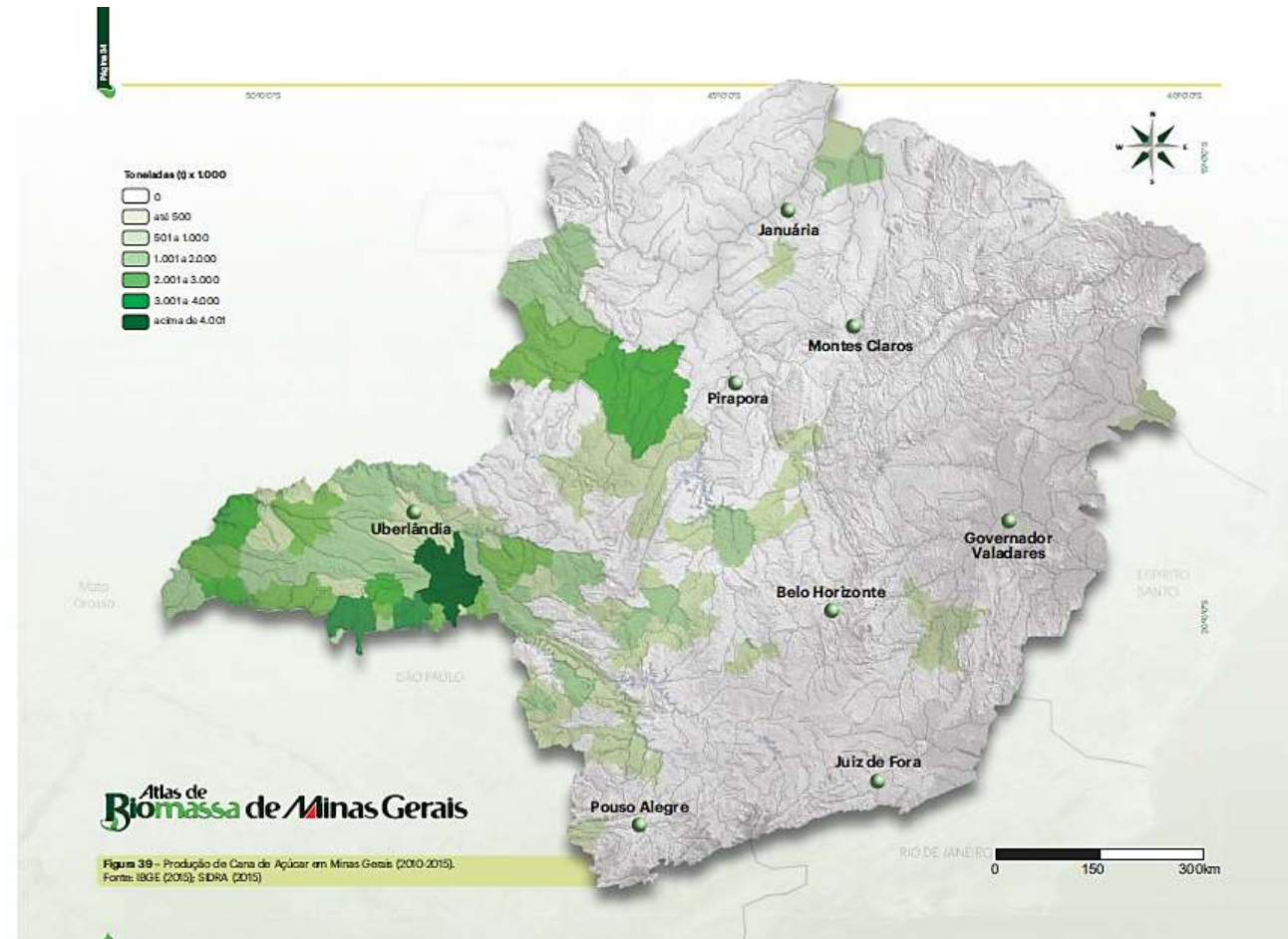
Produção

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de cana-de-açúcar, embora, nos últimos anos, a falta de investimento no setor, associada às condições climáticas adversas, resultou em produções abaixo da média (OCDE-FAO, 2015).

Do total da produção da região Sudeste, o estado de Minas Gerais contribuiu com aproximadamente 9% (CONAB, 2015). Dos 853 municípios mineiros, apenas 19% não são produtores. Uberaba e Frutal se destacaram na produção da cana-de-açúcar em 2015, com mais de 5 milhões de toneladas produzidas. De acordo com dados do IBGE (SIDRA, 2015), o Triângulo Mineiro é o maior produtor do estado. A Tabela 7 apresenta os 10 municípios que mais produzem cana em Minas Gerais.

Município	Quant. Produzida (t)	Município	Quant. Produzida (t)
Uberaba	6.266.200	Iturama	2.161.500
Frutal	5.001.040	João Pinheiro	2.158.950
Santa Vitória	3.471.500	Limeira do Oeste	1.936.960
Conceição das Alagoas	3.072.000	Paracatu	1.589.000
Campo Florido	2.595.286	Conquista	1.474.200

Tabela 7 - Municípios maiores produtores de cana-de-açúcar em Minas Gerais. Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal (Sidra, 2015).



Considerações Finais

- Presença consolidada na Matriz Energética Brasileira
- Fontes diversas com ciclos produtivos conhecidos
- Presente no campo e nos centros urbanos
- Processamentos diversificados
- Resíduos = Insumo



CIRCUITO NACIONAL
DO SETOR ELÉTRICO

CINASE
CONGRESSO & EXPOSIÇÃO



35° EDIÇÃO - BELO HORIZONTE (MG)
07 e 08 de agosto de 2019

Potencial da Biomassa em Minas Gerais na Produção de Energia Elétrica

Pela Atenção, obrigado.

Dênio Alves Cassini, Msc.

GREEN Solar – IPUC – PUCMINAS

Belo Horizonte - 07/08/2019

