



RenovaBio

Biocombustíveis 2030

Oficina Biogás e Biometano

Panorama do Biogás no Brasil – Setor Sucroalcooleiro

André Elia Neto
Zilmar Souza

Brasília – DF
20 de dezembro de 2016



AGENDA

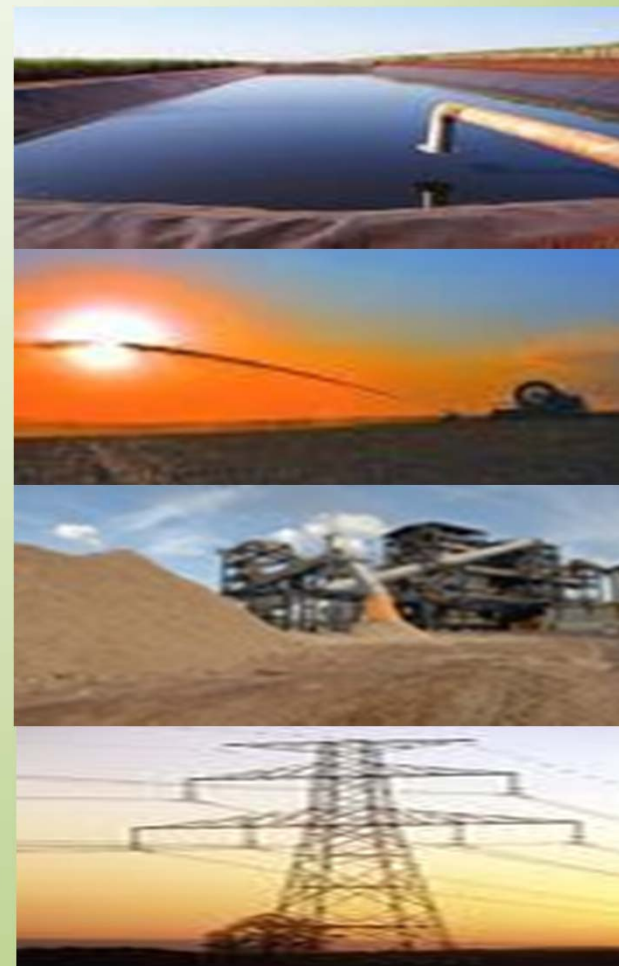
Biogás e Biometano

1. Origem e Aplicações

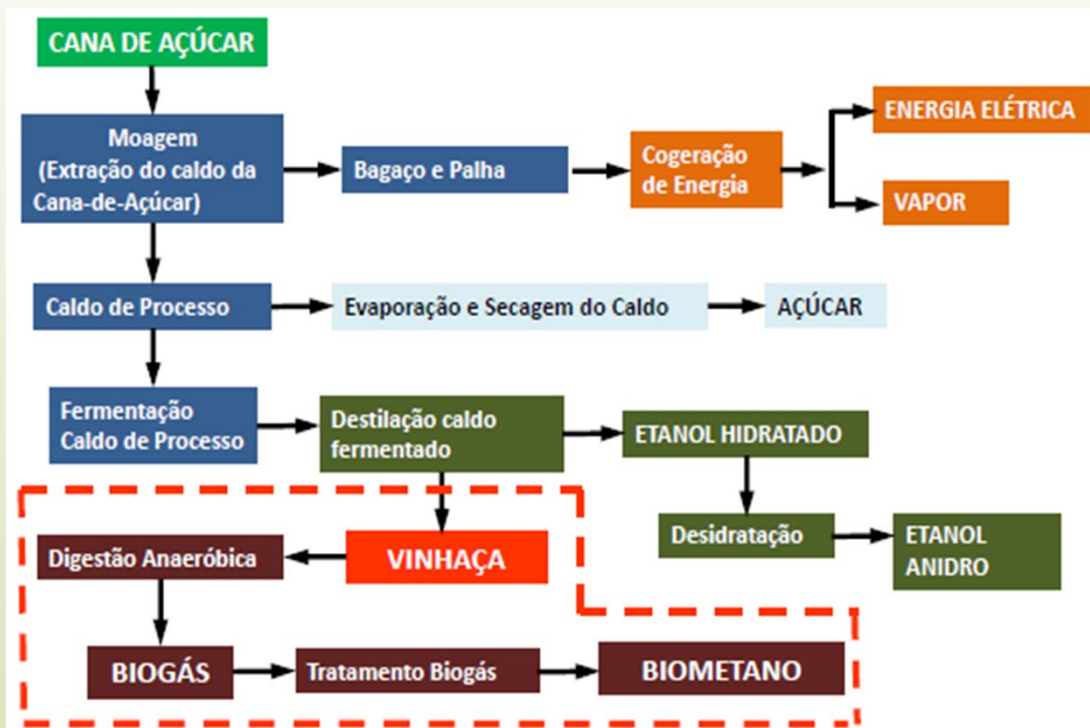
2. Potencial

3. Principais Benefícios

4. Pontos para seu
Desenvolvimento



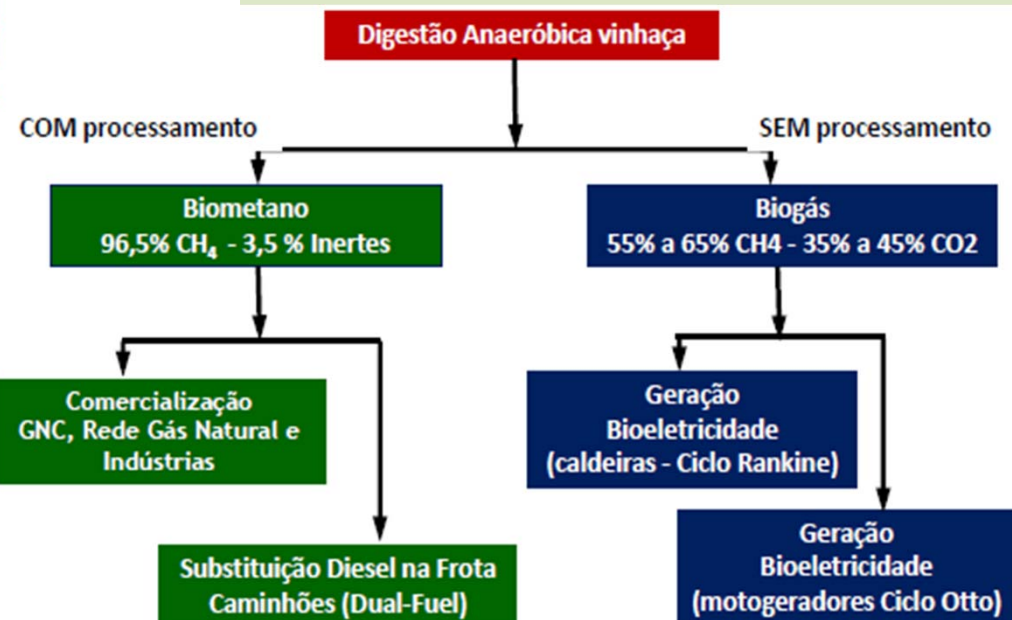
1. ORIGEM E APLICAÇÕES



Brasil –Safr 2015/2016

- ❑ Cana => quase 670 milhões t
- ❑ Açúcar => 34 mil t
- ❑ Etanol => 30 mil m³
- ❑ Vinhaça => 390 mil m³

Cada litro de etanol gera até 12 litros de vinhaça

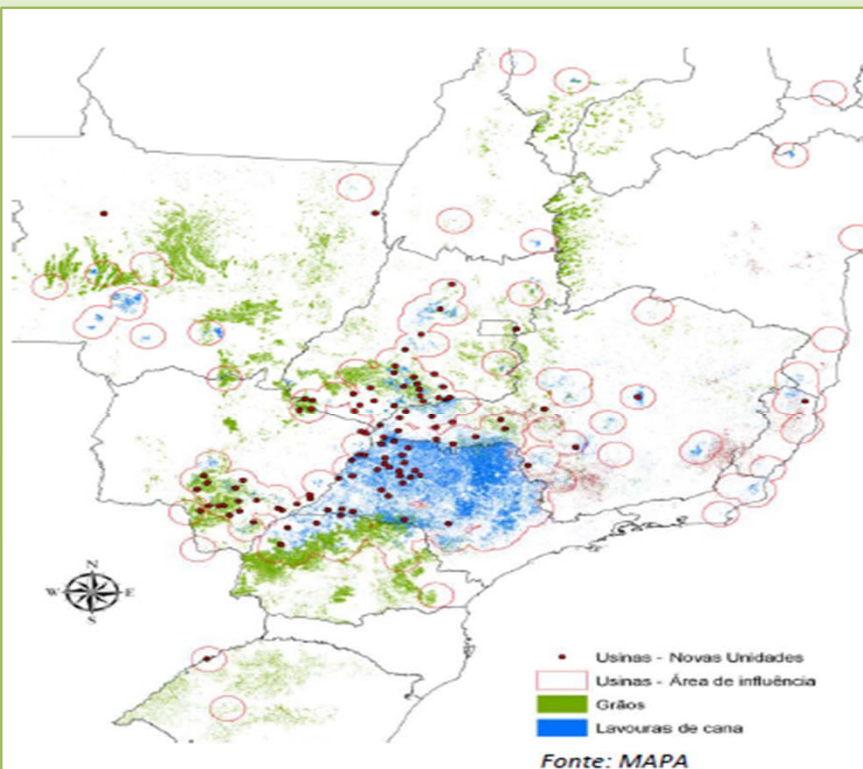


2. POTENCIAL

O Biogás da vinhaça representa cerca de 3% da energia da cana e um acréscimo de cerca de 10% da produção energética em relação ao etanol

— 1,0 t de Cana (Colmos): 7.300 MJ / 2.027 kWh (*)

- 140 kg de Açúcar/85 litros Etanol: 2.300 MJ / 638 kWh
- 280 kg de Bagaço (50% umidade): 2.500 MJ/694 kWh
- 280 kg de Palhas (50% umidade): 2.500 MJ/694 kWh
- 5,8 m3 de biometano da vinhaça: 210 MJ/ 58 kWh (conservador)



- Usinas em operação : 369 unidades
- Moagem Safra 2015/2016: 665 milhões t Cana
- % Cana para Açúcar: 45,0%
- % Cana para Etanol: 55,0%
- Produção de Etanol: 30,371 bilhões de litros
- Produção Vinhaça: 364,45 bilhões de litros

Transporte e aplicação de vinhaça



Transporte rodoviário da vinhaça



Tanque impermeabilizado



Aspersor tipo montagem direta



Carretel enrolador (ou rolão)
com captação no canal



Carretel enrolador (ou rolão)
acoplado no caminhão

Histórico da Biodigestão da Vinhaça



Planta de biodigestão anaeróbia de vinhaça da Usina São João, São João da Boa Vista.



Lonas sendo instaladas para o biodigestor tubular na Usina Ester, Cosmópolis.



Biodigestor instalado na Usina São Martinho.

Histórico da Biodigestão da Vinhaça



Biodigestor em Vitória de Santo Antão, PE.



Biodigestor instalado na Destilaria Inexport, Cabo de Santo Agostinho, PE.



Co-Biodigestores da Geo Energética instalados em Tamboara, PR.

Caracterização da vinhaça

Parâmetros	CTC		Cetesb***			Composição final	
	1995*	2008**	Melaço	Caldo	Misto	Média	Faixa
pH	4,15	4,8	4,2 - 5,0	3,7 - 4,6	4,4 - 4,6	4,3	3,5 - 4,9
Temperatura (°C)	89	-	80 - 100	80 - 100	80 - 100	90	65 - 110,5
DBO (mg/L O ₂)	16.950	11.331	25.000	6.000 - 16.500	19.800	14.833	5.879 - 75.330
DQO (mg/L O ₂)	28.450	31.505	65.000	15.000 - 33.000	45.000	23.801	9.200 - 97.400
DBO/DQO ₅	1,7	2,8	2,5 - 2,0	2,1	1,6	1,6	1,6 - 2,8
Sólidos totais (mg/L)	22.387	29.596	81.500	23.700	52.700	32.132	10.780 - 56.780
Sólidos voláteis (mg/L)	10.212	21.905	60.000	20.000	40.000	24.352	628 - 45.225
Sólidos fixos (mg/L)	6.874	7.846	21.500	3.700	12.700	7.780	1.509 - 45.630
Nitrogênio (mg/L N)	357	353	450 - 1.610	150 - 700	480 - 710	433	81 - 1.215
Fósforo (mg/L P)	60,4	32,0	100 - 290	10 - 210	9 - 200	34	2,1 - 188
Potássio (mg/L K)	2.035	2667	3.740 - 7.830	1.200 - 2.100	3.340	2.206	814 - 7.612
Cálcio (mg/L Ca)	286,2	496,5	450 - 5.180	130 - 1.540	1.330 - 4.570	832	39,4 - 1.451,2
Magnésio (mg/L Mg)	135,4	321,0	420 - 1.520	200 - 490	580 - 700	262	97 - 11.12,9
Sulfato (mg/L S)	1538	861	6.400	600 - 760	3.700 - 3.730	1149	92. - 3.364

Fonte: Elia Neto et al, A. Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética. UNICA, CTC, FIESP e ANA, Brasília 2009

Histórico da Biodigestão

Ano	Empresa/ Instituição	Biodigestor	Capacidade [m³]	Produção biogás [L biogás / L vinhaça]	TRH	Remoção DQO [%]	Taxa de aplicação [DQO m³ dia]	CH ₄ [%]
1981	IPT e PAISA	UASB	11	13,1	1,5 dias	95	20-30	65
1981	Destilaria Jacques Richer	Tipo indiano	330	16,5	-	62	-	55
1982	Cetesb	Misto	0,185	-	1,8 dias	60,4	16,2	63,2
1983	CTC	-	0,052	-	-	75-95	22	-
1984	CTC/Usina Iracema	Manta de lodo	12	-	-	45-95	1,4-8,8	-
1984	Codistil/Paques	Manta de lodo	120	-	-	-	16,5	-
1986	Usina São João	UASB	1500	-	-	-	1,5	70
1987	Usina São Martinho	UASB	75	9,8	10,8 h	71	26,5	60
1995	Usina São Martinho	UASB	5.200	-	-	-	5-21	-
2012	Usina Ester	Lona	20.000	-	-	-	-	-
2012	Grupo JB	UASB	1.000	-	16,7 h	-	20	80
2012	Geo Energética/Coopcana	Co-biodigestor	-	-	-	-	-	-

Biogás

Composição	Fonte do biogás				
	Resíduos orgânicos (CASTAÑÓN, 2002)	Diferentes fontes (AL SEADI et al., 2008)	Diferentes fontes (BIRKMOSE et al., 2007)	Vinhaça de beterraba (BUSZEWSKI et al., 2008)	Média geral ZACHOW (2000)
Metano (CH ₄)	40-75	50-75	55-75	47	50-75
Dióxido de carbono (CO ₂)	25-40	25-45	25-45	53	25-40
Hidrogênio (H ₂)	1-3	<1	0-3	-	1-3
Nitrogênio (N ₂)	0,5-2,5	<2	1-5	-	0,5-2,5
Oxigênio (O ₂)	0,1-1,0	<2	Traços	-	0,1-1,0
Ácido sulfídrico (H ₂ S)	0,1-0,5	<1	0,1-0,5	-	0,1-0,5
Amônia (NH ₃)	0,1-0,5	<1	-	-	0,1-0,5
Monóxido de carbono (CO)	0-0,1	-	0-0,3	-	0-0,1
Vapor de água (H ₂ O)		2 - 7		-	Variável

Metodologia

(números conservadores)

Parâmetros	Unidade	Valor
Taxa teórica	NL CH ₄ /g DQO removida	0,30
Teor de metano	% CH ₄	60
Taxa de aplicação (mesofílico)	kg DQO/m ³ reator dia	12
Carga orgânica na vinhaça	g DQO/L etanol	285 (*)
Volume necessário p/ biodigestão	L reator/L etanol dia	23,75
Eficiência da biodigestão	% DQO	80
Produção de biogás (c/ 60% CH ₄)	N.L biogás/g.DQOremovida	0,50
Taxa de produção de biogás	N.L/L etanol	114 (0,5 x 285 x 0,8)
Densidade do biogás	kg/Nm ³	0,784
Massa de biogás	g biogás/L etanol	89,4 (114 x 0,784)
Taxa de produção de biogás	N.L biogás/L vinhaça	9,5 (114/12)
Taxa de produção de biometano	NL CH ₄ /L etanol	68,4

- Estimativas mais otimistas indicam valores 50% maiores (90% de remoção de DQO, taxas de conversão de 0,35, teor de metano 65% e quantidades maiores de Carga Orgânica na vinhaça)
- Nesta condição, tem-se: ~100 NL CH₄/L etanol



Fator para transformar produção de etanol em produção de biometano

Fonte: Elia Neto et al, A. Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética. UNICA, CTC, FIESP e ANA, Brasília 2009

Potencial de produção de biometano pela vinhaça

Estimativa do potencial de produção de biometano por biodigestão da vinhaça na safra no Brasil

Parâmetros	2016/2017	São Paulo
Produção de etanol safra 2015/2017 (m ³) ⁽¹⁾	30.000.000	50.000.000
Taxa de produção de biogás (NL CH ₄ /L etanol)	114	
Produção de biogás (Nm ³)	2.052.000	3.420.000
Taxa de produção de biometano (NL CH ₄ /L etanol)	68,4	
Produção de biometano (Nm ³ CH ₄)	2.052.000	3.420.000

Processos Comerciais para Produção de Biometano a partir do Biogás

1. LAVAGEM COM ÁGUA OU POLIETILENO GLICOL (PRESSURIZED WATER SCRUBBING - PWS)

A lavagem com água é utilizada para remoção de CO₂ e H₂S do biogás considerando-se que estes gases são mais solúveis em água que o metano. Este processo é puramente físico.

2. ABSORÇÃO QUÍMICA COM SOLVENTES

A absorção química é caracterizada por uma absorção física dos componentes gasosos num líquido de lavagem seguido de uma reação química entre os componentes do líquido de lavagem e os componentes do gás absorvidos na fase líquida.

3. PRESSURE SWING ADSORPTION – PSA

O processo PSA é uma tecnologia usada para separação de gases sob pressão de acordo com as suas características moleculares e afinidade por um determinado tipo de material.

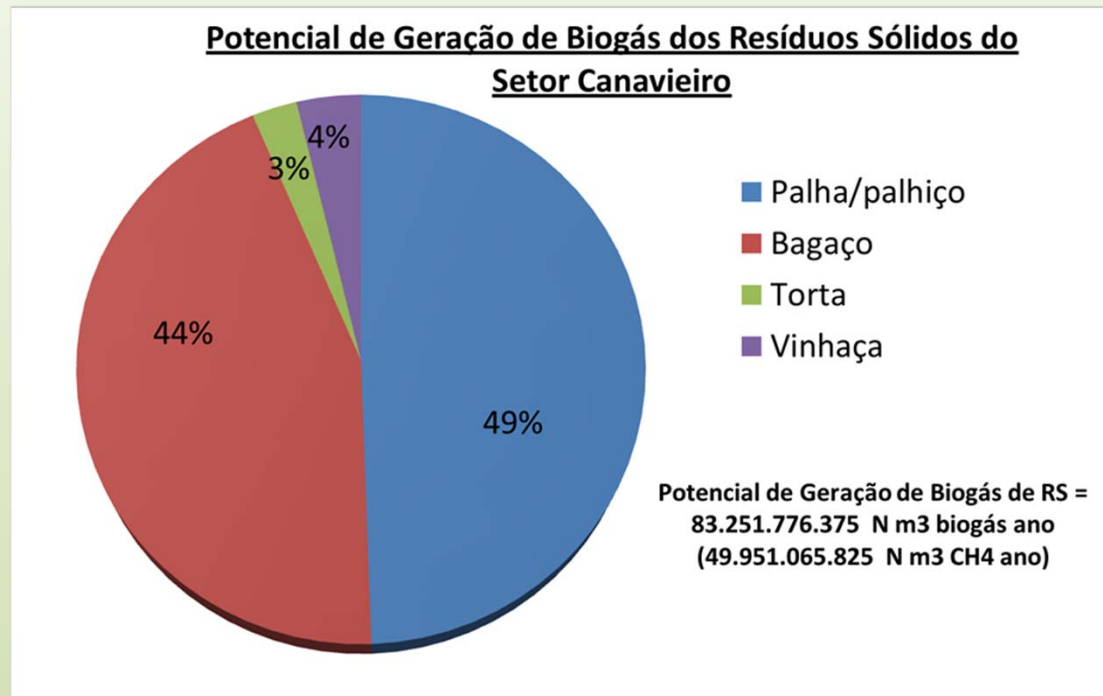
4. PROCESSO DE TRATAMENTO COM MEMBRANA

O princípio da separação por membrana baseia-se no fenômeno da retenção de alguns componentes se um gás numa membrana permeável e na passagem livre de outros através dela.

5. SEPARAÇÃO CRIOGÊNICA

O processo de separação criogênica é baseado no fato do CO₂, do H₂S e de outros contaminantes do biogás poderem ser separados do metano por diferenças nos pontos de liquefação de cada elemento.

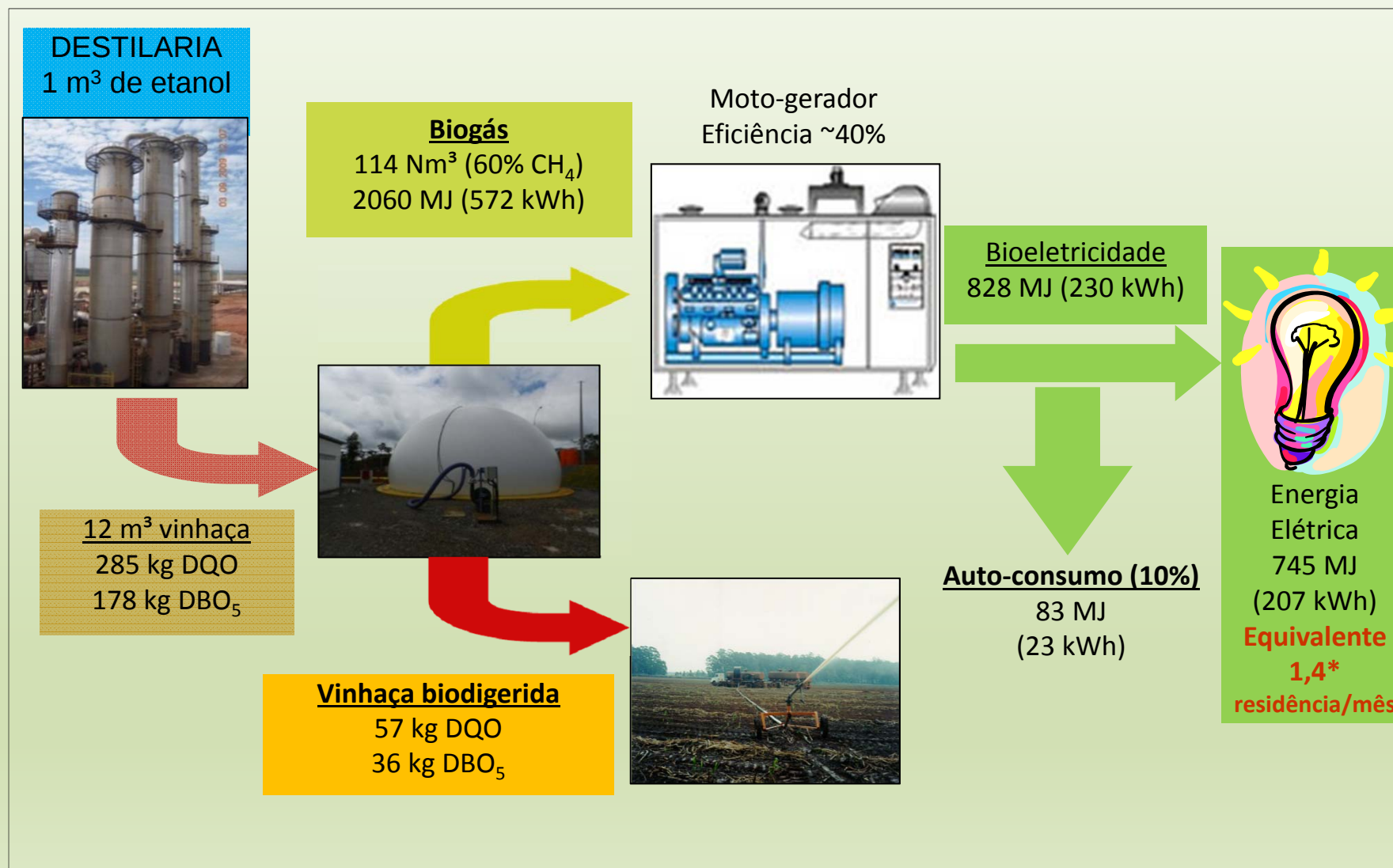
Potencial da Co-Biodigestão dos RS Canavieiros (base 2014)



- Potencial maior que o atual consumo de **36,6 bilhões de N m3/ano no Brasil** (bagaço, palha vinhaça e torta de filtro).
- Porém a maior parte dos RS já estão comprometida com a **cogeração e bioeletricidade** (bagaço) e outra parte concorrência com **Etanol de 2G** e bioeletricidade (palha)
- Para o Biometano tem-se como firme a vinhaça e a torta de filtro representando um potencial de 4 bilhões de m3/ano (mais que 10% consumo atual)

Fonte: Elia Neto, A. Gestão dos Resíduos Sólidos na Agroindústria Canavieira, publicado em: Visão da Indústria Brasileira sobre a Gestão de Resíduos Sólidos, CNI, Brasília, 2014.

Potencial de produção de energia elétrica pela biodigestão da vinhaça



Rotas Potenciais de produção de energia pela biodigestão da vinhaça

Produção de Etanol
(m³/safra 2016/17):
Brasil 30.000.000



Biogás/ m³ etanol
114 Nm³ (60% CH₄)
40% eficiência
10% autoconsumo
EE liq. = 745 MJ (207 kWh)



12 m³ vinhaça/ m³ etanol
285 kg DQO/m³ etanol
178 kg DBO₅/m³ etanol

Biometano/ m³ etanol
68,4 Nm³ (99% CH₄)

Rota 1 – Produção de bioeletricidade (moto gerador)

Produção de Bioeletricidade
6,2 TWh/ano (Brasil)

Matriz Elétrica (2015):
615,9 TWh/ano (Brasil)²

Energia do biogás da vinhaça:
1,0% do consumo Nacional

Rota 2 – Produção de biometano com a purificação do biogás

Produção de Biometano
2,0 bilhões m³/ano (Brasil)

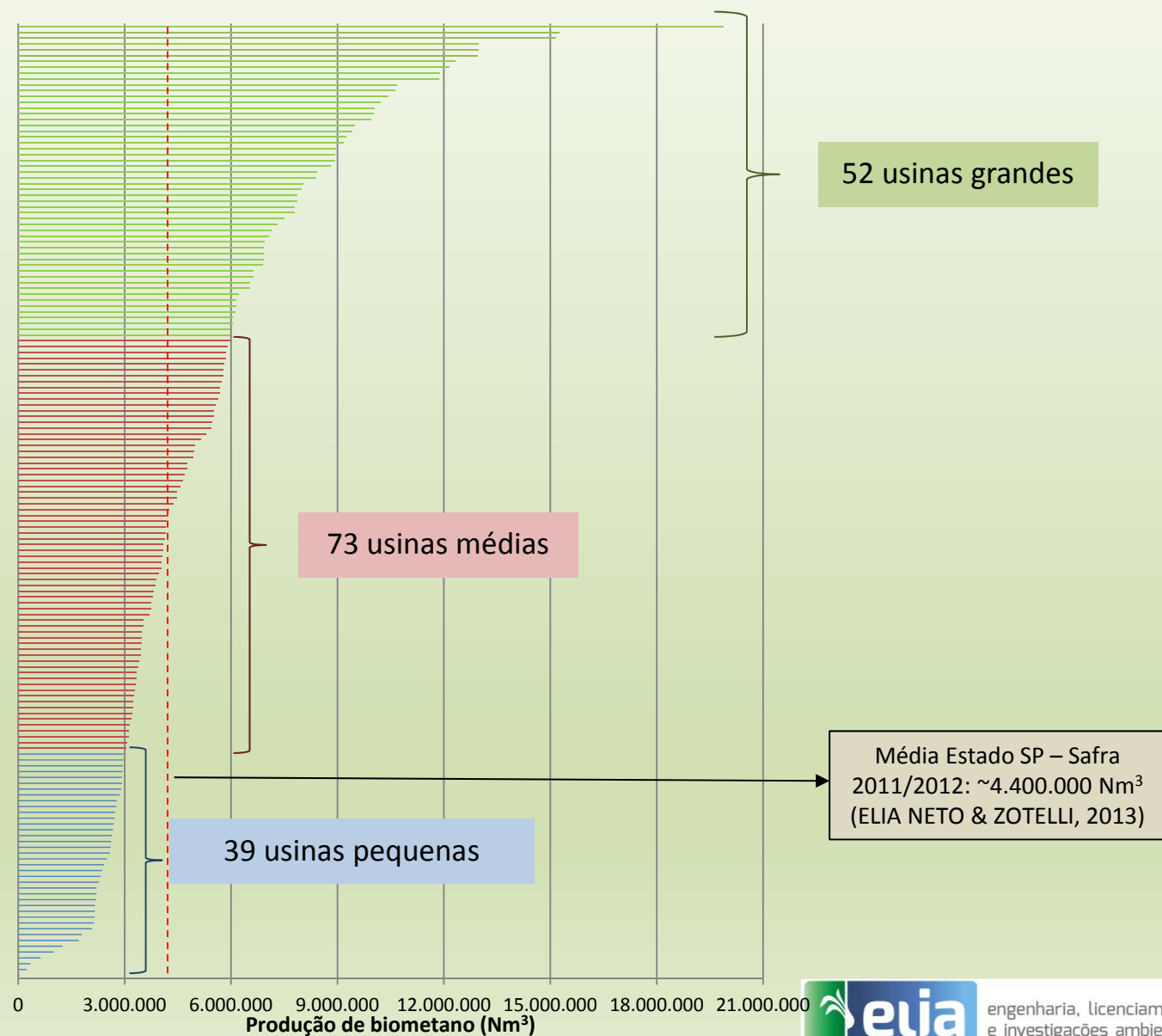
Consumo de gás natural (2015)
36,6 bilhões m³/ano (Brasil)²

Produção de biometano da vinhaça:
~5,5% do consumo Nacional e

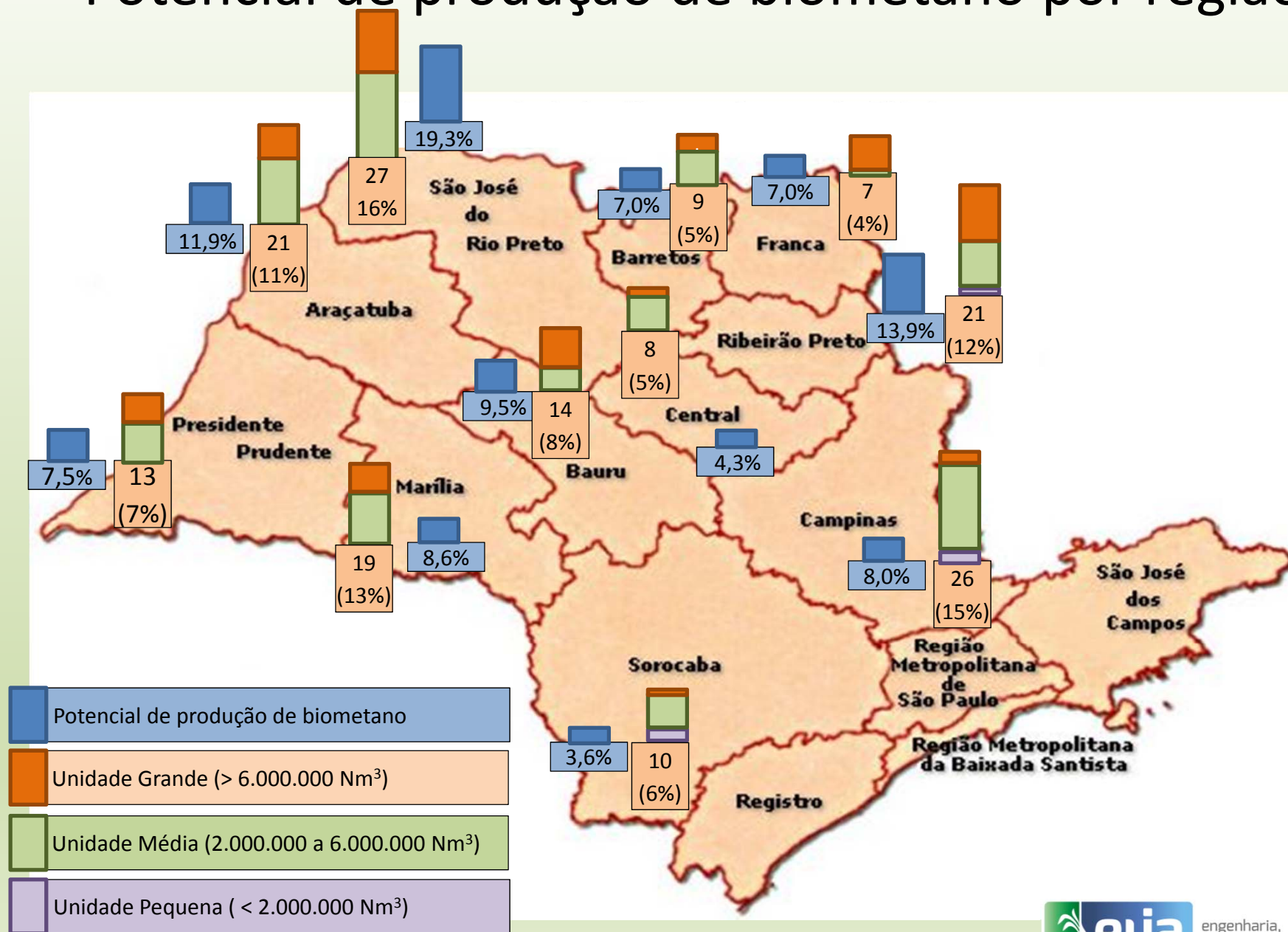
¹ BEN 2016 Relatório Síntese (ano base 2015)

² Média do Consumo de GN em 2015 = 100,4 milhões de m³/dia (BOLETIM MENSAL DE ACOMPANHAMENTO DA INDÚSTRIA DE GÁS NATURAL, EDIÇÃO N° 107 Destaques de janeiro de 2016 , Ministério de Minas e Energia Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis Departamento de Gás Natural)

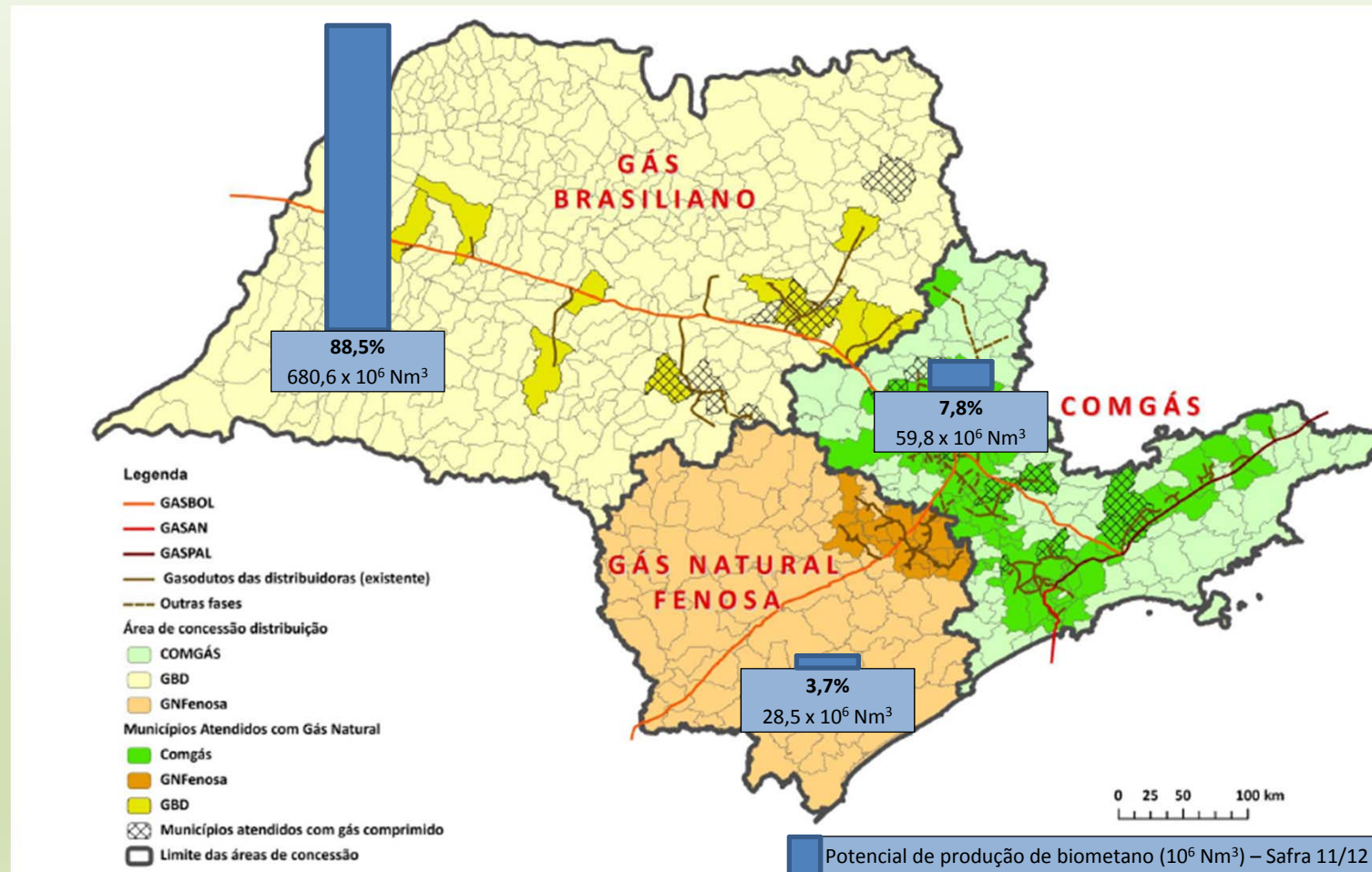
Ranking do Potencial de biometano no ESP (base 2012)



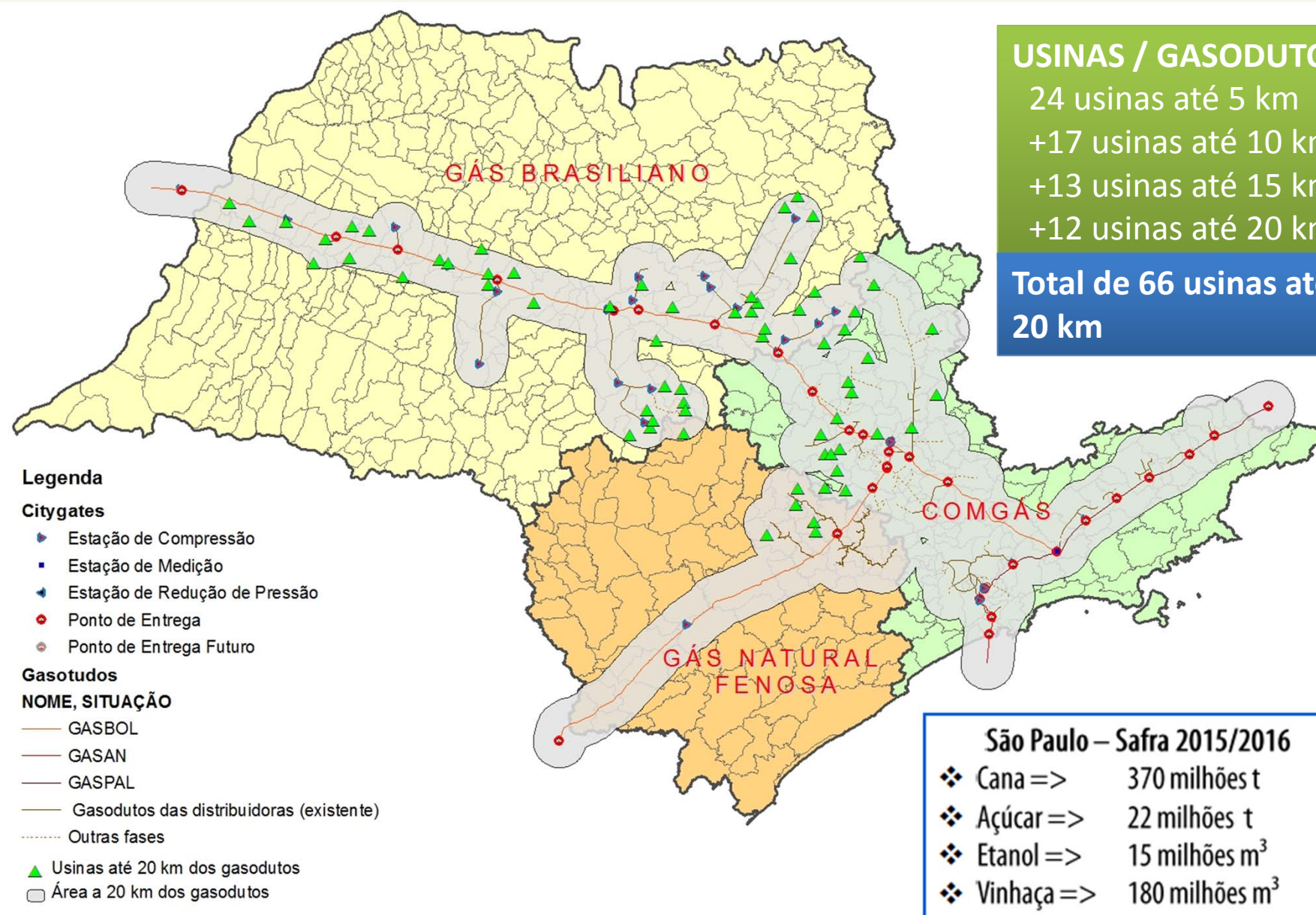
Potencial de produção de biometano por região



Potencial de produção de biometano nas áreas de concessão de distribuição de gás canalizado no Estado de SP (Safrá 2011/12)



2. POTENCIAL – O CASO DO ESP



3. PRINCIPAIS BENEFÍCIOS

- ☐ **Significativo Potencial de Biogás/Biometano para exploração, propiciando desenvolvimento regional.**
- ☐ **Gasoduto Virtual (GNC): possibilidade de abastecimento das “redes locais de distribuição de gás natural”, nos municípios e indústrias, para futura integração nas redes de gás natural canalizado”.**
- ☐ **Contratos de Biometano em R\$: os contratos de suprimento de biometano serão negociados em moeda nacional, contrapondo os contratos de suprimento de gás natural.**
- ☐ **Agrega valor à Indústria Sucoenergética e diminui ainda mais a pegada de carbono do setor sucoenergético.**
- ☐ **Geração distribuída de energia elétrica.**
- ☐ **Projetos de pequena/média escala que aumenta número de players no mercado e que são grandes geradores de empregos diretos no país.**
- ☐ **Política Pública com foco na Sustentabilidade: a utilização do Biogás/Biometano possibilita ganhos de sustentabilidade e integra objetivos pretendidos com a intensificação de energia renovável na matriz de energia do país.**

4. PONTOS PARA SEU DESENVOLVIMENTO

Biogás:

- ☐ Leilões no Ambiente Regulado (Energia Nova, FA e de Reserva): regularidade, preços adequados para o investimento, previsibilidade e criação do Produto Biogás.
- ☐ Não excluir a participação da fonte nos leilões regulados.
- ☐ Avaliação de política de contratação nos leilões com foco regional (p.ex., leilões por submercado geoeletrico).
- ☐ Revitalização da modalidade de contratação de Geração Distribuída.
- ☐ Valor de Referência (VR) específico do GN (329 R\$/MWh) deverá contemplar o biogás.
- ☐ Fortalecimento do mercado livre de energia elétrica.

Biometano:

- ☐ Construção da regulamentação estadual para permitir expansão da fonte na matriz energética.
- ☐ Harmonização entre as regulações estaduais e federal.
- ☐ Incentivo tributário para o desenvolvimento de caminhões e ônibus com motores diesel/biometano a exemplo da proposta sugerida para os veículos híbridos.



BIOGÁS E BIOMETANO

Setor Sucroenergético

OBRIGADO!

André Elia Neto

Zilmar Souza

Brasília – DF

20 de dezembro de 2016

