



Geração de Bioenergia de Biomassa da Cana-de-açúcar nas Usinas Signatárias ao Protocolo Agroambiental Paulista, Safra 2015/2016

O setor elétrico brasileiro é abastecido preponderantemente pela hidroeletricidade que, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), responde por 61,21% de seu consumo (Tabela 1). No entanto, esta dependência é cada vez mais preocupante em razão da modificação que vem ocorrendo no regime de chuvas, haja vista, o ano de 2014. Ao mesmo tempo, há também a irregularidade das chuvas, concentradas no verão e no início do outono, entre os meses de dezembro e abril, o que leva à necessidade de se buscar outras fontes de energia, lembrando ainda que a construção de barragens com grandes reservatórios passa por restrições impostas pela legislação ambiental.

As fontes de energia existentes de origem biomassa, como: agroindustriais, biocombustíveis líquidos, floresta, resíduos animais e resíduos sólidos urbanos, representam 8,9% do total da matriz energética brasileira, dos quais 76,8% são provenientes do bagaço da cana-de-açúcar (Tabela 1)¹.

O bagaço, resíduo da produção de açúcar e etanol, é uma das importantes fontes de energia renovável das unidades industriais de cana-de-açúcar, sendo utilizado na produção de energia elétrica denominada bioeletricidade, em que parte é utilizada para o atendimento da própria unidade industrial e o excedente exportado para a rede de distribuição. Na safra 2015/16, a produção desse resíduo foi de 166,40 milhões de toneladas no País. O Estado de São Paulo respondeu por 55,2% dessa produção (Tabela 2)².

A bioeletricidade está em consonância com a agenda mundial, o Brasil estabeleceu como meta na COP-21, a intenção de alcançar o índice de 18% de biocombustíveis sustentáveis (etanol e biodiesel) e aumentar de 10% para 23% a participação de energias renováveis (solar, eólica e biomassa) na matriz energética em 2030³. Os dados apresentados no último Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2024) apontam que o potencial técnico de geração anual para a rede pela biomassa da cana-de-açúcar pode alcançar quase duas usinas do porte de Itaipu, gerando 165 TWh/ano até 2024⁴.

Tabela 1 - Composição da Matriz Elétrica Brasileira, 2017

Fonte			Capacidade instalada			Total			
Origem	Fonte nível 1	Fonte nível 2	N° de usinas	KW	%	N° de usinas	KW	%	
Biomassa	Agroindustriais	Bagaço de cana-de-açúcar	399	10.909.920	6,8295	417	11.022.775	6,9001	
		Biogás - AGR	3	1.822	0,0011				
		Capim elefante	3	65.700	0,0411				
		Casca de arroz	12	45.333	0,0283				
	Biocombustíveis líquidos	Etanol	1	320	0,0002	3	4.670	0,0029	
		Óleos vegetais	2	4.350	0,0027				
	Floresta	Carvão vegetal	Gás de alto forno - Biomassa	8	54.097	0,0338	88	3.048.248	1,9081
			Lenha	11	332.265	0,2079			
		Licor negro	2	14.650	0,0091				
		Resíduos florestais	17	2.261.136	1,4154				
		Resíduos animais	Biogás - RA	50	386.100	0,2416			
			Biogás - RU	11	2.099	0,0013			
	Resíduos sólidos urbanos	Biogás - RU	15	114.680	0,0717	16	117.380	0,0734	
		Carvão - RU	1	2.700	0,0016				
Eólica	Cinética do vento	Cinética do vento	423	10.364.042	6,4877	423	10.364.042	6,4877	
Fóssil	Carvão mineral	Calor de processo - CM	1	24.400	0,0152	23	3.612.995	2,2617	
		Carvão mineral	13	3.389.465	2,1217				
		Gás de alto forno - CM	9	199.130	0,1246				
	Gás natural	Calor de processo - GN	1	40.000	0,0250	160	13.008.689	8,1433	
		Gás natural	159	12.968.689	8,1182				
	Outros fósseis	Calor de processo - OF	1	147.300	0,0922	2.233	10.155.335	6,3571	
		Gás de refinaria	6	315.560	0,1975				
		Óleo combustível	43	4.056.847	2,5395				
		Óleo ciesel	2166	4.802.600	3,0063				
	Petróleo	Outros energéticos de petróleo	18	980.328	0,6136				
Potencial hidráulico		Potencial hidráulico	1259	98.079.422	61,396	1.259	98.079.422	61,396	
Hídrica	Potencial hidráulico	Potencial hidráulico	1259	98.079.422	61,396	1.259	98.079.422	61,396	
Nuclear	Urânio	Urânio	2	1.990.000	1,2457	2	1.990.000	1,2457	
Solar	Radiação solar	Radiação solar	44	23.761	0,0148	44	23.761	0,0148	
Importação	Paraguai			5.650.000	3,5368				
	Argentina			2.250.000	1,4084				
	Venezuela			200.000	0,1251			5,1143	
	Uruguai			70.000	0,0438				
Total			4.680	159.746.716	100	4.680	159.746.716	100	

Fonte: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Informações de Geração. Brasília: ANEEL, 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 4 abr. 2017.

Tabela 2 - Potencial de Bagaço¹ da Colheita de Cana-de-açúcar, Brasil, Safra 2015/16. (em milhão de t)

Região	Produção	Bagaço
São Paulo	367,6	91,90
Centro-Sul	616,7	154,19
Norte-Nordeste	48,8	12,20
Brasil	665,6	166,40

¹Utilizou-se como referência 250 kg de bagaço por t de cana (TORQUATO; RAMOS, 2013 apud LEITE; PINTO, 1983).

Fonte: Elaborada pelas autoras a partir de dados da COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Banco de dados. Brasília: CONAB, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: abr. 2017.

A biomassa oriunda do bagaço da cana-de-açúcar é uma alternativa de energia renovável com potencial para complementar a geração de energia proveniente da hidrelétrica do País. A produção dessa energia ocorre justamente no período da estação seca, em que os reservatórios se encontram no nível mais baixo. Ressalte-se que a região Sudeste concentra o maior número das unidades industriais gerando energia elétrica através da biomassa próxima aos grandes centros consumidores de energia⁵.

O setor sucroenergético do país é autossuficiente na produção de energia elétrica por meio da biomassa e comercializa excedentes para o Sistema Interligado Nacional (SIN)⁶. O setor vem expandindo a produção de bioeletricidade como fonte renovável e complementar à geração hídrica, haja vista que na safra em questão o setor exportou 57,11% de energia elétrica do total produzido pelas usinas signatárias.

No Estado de São Paulo, com o objetivo de criar mecanismos para estimular e consolidar o desenvolvimento sustentável da produção e da indústria da cana-de-açúcar, foi firmado um acordo voluntário, representado pelas Secretarias do Meio Ambiente (SMA) e de Agricultura e Abastecimento (SAA) e o Setor Sucroenergético, representado pela União da Indústria da Cana-de-açúcar (UNICA) e pela Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA). O compromisso com as unidades agroindustriais foi firmado em 2007, através da UNICA, enquanto o compromisso com as associações de fornecedores de cana pela ORPLANA em 2008.

O número de usinas signatárias a esse protocolo representa 84,4% do total de unidades cadastradas no departamento de cana-de-açúcar e agroenergia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em fevereiro de 2017⁷.

Por meio do cumprimento do Protocolo Agroambiental do Estado de São Paulo, as usinas signatárias nos últimos 8 anos, em termos de potência instalada, evoluíram de 1.865,04 MW⁸ para 5.125,51 MW, ou seja, 2,75 vezes (Figura 1). Já em relação ao número de unidades industriais signatárias na safra 2007/08, 23,9% exportaram energia para o SIN enquanto na safra 2015/16 mais da metade das unidades (58%) contribuíram para o fornecimento de energia na rede de distribuição.

Com relação à quantidade de energia produzida pelas signatárias, verificou-se que ocorreu um aumento de 3,02 vezes a produção de energia em MWh entre as safras 2007/08 e 2015/16. Essas unidades industriais nesse mesmo período exportaram para o SIN 4,27 vezes mais MWh (Figura 2).

As Regiões Administrativas (RA) do Estado de São Paulo que mais produziram energia através da biomassa da cana-de-açúcar estão situadas nos municípios pertencentes à região de São José do Rio Preto onde estão localizadas 23 usinas, seguida das regiões de Ribeir-

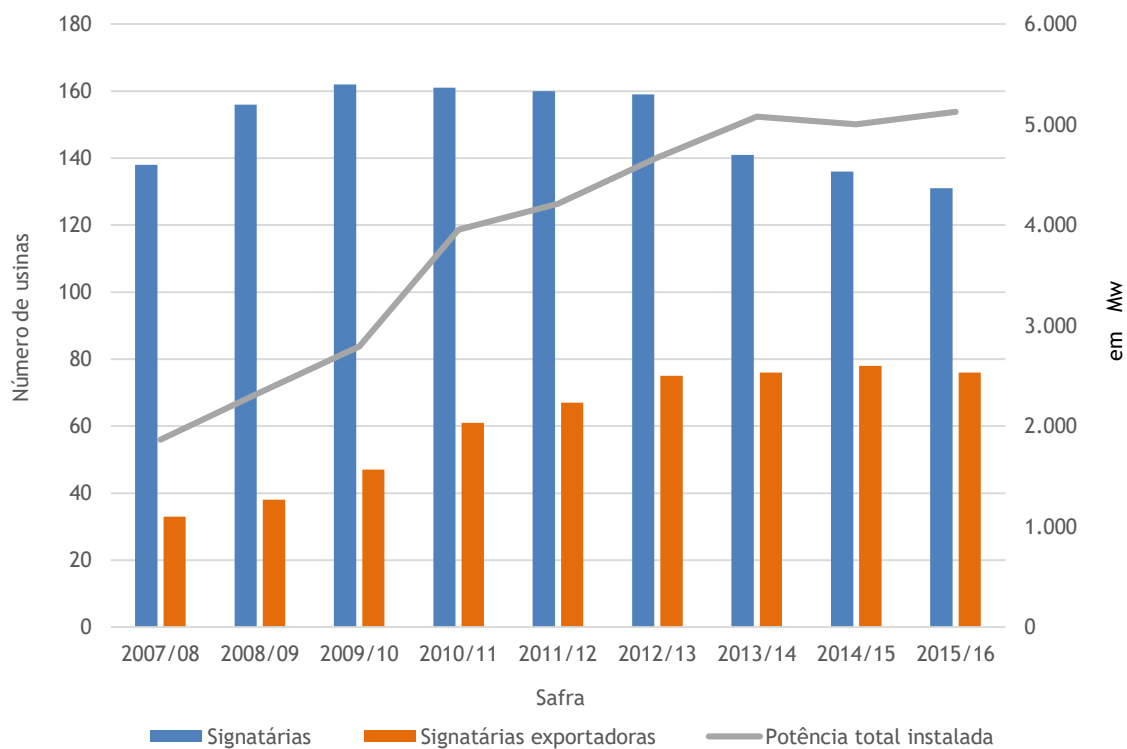


Figura 1 - Número de Usinas Signatárias que Produzem e Exportam Energia e a Potência instalada, Estado de São Paulo, Safras 2007/08 a 2015/16.

Fonte: Dados da pesquisa.

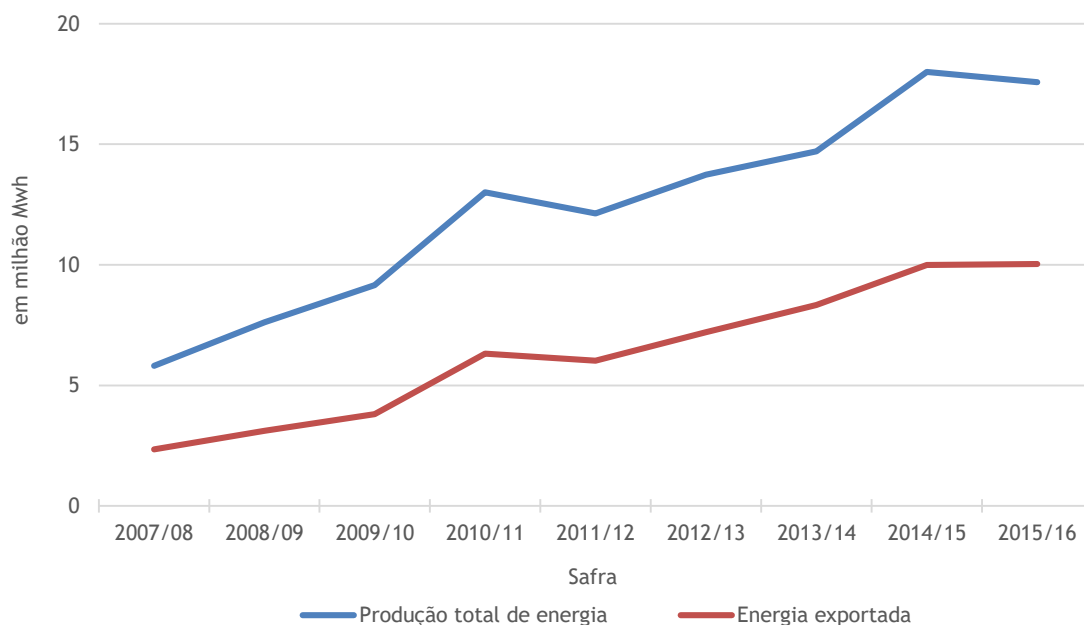


Figura 2 - Produção Total e Exportação de Energia das Unidades Industriais de Cana-de-açúcar Signatárias do Protocolo Agroambiental, Estado de São Paulo, Safras 2007/08 a 2015/16.

Fonte: Dados da pesquisa.

rão Preto (14), Campinas (20), Bauru (12) e Araçatuba (15), as quais representaram 64,37% do total de energia produzida pelas signatárias no estado na safra 2015/16 (Figura 3).

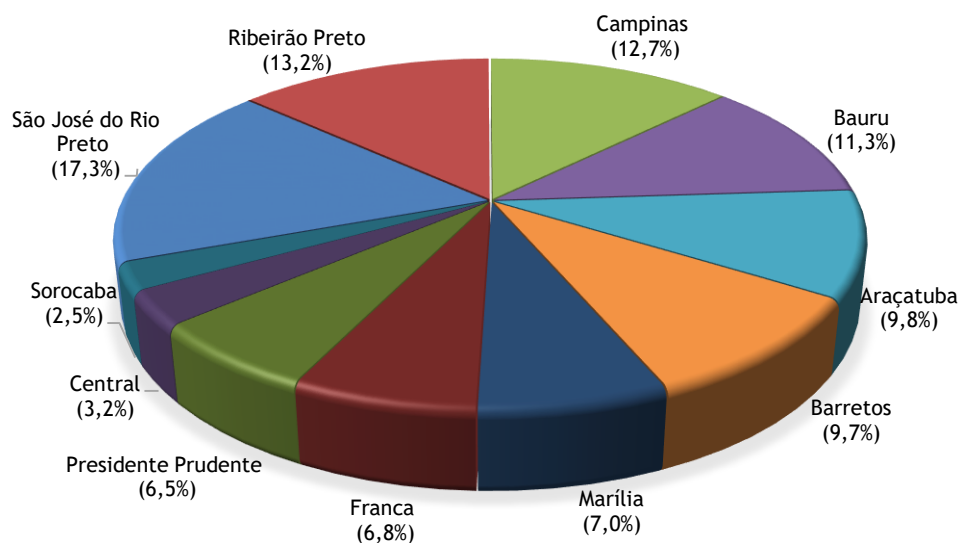


Figura 3 - Produção de Energia das Unidades Industriais de Cana-de-açúcar Signatárias do Protocolo Agroambiental, por RA, Estado de São Paulo, Safra 2015/16.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação à exportação de energia para rede de distribuição, novamente se destacou a RA de São José de Rio Preto, seguida de Campinas, Ribeirão Preto, Bauru e Araçatuba, as quais representaram 64,5% do total exportado de todas as RAs (Figura 4).

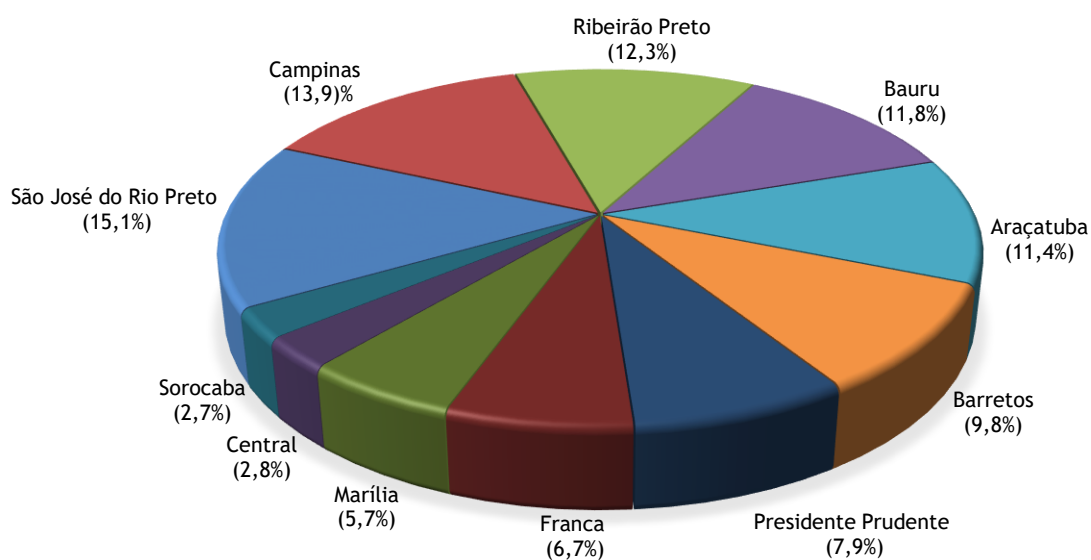


Figura 4 - Exportação de Energia das Unidades Industriais de Cana-de-açúcar Signatárias do Protocolo Agroambiental, por RA, Estado de São Paulo, Safra 2015/16.

Fonte: Dados da pesquisa.

O total exportado de 10,04 milhões de MWh pelas signatárias representou cerca de 26,4 % do consumo anual residencial paulista, que em 2015 foi de 38,03 milhões de MWh, segundo os dados de energia da Secretaria de Energia e Mineração em 2015⁹.

Segundo Souza¹⁰,

manter o ritmo de crescimento elevado de geração pela biomassa passa pela continuidade de contratação de novos projetos nos mercados regulado e livre de energia elétrica. As perspectivas são promissoras para o mercado livre, mas, pelo menos nos próximos anos, ainda será o mercado regulado a porta de entrada para boa parte dos projetos de bioeletricidade, com os leilões regulados ainda organizando o sinal da expansão no setor elétrico brasileiro.

Como pode ser observado pela evolução das signatárias na produção e exportação de energia elétrica, o setor sucroenergético tem demonstrado que tem capacidade para contribuir de forma significativa para fornecimento de energia renovável para manter a segurança e sustentabilidade da matriz energética brasileira. Para tanto, são necessárias formulação de políticas públicas de longo prazo que contemplem a modernização das usinas (*retrofit*), para o aproveitamento total do bagaço e da palha, e instrumentos financeiros que possibilitem investimentos na rede de distribuição. Outro ponto que pode ser revisto pelas autoridades brasileiras são os leilões cuja fonte é a biomassa que tem sido relegada a segundo plano, com preços não competitivos, em relação às energias solar, eólica e de pequenas centrais hidrelétricas.

¹AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Banco de Informações de Geração**. Brasília: ANEEL, 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 4 abr. 2017.

²TORQUATO, S. A.; RAMOS, R. C. Biomassa da cana-de-açúcar e a geração de bioeletricidade em São Paulo: usinas signatárias ao Protocolo Agroambiental Paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 59-68, set./out. 2013. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/ie/2013/tec6-1013.pdf>>. Acesso em: abr. 2017.

³UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - UNICA. **UNICA celebra acordo para o clima na COP21**. São Paulo: UNICA, dez. 2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/22757742920320153336/unica-celebra-acordo-para-o-clima-na-cop21/>>. Acesso em: fev. 2017.

⁴ANUÁRIO BRASILEIRO DA CANA-DE-AÇÚCAR 2016. **Podia ser muito mais**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta, 2016. Disponível em <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-cana-2016/files/assets/basic-html/page1.html>>. Acesso em: mar. 2017.

⁵TATONI, W. M.; ROCHMAN, R. R. Viabilidade da cogeração. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, p. 21, set. 2012. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/24520/23288>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

⁶ANUÁRIO BRASILEIRO DA CANA-DE-AÇÚCAR 2016. **Que Massa!** Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta, 2016. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-cana-2016/files/assets/basic-html/page1.html>>. Acesso em: jan. 2017.

⁷MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Relação de instituições cadastradas no departamento de cana-de-açúcar e agroenergia**. Brasília: MAPA, 2017. Disponível em: <<http://sistemas.web.agricultura.gov.br/sapcana/downloadBaseCompletaInstituicao.action?sgJAASAplicacaoPrincipal=sapcana>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

⁸MATOS, C. R. A. et al. **Protocolo agroambiental do setor sucroenergético paulista: dados consolidados das safras 2007/08 a 2013/14**. São Paulo: UNICA/ORPLANA/SAA/SMA. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/Relat%C3%B3rioConsolidado1512.pdf>>. Acesso em: nov. 2016.

⁹SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO. **Dados Energéticos**. São Paulo: Secretaria de Energia e Mineração, 2017. Disponível em: <<http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalccev2/index.html>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

¹⁰SOUZA, Z. J. **Geração pela biomassa cresce quase 6% em 2016**. São Paulo: UNICA, fev. 2017. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/colunas/9851879920328608058/geracao-pela-biomassa-cresce-quase-6-porcento/>>. Acesso em: mar. 2017.

Palavras-chave: bioeletricidade, Protocolo Agroambiental, cana-de-açúcar.

Rejane Cecília Ramos
Pesquisadora do IEA
rejane@iea.sp.gov.br

Katia Nachiluk
Pesquisadora do IEA
katia@iea.sp.gov.br

Liberado para publicação em: 07/04/2017