



**SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

GPT 02  
14 a 17 Outubro de 2007  
Rio de Janeiro - RJ

## **GRUPO II**

### **GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS – GPT**

#### **GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM USINAS SUCROALCOOLEIRAS DE SÃO PAULO: CENÁRIOS DE EXPANSÃO**

**Fernando Malagoli Fonseca (\*)**

**CPFL - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ**

## **RESUMO**

Este artigo apresenta um panorama do segmento de geração de energia elétrica associado às instalações de cogeração nas usinas de açúcar e álcool de São Paulo, onde está concentrada mais da metade da produção nacional de cana-de-açúcar. Com base em publicações oficiais, como áreas de cultivo, safras e projeções de demanda, foi empregada uma metodologia simplificada para avaliar a expansão deste setor em termos energéticos, visando estimar um potencial de geração de eletricidade para um período de 10 anos, intervalo de tempo normalmente considerado nos estudos sistêmicos de planejamento, e quantificar uma participação teórica dessas usinas no consumo estadual.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Fontes Renováveis de Energia, Cogeração em Usinas Sucroalcooleiras, Planejamento da Expansão da Geração.

## **1.0 - INTRODUÇÃO**

A criação do PROÁLCOOL, solução adotada pelo Brasil após a crise mundial do setor de petróleo em 1973, subsidiou a operação de usinas sucroalcooleiras e inseriu gradualmente o país no cenário internacional como um dos principais produtores de açúcar e álcool. Segundo dados da ÚNICA, União da Agroindústria Canaveira de São Paulo, nas safras dos primeiros anos depois da introdução do programa, entre 1975 e 1978, foram moídas, em média, cerca de 90 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano. Este número superou a marca de 400 milhões de toneladas na safra de 2005/06. A produção de açúcar e álcool acompanhou essa tendência, atingindo valores anuais da ordem de 20 milhões de toneladas e 10 bilhões de litros, respectivamente. O valor movimentado por este segmento econômico é de aproximadamente R\$ 40 bilhões por ano, o que levou à criação de mais de 3 milhões de empregos diretos e indiretos.

Além da utilização do álcool como combustível em veículos automotores, destaca-se o potencial energético para geração de eletricidade nessas instalações, um tema com debate crescente depois da crise brasileira de abastecimento de energia em 2001. O bagaço da cana-de-açúcar e os resíduos de pontas e palhas deixados na lavoura podem ser queimados em caldeiras, destinando-se o vapor resultante tanto para os processos internos da usina como ao acionamento de geradores síncronos.

Segundo dados do Balanço Energético do Estado de São Paulo (BEESP) de 2005, o poder calorífico do bagaço de cana é inferior ao de energéticos considerados como não renováveis, como o petróleo e seus derivados. No entanto, devido à sua ampla disponibilidade no processo das usinas sucroalcooleiras, corresponde a um combustível renovável, com uma relativamente baixa emissão de CO<sub>2</sub>. Como apresentado neste artigo, pode atuar

(\*) Rodovia Campinas - M. Mirim, km 2,5 - Bloco III, 3º Andar - CEP 13088-900 - Campinas, SP - Brasil  
Tel: (+55 19) 3756.8215 - Fax: (+55 19) 3756.8212 - E-mail: [fmf@cpfl.com.br](mailto:fmf@cpfl.com.br)

com a complementaridade hidrotérmica característica do sistema elétrico brasileiro em determinadas regiões de São Paulo, considerando-se a questão da sazonalidade.

## 2.0 - USINAS SUCROALCOOLEIRAS E GERAÇÃO DE ENERGIA

Há diversos aspectos inerentes ao processo industrial das usinas sucroalcooleiras que propiciam uma atuação em conjunto com a geração de energia elétrica:

- elevada disponibilidade de resíduos agrícolas provenientes da colheita da cana-de-açúcar, que representam uma fonte de energia de caráter renovável;
- proximidade a centros regionais de consumo, o que permite a redução dos custos e perdas da transmissão da energia gerada;
- relativamente às usinas hidrelétricas, apresentam custos e prazos de implantação inferiores;
- sazonalidade do regime de chuvas da Região Sudeste: a época de safra, de maio a novembro, coincide com o menor índice de chuvas (período seco);
- como integração energética, permite a associação com outras fontes renováveis para geração de eletricidade na entressafra.

Em contraponto às oportunidades identificadas, há entraves que limitam o crescimento da oferta de energia elétrica por parte do segmento de açúcar e álcool. Alguns desses obstáculos são similares a outros setores de mercado baseados na iniciativa privada, em que é preciso vencer uma resistência natural para se assumir os riscos de um novo negócio:

- tecnologia empregada: na maioria das centrais de cogeração são utilizadas turbinas de contra pressão, com eficiência de conversão elétrica de cerca de 5%, o que equivale dizer que a maior parte do bagaço disponível atende apenas às necessidades internas de energia (vapor e eletricidade);
- não aproveitamento de uma parcela de pontas e palhas deixadas na lavoura, em razão do procedimento de colheita combinar processos manuais e mecanizados;
- custo específico da energia excedente comercializada com os agentes do setor elétrico superior à das usinas hidrelétricas.

Esta última restrição poderá ser compensada por recentes medidas no âmbito do Ministério de Minas e Energia, com destaque para o PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas (2004). Adicionalmente, o plano de expansão da geração elaborado pela EPE - Empresa de Pesquisa Energética - para o período 2006/2015 indica a entrada gradual em operação de um montante superior a 1.000 MW de potência instalada em centrais de cogeração a biomassa, que poderá ser assegurado por meio dos leilões de energia realizados pela empresa.

## 3.0 - EXPANSÃO DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Para se obter uma estimativa do potencial de geração de energia elétrica em usinas sucroalcooleiras, buscou-se avaliar a expansão da capacidade instalada e os níveis de consumo da eletricidade produzida. Inicialmente, foram verificadas as características da indústria de açúcar e álcool quanto aos níveis atuais de produção e as projeções de crescimento. A Figura 1 apresenta a evolução da produção anual de cana-de-açúcar no Brasil, destacando-se a participação majoritária do Estado de São Paulo.

De acordo com estudos da CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, o levantamento da produção nacional na safra 2005/06 foi de 436,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, das quais 265,5 milhões se concentraram em São Paulo. Tais montantes geraram uma produção anual de 26,7 milhões de toneladas de açúcar e 17,0 bilhões de litros de álcool. A participação paulista em ambos esses números foi de aproximadamente 60%. Para prever a evolução da cultura de cana-de-açúcar, foram analisadas tanto a expansão da oferta, por meio da extensão das áreas de cultivo, como da demanda de açúcar e álcool, comparando-se as hipóteses em seguida.

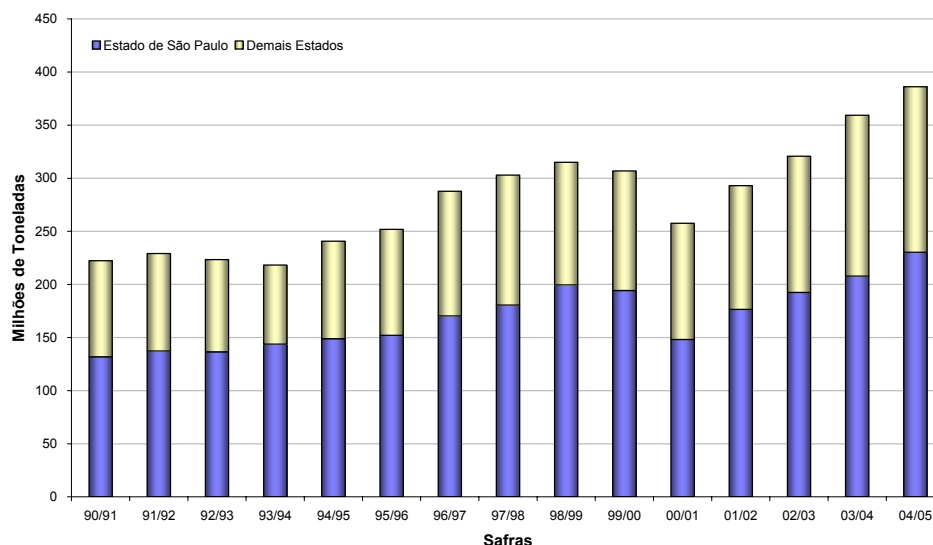


FIGURA 1 - Evolução da Produção de Cana-de-Açúcar no Brasil (IBGE)

### 3.1 Evolução das Áreas de Cultivo

Segundo a CONAB, a produtividade da cana-de-açúcar no Brasil foi de 74,3 toneladas por hectare na safra de 2005/06, equivalente a 7,4 kg/m<sup>2</sup>. Em São Paulo já foi superado o índice de 80 toneladas por hectare, ou 8,0 kg/m<sup>2</sup>:

TABELA 1 - Produtividade da Cana-de-Açúcar (IBGE, CONAB)

Safra	Área Plantada (Mil Hectares)		Toneladas / Hectare (São Paulo)
	Brasil	São Paulo	
2000/2001	4.880	2.485	59,7
2001/2002	5.022	2.567	68,8
2002/2003	5.207	2.662	72,3
2003/2004	5.377	2.818	73,7
2004/2005	5.625	2.952	81,1
2005/2006	5.877	3.147	84,4

De acordo com dados da EMBRAPA relativos a monitoramento por satélite do avanço das áreas de canaviais, em 1988 a mancha das lavouras de cana-de-açúcar na macro região de Ribeirão Preto, principal pólo produtor do Brasil, era de 8.616 km<sup>2</sup>, equivalente a 23,5% de sua área agrícola disponível. Em 2003, este número subiu para 18.297 km<sup>2</sup>, representando cerca de 50% da área agrícola, ocupando locais anteriormente caracterizados por plantações de laranja e pecuária. Como mostrado na Tabela 1, entre as safras de 2000/01 e 2005/06, esta evolução apresentou taxas similares de crescimento médio anual, isto é, 3,7% no âmbito nacional e 4,8% para o Estado de São Paulo. Admitindo-se uma taxa média anual de 4% para o período 2006-2015 e uma produtividade de 80 toneladas de cana por hectare, obteve-se como projeção para São Paulo:

$$\text{Prod Cana (2015)} = (3.147 \times 10^3 \text{ ha} \times 1,04^{10}) \times 80 \frac{\text{t}}{\text{ha}}$$

$$\text{Prod Cana (2015)} = 372,7 \times 10^6 \text{ t}$$

### 3.2 Evolução da Demanda de Açúcar e Alcool

De acordo com projeções da Datagro, estima-se que em 2013 o consumo interno de açúcar atinja 12,8 milhões de toneladas, com as exportações alcançando 27 milhões de toneladas. Trata-se de uma evolução de aproximadamente 50% para o período 2005-2013, ou 5% ao ano, em média. Quanto ao álcool, como proposto por WALTER (1994), o objetivo foi determinar o crescimento de seu consumo para fins de transporte, que representa cerca de 90% da caracterização de sua demanda. No entanto, como ilustrado pela Figura 2, a série histórica de produção de veículos automotores apresenta grande variação das taxas anuais de crescimento, o que dificulta a projeção da demanda pelo álcool. Previsões do IEA-SP - Instituto de Economia Agrícola de São Paulo - apontam crescimento de 7,4% ao ano, valor considerado neste artigo.

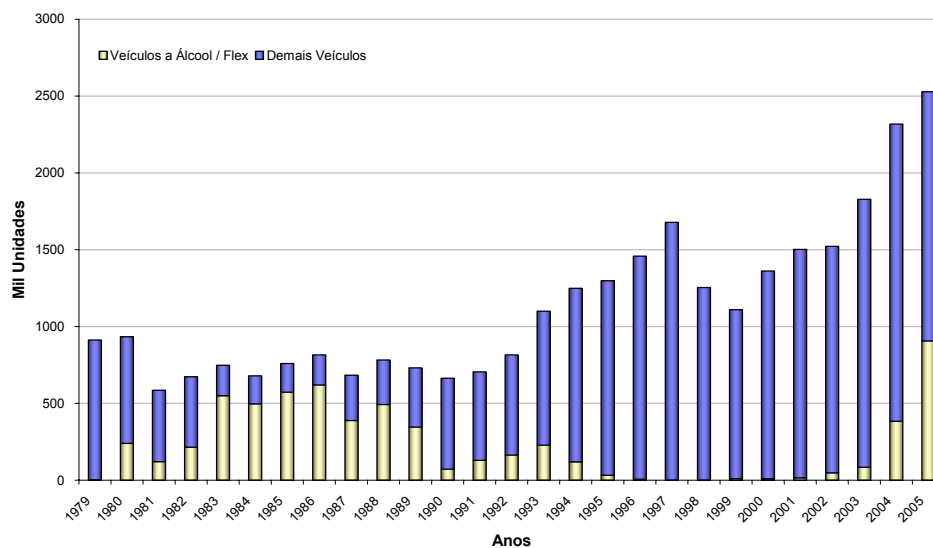


FIGURA 2 - Evolução da Produção de Veículos no Brasil (ANFAVEA)

Segundo a média das safras do período entre 2000/01 e 2005/06, a produção de 1.000 kg de cana-de-açúcar foi convertida em 70 mil toneladas de açúcar e 40 milhões de litros de álcool. Com esses valores, foram calculadas as hipóteses de produção de cana para o decênio 2006-2015 em São Paulo:

$$\text{Prod Açúcar (2015)} = 26,7 \times 10^6 \text{ t} \times 1,05^{10} = 43,5 \times 10^6 \text{ t}$$

$$\text{Prod Cana (2015) base açúcar} = \frac{43,5 \times 10^6 \text{ t}}{70} \times 60\% = 372,9 \times 10^6 \text{ t}$$

$$\text{Prod Álcool (2015)} = 17,0 \times 10^9 \text{ l} \times 1,074^{10} = 34,7 \times 10^9 \text{ l}$$

$$\text{Prod Cana (2015) base álcool} = \frac{34,7 \times 10^9 \text{ l}}{40 \times 10^3 \frac{\text{l}}{\text{t}}} \times 60\% = 520,5 \times 10^6 \text{ t}$$

### 3.3 Resultados

Como observado, a expansão da produção de cana-de-açúcar por meio da evolução das áreas de cultivo coincidiu com a análise com base na projeção de demanda de açúcar. No entanto, houve defasagem com a avaliação com base na projeção de demanda de álcool. Tais cenários foram designados como A e B, respectivamente, sendo A o de referência neste artigo.

### 4.0 - ENERGIA NO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Segundo TOLMASQUIM (2002) e análises da FIESP/CIESP, na safra 2001/02 o total de bagaço de cana-de-açúcar gerado foi equivalente a 26% do total da produção, seja em âmbito nacional ou somente em São Paulo. Este número tem sido empregado como fator de formação do bagaço.

Além do bagaço, os resíduos de palha poderiam ser aproveitados para a geração de energia elétrica. Segundo comparações feitas por PAES (2005) em diferentes regiões de São Paulo, tais resíduos representam, em média, um valor equivalente a 14% do total da produção de cana-de-açúcar. O uso dessa biomassa está relacionado ao processo de colheita, que é manual (com queimadas) em aproximadamente 50% das áreas plantadas (FIESP, 2001). A lei 11.241 do Estado de São Paulo, publicada em 2002, prevê a eliminação gradual das queimadas até 2021, impondo o uso de técnicas mecanizadas. Segundo a lei, a restrição deverá evoluir de 30% da área cortada, em 2006, para 50% ao fim do quinquênio 2006-2010 e 80% ao fim do quinquênio 2011-2015. Neste artigo, o índice de 50% foi considerado tanto para a situação atual como em 2011. Estes números permitiram computar a biomassa disponível em São Paulo, proveniente da cana-de-açúcar, com os resultados apresentados na Tabela 2.

Segundo dados do BEESP (2005), o poder calorífico inferior da cana-de-açúcar é, em média, 1.030 kcal/kg, equivalente a 4,3 MJ/kg. Já o bagaço de cana e as palhas apresentam valores de 7,4 MJ/kg e 13,0 MJ/kg, respectivamente, considerando-se um teor de 50% de umidade no primeiro e 15% no segundo. Multiplicando-se as massas da Tabela 2 pelos poderes caloríficos, foi possível calcular a energia disponível na biomassa, de acordo com a Tabela 3.

TABELA 2 - Disponibilidade de Biomassa (Cana-de-Açúcar) em São Paulo

Safra		2005/2006	2010/2011	2015/2016
Processamento de Cana-de-Açúcar (10 <sup>6</sup> t)	Cenário A	266	306	373
	Cenário B	266	364	521
Quantidade de Biomassa (10 <sup>6</sup> t) - Cenário A	Bagaço (26%)	69	80	97
	Palhas (14%) (*)	19	21	42
Quantidade de Biomassa (10 <sup>6</sup> t) - Cenário B	Bagaço (26%)	69	95	136
	Palhas (14%) (*)	19	26	37

(\*) 50% da parcela de 14% nas safras de 2005/06 e 2010/11 e 80% em 2015/16.

TABELA 3 - Quantidade de Energia na Biomassa (Cana-de-Açúcar) de São Paulo

Safra		2005/2006	2010/2011	2015/2016
Energia (10 <sup>6</sup> GJ) - Cenário A	Bagaço	512	589	718
	Palhas	242	278	543
	Total	754	867	1.261
Energia (10 <sup>6</sup> GJ) - Cenário B	Bagaço	512	700	1.003
	Palhas	242	332	475
	Total	754	1.032	1.477

Segundo CHRISTODOULOU et al (1993), as necessidades típicas de energia de uma usina sucroalcooleira, referenciadas em 1.000 kg de cana-de-açúcar moída, variam de 350 a 500 kg de vapor de processo e de 15 a 25 kWh de energia elétrica, equivalente à faixa de 54 a 90 MJ. WALTER (1994) estipulou o índice de 11,5 kWh, ou 41,4 MJ, como valor referencial, propondo uma redução para 9,5 kWh, equivalente a 34,2 MJ, como resultado de medidas de racionalização de consumo, tornadas compulsórias durante a crise energética de 2001. Este último valor foi considerado neste artigo.

A capacidade de geração de excedentes de uma usina sucroalcooleira está associada ao seu ciclo térmico. A utilização de turbinas de contra pressão limita a conversão elétrica em cerca de 4 a 5%, considerando-se o rendimento global. A substituição das turbinas convencionais por equipamentos do tipo extração-condensação aumentaria a eficiência e viabilizaria a geração de um maior número de excedentes, além de proporcionar a opção de operação ao longo de todo o ano (em combinação com um combustível complementar). Há tecnologias em desenvolvimento que gradualmente poderão ser inseridas no mercado comercial, como a BIG/STIG - *Biomass Integrated Gasifier/Steam Injected Gas Turbine*, que considera a gaseificação do bagaço de cana.

TABELA 4 - Geração de Excedentes em 1.000 kg de Cana-de-Açúcar Processada  
Ref. Elaboração própria conforme CHRISTODOULOU et alli (1993) e WALTER (1994).

Tecnologia	Produção (MJ)	Excedentes (MJ)	Conversão Elétrica (%)
Contra Pressão	73	39	5
Extração-Condensação	434	400	15
BIG/STIG	1.026	992	30

## 5.0 - POTENCIAL DE CAPACIDADE

A avaliação do potencial de capacidade instalada para um determinado ano ( $P_i$ ) foi realizada por meio da relação entre: a projeção de produção de cana-de-açúcar de uma determinada safra ( $C_i$ ), dada em toneladas; a taxa percentual de crescimento da produção ( $a$ ); os excedentes de energia elétrica ( $E$ ), em MJ/t, em função da tecnologia empregada; um fator percentual de ponderação ( $FP$ ); o número de horas do ano ( $t$ ); e um dado fator de capacidade ( $FC$ ).

Com o fator de ponderação  $FP$ , buscou-se selecionar uma parcela das usinas de São Paulo com maiores condições de expandir o parque gerador a partir da biomassa. Segundo a ÚNICA, à época de elaboração deste artigo havia no estado cerca de 170 usinas sucroalcooleiras, das quais aproximadamente 50 tinham representado 70% da produção estadual na safra 2004/05, percentual adotado na análise. Como exemplo de cálculo, admitindo-se o Cenário A no ano 2015, com o emprego de turbinas de contra pressão e um fator de capacidade de 40%, o potencial seria:

$$P_i = \frac{C_i \times E \times FP}{t \times FC}, \text{ sendo } C_i = C_0(1+a)^i$$

$$P_{2015} = \frac{373 \times 10^6 \text{ t} \times 39 \frac{\text{MJ}}{\text{t}} \times 0,7}{8.760 \text{ h} \times 0,4 \times 3.600 \frac{\text{s}}{\text{h}}} = 807 \text{ MW}$$

Os resultados obtidos foram expressos em função das tecnologias de geração, conforme a Figura 3, admitindo-se o Cenário A. Este cenário se mostrou bastante conservador, visto que o emprego de turbinas do tipo contra pressão apresentou valores que já estão sendo alcançados pela somatória das usinas de São Paulo.

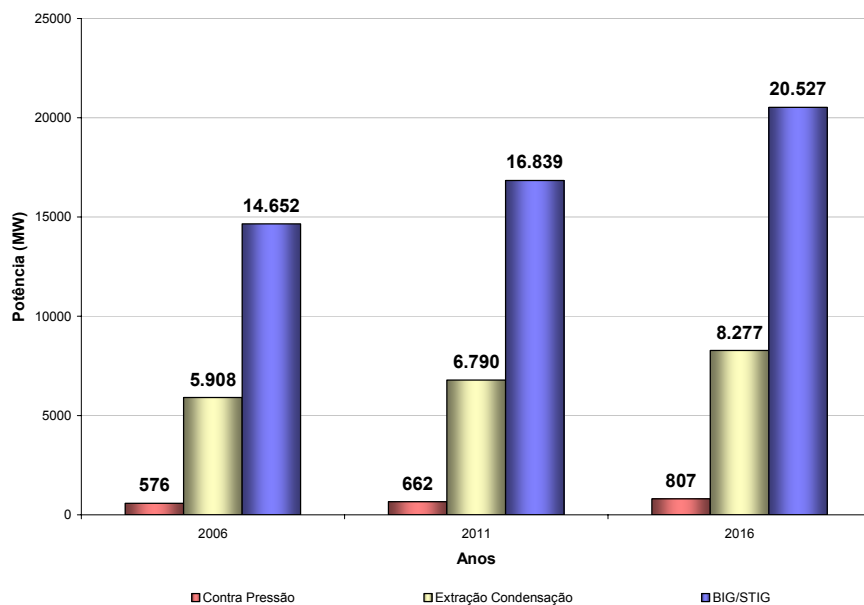


FIGURA 3 - Potencial de Exportação de Excedentes em São Paulo (Biomassa Cana-de-Açúcar) (Cenário A, mantido fator de capacidade constante de 0,4)

## 6.0 - POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Este último item avaliou a participação das usinas sucroalcooleiras no consumo de energia elétrica do Estado de São Paulo. A eletricidade gerada em um determinado ano ( $E_i$ ) foi obtida do produto entre: a energia de biomassa total disponível no ano ( $B_i$ ), em  $GJ \times 10^6$ , conforme a Tabela 3; e a eficiência global de conversão ( $\eta$ ) indicada na Tabela 4, para cada tecnologia. Dadas as diferentes eficiências, foram estipulados 3 cenários distintos com a evolução gradual das tecnologias empregadas:

- cenário 1 (C1): referencial, com a manutenção de turbinas de contra pressão no primeiro quinquênio, evoluindo para a aplicação de turbinas do tipo extração-condensação em 25% da produção de cana-de-açúcar a partir do segundo quinquênio, de forma gradual;
- cenário 2 (C2): aplicação gradual de turbinas do tipo extração-condensação em 25% da produção de cana a partir do primeiro quinquênio, evoluindo para 50% no segundo quinquênio;
- cenário 3 (C3): aplicação gradual de turbinas do tipo extração-condensação em 50% da produção de cana a partir do primeiro quinquênio, com evolução para BIG/STIG em 10% delas no segundo quinquênio.

A tabela 5 resume os percentuais de aplicação de cada tecnologia, conforme o cenário estudado:

TABELA 5 - Cenários Tecnológicos: Percentuais de Aplicação (%)

Tecnologia	1º Quinquênio			2º Quinquênio		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Contra Pressão	100	75	50	75	50	50
Extração Condensação	-	25	50	25	50	40
BIG/STIG	-	-	-	-	-	10

Como exemplo do Cenário 1 para o ano 2015, em que 25% da produção estaria associada a turbinas de condensação-extração e o restante a turbinas convencionais de contra pressão, a energia elétrica produzida seria:

$$E_i = B_i \times \eta$$

$$E_{2015} = 1.261 \times 10^6 \text{ GJ} \times ((0,75 \times 0,05) + (0,25 \times 0,15))$$

$$E_{2015} = 94,6 \times 10^6 \text{ GJ}$$

Nos resultados apresentados na Figura 4, considerando-se o Cenário A, foi realizada uma comparação com a projeção de referência de consumo total de eletricidade em São Paulo, elaborada pela EPE (2006). Admitiu-se que o estado responde por cerca de 30% do consumo do país, de acordo com o BEESP (2005).

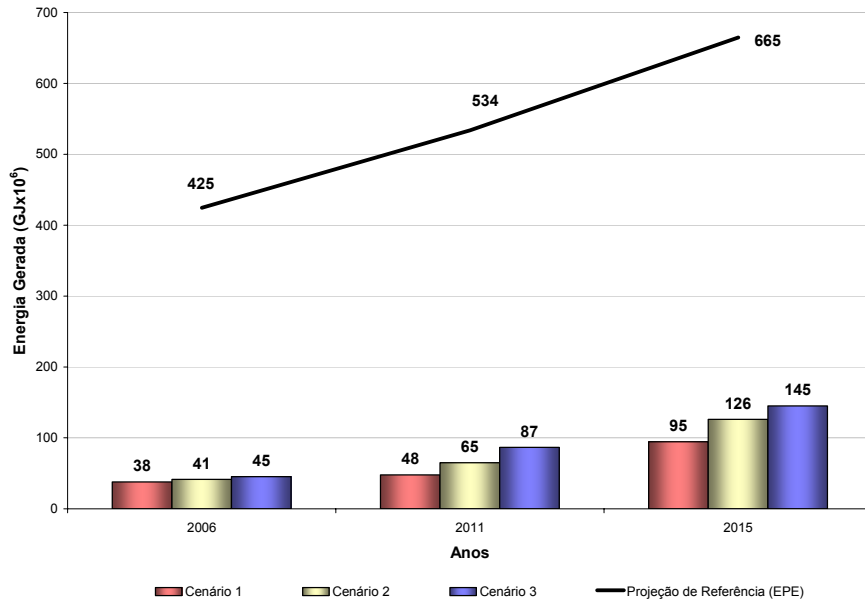


FIGURA 4 - Potencial de Geração de Energia Elétrica em São Paulo (Biomassa Cana-de-Açúcar)

## 7.0 - CONCLUSÕES

Foi possível quantificar o potencial de geração anual de energia elétrica a partir da biomassa residual do cultivo da cana-de-açúcar para o período 2006-2015, em relação ao consumo total do Estado de São Paulo. Para 2006, entre os 3 cenários avaliados, foi obtido um potencial da ordem de 8,9 a 10,7 % do consumo total do estado, isto é, uma média de  $40,0 \times 10^6$  GJ, equivalente a 11.110 GWh. Esse montante de energia poderia suprir, por exemplo, o consumo das regiões metropolitanas de Sorocaba e Jundiá por 1 ano. Em 2016, a faixa variou para 14,2 a 21,8%, montantes que superariam o consumo da região metropolitana de Campinas. Porém, quanto ao potencial de capacidade instalada de geração das usinas, observa-se que, em função da sazonalidade do regime de operação e sem a utilização de um combustível complementar na entressafra, não seriam evitadas obras nos segmentos de transmissão e distribuição das concessionárias, visto que os estudos de planejamento da expansão não poderiam considerar montantes de geração firme.

## 8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANFAVEA - Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores. Estatísticas disponíveis em [www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br).
- (2) CHRISTODOULOU, Diomedes. Hukai, Roberto Y. Gall, Norman. Energia Elétrica e Inflação Crônica no Brasil. Instituto Fernand Braudel de Economia Mundial. São Paulo, 1993.
- (3) CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Estatísticas disponíveis em [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br).
- (4) Datagro. Estatísticas disponíveis em [www.datagro.com](http://www.datagro.com).
- (5) EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015. Rio de Janeiro, 2006.
- (6) FIESP/CIESP - Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo. Ampliação da Oferta de Energia Através da Biomassa. São Paulo, 2001.
- (7) IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas disponíveis em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).
- (8) IEA - Instituto de Economia Agrícola de S. Paulo. Estatísticas disponíveis em [www.iea.sp.gov.br](http://www.iea.sp.gov.br)

(9) PAES, Luiz Antonio Dias. Geração de Energia por Biomassa - Bagaço e Palha de Cana. CTC - Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba, 2005.

(10) Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo. Balanço Energético do Estado de São Paulo - 2005. São Paulo, 2005.

(11) TOLMASQUIM, Mauricio T. Szklo, A. S. Soares, J. B. Potential Use for Alternative Energy Sources in Brazil. Annual Petrobras Conference. Oxford, Inglaterra, 2002.

(12) ÚNICA - União da Agroindústria Canavieira de S. Paulo. Estatísticas disponíveis em [www.portalunica.com.br](http://www.portalunica.com.br).

(13) WALTER, Arnaldo Cesar da Silva. Viabilidade e Perspectivas de Cogeração e da Geração Termoelétrica Junto ao Setor Sucroalcooleiro. Tese de Doutorado. FEM/UNICAMP, Campinas, 1994.

## 9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Fernando Malagoli Fonseca

Nascido em Santos, SP, em 29 de março de 1976.

Graduação (1998) em Engenharia Elétrica: Escola de Engenharia da Universidade Mackenzie (São Paulo, SP).

Empresas: CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz, desde 1999.

Engenheiro da Divisão de Planejamento do Departamento de Engenharia e Planejamento.