



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



## **ALTERNATIVAS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL: A OPÇÃO PELA BIOMASSA**

**MARIANE SILVA MARCONATO; GIULIANA APARECIDA SANTINI;**

**CEPEAGRO/UNESP/TUPÃ**

**TUPÃ - SP - BRASIL**

**giusantini@tupa.unesp.br**

**APRESENTAÇÃO ORAL**

**Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável**

### **Alternativas para a geração de energia renovável no Brasil: a opção pela biomassa**

**Grupo de Pesquisa:** Agropecuária, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

#### **Resumo**

Durante muito tempo, os recursos fósseis e hídricos foram os grandes propulsores da civilização e da economia. O Brasil também se apoiou nessas fontes energéticas para o desenvolvimento de atividades industriais, agrícolas, de serviços e da própria sociedade. Entretanto, vive-se hoje uma crise no abastecimento energético, em função da problemática geopolítica, econômica e ambiental em torno da extração e comercialização desses recursos, uma vez que possuem ainda, caráter não renovável, portanto, finito na natureza. Os escassos investimentos governamentais e a abertura econômica do setor energético resultou no fim do monopólio energético, o que favoreceu a implantação de sistemas alternativos, na maioria, advindos da biomassa.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Dentre esses, destaca-se a co-geração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar, cuja implantação é assegurada por uma safra constante, que libera elevada quantidade de resíduos (palha, bagaço e vinhoto). E em períodos de estiagem há a possibilidade de se produzir excedentes que poderão aproveitar as estruturas de transmissão de energia já existentes para distribuição. Essa atividade tem se tornado foco alternativo de renda e energia para muitas usinas, que juntamente com órgãos de pesquisa vêm desenvolvendo tecnologias que favoreçam o processo de queima para gerar excedentes. Sendo assim, esse artigo tem como objetivo principal discutir as vantagens e desvantagens da utilização da biomassa no Brasil, especificamente, da geração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar, revelando também as problemáticas em torno da utilização de fontes energéticas tradicionais.

Palavras-chave: energia, fóssil, hídrico, renovável, biomassa.

#### Abstract

For a long time, fossil fuels and water were the major propellants of civilization and the economy. Brazil has also supported these energy sources for the development of industrial activities, agricultural, services and the society itself. Therefore, living up today a crisis in energy supply, depending on the geopolitical problems, economic and environmental around the extraction and marketing of these resources, since they have not yet renewed character, so finite in nature.

The meager governmental investments in the energy sector of economic openness resulted in the end of the energy monopoly, which favored the deployment of alternative systems, in the majority, arising from biomass. Among these includes the co-generation of power from sugar cane bagasse, whose deployment is ensured by a constant harvest, which releases large quantities of waste (straw, bagasse and vinhoto). And in drought periods there is the possibility to produce surpluses that could take the structures of existing overhead power for distribution. This activity has become focus of alternative income and energy for many plants, which together with research bodies have been developing technologies that promote the process of burning to generate surpluses. Therefore, this article aims to discuss the main advantages and disadvantages of the use of biomass in Brazil, particularly, the generation of energy from sugar cane bagasse, revealing also the problems surrounding the use of traditional energy sources.

Key Words: Energy, fossil, water, renewable, biomass.

## 1. INTRODUÇÃO

A descoberta de novas fontes energéticas, que venham substituir as fontes tradicionalmente utilizadas, como os recursos fósseis e hidráulicos<sup>1</sup>, tem se tornado uma necessidade crescente a nível mundial e nacional. Vários fatores são conducentes desse processo, podendo-se citar fatores ambientais, econômicos e políticos.

---

<sup>1</sup> Recursos fósseis são o carvão, o petróleo e o gás, utilizados na geração de energia e combustível. Por recursos hidráulicos entende-se a utilização de água para geração de energia elétrica.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



No tocante ao fator ambiental, desde a década de 1970 a preocupação com o efeito estufa tem levantado discussões sobre desenvolvimento sustentável e o futuro do planeta. O conceito de desenvolvimento sustentável emerge na busca de se associar a eficiência econômica com a prudência ecológica. Essa concepção abriu caminho para a criação de um acordo de cooperação, em 1997, intitulado Protocolo de Kyoto, no qual os países industrializados se comprometeram a reduzir, até 2012, as suas emissões de dióxido de carbono a níveis pelo menos 5% menores, sob pena de sanções econômicas (STIGLITZ, 2007).

No âmbito econômico e político, há uma grande insegurança com relação à oferta de energia proveniente do petróleo e derivados, uma vez que 65,4% desse combustível encontra-se em regiões de grandes conflitos no Oriente Médio, além é claro, da alta oscilação de preços observada desde os choques do petróleo. Essa elevação dos preços do petróleo, em dias atuais, se deve à redução das reservas deste combustível e aos intensos conflitos étnicos religiosos em países como Irã e Iraque, maiores fornecedores deste combustível aos países. Além do fato das maiores reservas estarem concentradas em poucas regiões e países, como a América do Norte, Oriente Médio e a Rússia, o que favorece o controle da oferta mundial por esses países e, conseqüentemente, o preço.

Além dos fatores geopolíticos que circundam o petróleo, grande parte das mudanças climáticas verificadas nas últimas décadas também revelam questões importantes na continuidade do uso desse recurso. A queima desse combustível fóssil e seus derivados em caldeiras e termoeletricas, libera no ar principalmente os chamados gases de efeito estufa, como o CO<sub>2</sub>, metano e o dióxido de enxofre. Emite também material particulado constituído de pó e cinzas em suspensão na atmosfera, cujos efeitos são dinamizados durante o inverno, em que o aprisionamento do ar quente dificulta a dispersão de poluentes. Este processo contribui então, para o aumento da temperatura média do planeta, agravante do efeito estufa (ANEEL, 2005).

Outras variáveis que vem contribuir à busca de novas fontes de energia renováveis se referem às projeções de crescimento da população mundial e do crescimento da atividade econômica de alguns países, como China e Índia. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), cinco países ocuparão as primeiras posições em aumento populacional até 2050, com um crescimento médio anual de 2,4%. Esses países são Índia, China, Estados Unidos, Paquistão e Indonésia. No Brasil, especificamente, também há uma expectativa crescente em torno do aumento da população urbana, uma vez que nos últimos 60 anos, ela passou de 31% para 86% (em detrimento da população rural), fator que exige maior oferta energética.

Esse crescimento demográfico, aliado ao crescimento econômico dos países, exige cada vez mais dos recursos naturais tradicionais (fósseis e hidráulicos). Estes são explorados de forma intensiva para suprir a demanda constante por novos produtos e tecnologias em todo o mundo, evidenciando assim, a necessidade de se viabilizar fontes de energias limpas (renováveis) que atendam às necessidades energéticas globais.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Alguns países têm saído à frente nessa área. A Espanha, por exemplo, inaugurou em 2007, a maior usina solar<sup>2</sup> do planeta, com um investimento equivalente a R\$500 milhões, custeado pela iniciativa privada. Na Dinamarca, a prioridade é a energia eólica, ou seja, cerca de 20% da geração vem da força dos ventos. A Alemanha, país que historicamente dependeu de energia gerada pelo carvão, atualmente investe de maneira intensa na energia eólica (SALOMÃO, 2008). No Brasil, uma fonte de energia renovável que está em ascensão desde 1990 é a energia gerada pela queima do bagaço da cana-de-açúcar – a energia a partir da biomassa.

Atualmente, a biomassa vem sendo cada vez mais utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração<sup>3</sup> e no suprimento de eletricidade para demandas isoladas da rede elétrica. Do ponto de vista energético, biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia.<sup>4</sup>

Nesse sentido, esse artigo tem como objetivo principal discutir as vantagens e desvantagens da utilização da biomassa no Brasil, especificamente, da geração de energia a partir do bagaço da cana-de-açúcar, revelando também as problemáticas em torno da utilização de fontes energéticas tradicionais.

O artigo encontra-se dividido em seis seções, sendo que na segunda seção, posterior a essa introdução são apresentados os métodos utilizados na pesquisa. Na terceira seção discute-se a disponibilidade de recursos da biomassa, em plano mundial, sendo que a partir da quarta seção discute-se o tema especificamente para o caso brasileiro. Ou seja, na quarta seção é trabalhado de maneira sucinta o marco regulatório de energia no Brasil e as problemáticas quanto à utilização (expansão) de fontes energéticas no setor nacional. Na quinta seção são avaliadas as vantagens e desvantagens da utilização da biomassa, apresentando-se um panorama das empresas do setor sucroalcooleiro; e na sexta seção são apresentadas algumas considerações finais, com base nas análises realizadas.

## 2. METODOLOGIA

O principal método utilizado para a realização da pesquisa foi um levantamento bibliográfico de caráter qualitativo para se obter um embasamento teórico e a definição de conceitos empregados na pesquisa. Esse levantamento foi realizado por meio de *sites*, artigos científicos e livros que abordassem o setor energético e, especificamente, a geração de energia a partir da biomassa.

---

2 Um total de 1,9 mil espelhos iluminam uma torre da altura de um prédio de 50 andares, cujo interior esta repleto de água. O calor da luz transforma a água em vapor e o vapor move turbinas que geram energia (SALOMÃO, 2008).

3 Segundo a ANEEL (2005), a co-geração de energia se caracteriza por um processo de produção combinada de calor útil e energia mecânica. Além de ser reconhecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) como energia limpa, exige um investimento relativamente baixo e pode ocorrer sinergicamente com a hídrica.

4 Assim como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar. A energia solar é convertida em energia química, através da fotossíntese, base dos processos biológicos de todos os seres vivos (ANEEL, 2005).

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

As fontes de dados secundários que contribuíram para a sistematização, análise e discussão sobre o panorama da inserção do bagaço da cana-de-açúcar como fonte energética, em termos práticos, econômicos e institucionais foram: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás), Ministério de Minas e Energia (MME), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Instituto de Economia Agrícola (IEA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Economia Agrícola (IEA), União dos Produtores de Bioenergia (UDOP), Associação Paulista de Cogeração de Energia (COGEN-SP) etc.

Posterior à coleta dos dados foram selecionados aqueles que mais se adequavam ao foco da pesquisa. O método de estudo utilizado foi o estudo exploratório direcionado para um mosaico científico. Este, que de acordo com Becker (1993) pode ser definido como sendo um recorte de realidades distintas e sistematização de dados qualitativos e quantitativos no caso estudado, do setor energético.

Para Cervo e Bervian (2002), o estudo exploratório se caracteriza como uma pesquisa quase científica, ou seja, o passo inicial para auxiliar na formulação de hipóteses e familiarização do fenômeno. Optou-se pelo estudo exploratório delineado em um mosaico científico, pela abundância de informações sobre o tema e a necessidade de uma análise dos diversos aspectos da situação abordada, tanto em um aspecto descritivo quanto experimental.

### 3. DISPONIBILIDADE DE RECURSOS DA BIOMASSA NO PLANO MUNDIAL

As estimativas da Agência Internacional de Energia (AIE) quanto à quantidade de biomassa existente na terra é de aproximadamente dois trilhões de toneladas, o que significa cerca de quatrocentas toneladas *per capita*. Em termos energéticos isso corresponde a oito vezes o consumo mundial de energia primária (RAMAGE e SCURLOCK, 1996 apud ANEEL, 2005).

Embora grande parte da biomassa seja de difícil contabilização, devido ao uso não comercial, estima-se que atualmente, ela possa representar até 14% de todo o consumo mundial de energia primária. Em alguns países em desenvolvimento, essa parcela pode aumentar para 34%, chegando a 60% na África. A tabela 1 apresenta o consumo de biomassa na geração de energia, em algumas regiões do mundo, com base em dados de 1998.

**TABELA 1. Consumo de energia a partir da biomassa em alguns países/ regiões (em MtEP<sup>5</sup>)**

<b>País/ região</b>	<b>Biomassa (1)</b>	<b>Outros</b>	<b>Total (2)</b>	<b>(1/2) em %</b>
Mundial	<b>930</b>	<b>5.713</b>	<b>6.643</b>	<b>14</b>
China	206	649	855	24
Leste Asiático	106	316	422	25
Sul da Ásia	235	188	423	56
América Latina	73	342	415	18
África	205	136	341	60
Países em				

<sup>5</sup> Mega tonelada Equivalente de Petróleo.



**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

desenvolvimento	825	1.632	2.457	34
Países da OCDE	81	3.044	3.125	3

Fonte: AIE (1998) apud ANEEL (2005).

As estimativas em torno de quanto a biomassa irá participar da matriz energética mundial, ao longo dos anos, é bastante divergente. Apesar da AIE prever uma menor proporção desses recursos na geração de energia – 11% em 2020 (uma redução de 3% em 20 anos), outros estudos indicam que o uso da biomassa deverá aumentar, por duas razões principais: crescimento populacional, e urbanização e melhoria nos padrões de vida. Ambos fatores demandarão mais energia, seja para o uso industrial e comercial, seja para a habitação e lazer das pessoas.

Pensando-se no crescimento populacional e em regiões em fase de ascensão econômica (como é o caso da China, Índia, países da América Latina etc) pode-se observar vantagens por parte dessas regiões no consumo da biomassa para geração de energia (conforme tabela 1), pois apresentam participação da utilização de biomassa em nível superior à média mundial. Isso evidencia a contribuição desses recursos para a sustentação das fases de crescimento e desenvolvimento desses países.

Observando-se os dados da tabela 1, também seria possível inferir sobre a pequena participação dos países ricos (como os da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE) no consumo de biomassa. Entretanto, não se pode afirmar que a biomassa é somente utilizada em países pobres e setores menos desenvolvidos. Nos Estados Unidos, por exemplo, a capacidade instalada do parque gerador de energia oriunda de biomassa, no final dos anos de 1970 era de apenas 200MW (Mega Watt), subindo para 8,4 GW (Giga Watt) no início dos anos de 1990, o que torna inviável corroborar a hipótese de que a biomassa só seria plenamente utilizada em países pobres (WALTER e NOGUEIRA, 1997 apud ANEEL, 2005).

Tendo-se visualizado a participação da biomassa na geração de energia, no âmbito mundial, a seguir serão trabalhadas informações do Brasil, especificamente, do marco regulatório para o setor, podendo-se compreender a importância das instituições reguladoras na produção e consumo de energia.

## 4. ALTERAÇÕES NA GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL

### 4.1. Marco Regulatório

A década de 1990 no Brasil marca o início de uma fase de menor intervenção do Estado nas atividades econômicas, havendo a implantação do Programa Nacional de Desestatização<sup>6</sup> pelo governo federal, dos parques siderúrgico, petroquímicos e posteriormente, do parque hidrelétrico. Nesse momento, dá-se início à abertura comercial do setor energético, e assim, coube ao setor privado a retomada dos investimentos em infra-estrutura e na modernização do setor industrial e elétrico do país (FERRÃO e WEBER, 2001).

<sup>6</sup> Esta fase caracterizou-se pela "reprivatização" de empresas que haviam sido absorvidas pelo Estado, na maioria dos casos, em função de dificuldades financeiras. Criação do Plano Nacional de Desestatização (Lei 8.031/90) (BNDES, 2002).



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Dentro desta perspectiva, o governo criou em 1996, a ANEEL, vinculada ao Ministério de Minas e Energia; um órgão regulador que possui a incumbência de estabelecer, no setor energético, as condições adequadas de equilíbrio de mercado para a expansão dos serviços prestados pelas entidades, buscando o benefício da sociedade.

De acordo com Williamson (1985), o arranjo organizacional viabiliza a implementação de uma política estratégica. Dessa forma, seria necessário um órgão que concentre as regulamentações desse mercado em potencial, exercendo a função de controle das ações e dos procedimentos. Nessa perspectiva, as principais atribuições da ANEEL seriam regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica, para assim garantir o Sistema Interligado Nacional (SIN), onde figuram concessionários, permissionários, autorizados de serviços e instalações de energia elétrica e seus consumidores.

Para visualizar a entrada de diferentes agentes no setor, após a desestatização, pode-se observar a dinâmica do segmento de distribuição de energia elétrica, por exemplo, onde participam 64 concessionárias, estatais ou privadas de serviço público, que abrangem todo o país. Tais concessionárias estão sob o controle dos governos federais, estaduais e municipais. Em várias concessionárias privadas verifica-se a presença de grupos de controle de diversas empresas nacionais, norte americanas, espanholas e portuguesas. São atendidas cerca de 47 milhões de unidades consumidoras, das quais 85% são consumidores residenciais em mais de 99% dos municípios brasileiros (ANEEL, 2007).

No segmento de energias renováveis, principalmente da biomassa, a legislação e os investimentos nessa área são recentes e subjetivos, uma vez que apresentam lacunas significativas. A Portaria 384/2005, do Ministério de Minas e Energia (MME) foi criada para dar garantia à forma física de geração de energia por biomassa e estabelecer que os agentes informem mensalmente a disponibilidade de seus empreendimentos, o custo de operação e a potência da usina. Todavia, nem todas as usinas possuem uma produção uniforme, e a contabilização da potência inclui o consumo interno. Dessa forma, o principal órgão regulador dos sistemas energéticos, nesse caso a ANEEL, tem a missão de garantir os decretos fundamentais da distribuição e comercialização por meio de leilões, analisando as peculiaridades da oferta (FRONZAGLIA; TORQUATO, 2005).

Vale destacar que a presença de uma agência 'forte' de defesa da concorrência é também importante para coadunar os esforços do setor, implementados por associações privadas, como por exemplo, da União dos Produtores de Bioenergia (UDOP). Esta instituição, criada em 1985, reúne representantes de usinas de açúcar e álcool e produtores de biodiesel, e vem buscando incentivos que fortaleçam suas atividades, assim como promovendo a troca de experiência e tecnologias no setor.

#### **4.2. Problemáticas em torno da utilização de recursos fósseis e hídricos no Brasil**

O Brasil, durante todo o seu processo de desenvolvimento e crescimento, também se apoiou nas fontes de recursos energéticos fósseis e hídricos para o desempenho de atividades industriais, agrícolas, de serviços, ou da própria sociedade. Em relação aos recursos fósseis, o uso intenso do petróleo contribuiu para a geração de



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



combustíveis, enquanto os recursos hídricos serviram às atividades econômicas, de modo geral.

Na geração de energia elétrica a partir dos recursos hídricos<sup>7</sup>, entretanto, o Brasil enfrentou e vem enfrentando alguns entraves políticos e ambientais, como concessões e licenças para efetivação dos projetos de novas usinas hidrelétricas, dificultando o crescimento da matriz energética no país, uma vez que os estudos realizados sobre os impactos socioambientais não apresentam resultados satisfatórios. E muitas vezes, não levam em consideração as peculiaridades regionais, e o curso dos afluentes do local disponibilizado para implantação (ANEEL, 2005). A esses entraves, soma-se o fato de que as principais bacias hidrográficas, como as do Rio São Francisco e a do Rio Paraná encontram-se esgotadas e sobrecarregadas ao longo de seu curso e seus afluentes sofrem com a poluição. Cerca de 60% dos rios ainda podem abrigar usinas, mas a maior parte está na Amazônia, área de reservas ambientais e indígenas.

Outro problema referente à ampla utilização de energia a partir dos recursos hídricos, refere-se ao fato de o tempo para a implantação, adequação e expansão da matriz energética ser elevado, não atendendo às necessidades de consumo eminente de energia advinda de hidrelétricas. A construção de uma nova usina hidrelétrica, segundo dados do Conselho Mundial de Energia (CME), demanda de 3 a 5 anos para as pequenas centrais hidrelétricas, e em média, 10 anos para uma grande central hidrelétrica. O custo do quilowatt é de aproximadamente 2 mil dólares; o total de investimentos varia de 50 milhões a 1 bilhão de dólares (EM DEBATE..., 2005).

Segundo informações da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), para atender à demanda por energia elétrica de 568 (Twh<sup>8</sup>/ ano), prevista para o período de 2005 a 2015 no Brasil, será necessária a construção de novas usinas hidrelétricas, como forma de evitar uma possível crise energética (DEMANDA..., 2002). Também de acordo com um estudo realizado pelo Instituto de Economia, na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UFRJ), 58% das entidades ligadas ao setor energético, dentre elas a Eletrobrás e a ANEEL, acreditam que o Brasil pode enfrentar um desabastecimento até 2010. O apagão ocorrido entre 2001 e 2002, por exemplo, se deu pela falta de chuva e o baixo índice de investimento em capacidade de transmissão. Há temores, entretanto, de uma nova crise energética, porém seu agravante é a falta de capacidade de geração (ESTUDO..., 2006).

Além disso, a disponibilidade hídrica para a construção de novas barragens (principalmente no sudeste) está esgotada. E a sua implantação causa alguns danos ao meio ambiente, como alagamento de regiões e biomas, este que abriga espécies animais e vegetais ainda não catalogados, cuja utilidade é desconhecida pela ciência e a medicina. Tal problema é hoje enfrentado no complexo do Rio Madeira, no coração da Amazônia, que é alvo do projeto de interligação e desenvolvimento do governo (MME, 2007).

Outro recurso energético em franca expansão de utilização no Brasil, o gás natural, se constitui em uma fonte de energia fóssil, pode ser usado nas indústrias, em

<sup>7</sup> Os recursos hídricos são as águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso numa determinada região ou bacia.

<sup>8</sup> Terra Watt-hora.





**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



substituição a outros combustíveis mais poluentes, todavia, possui custo elevado de operação (US\$/MWh), e não é renovável na natureza, logo é uma reserva finita.

Ainda, a maior problemática em torno do setor termoeletrico refere-se à instabilidade política e étnica dos países com exploração do gás natural. Como exemplo, a Bolívia é responsável por 40% das necessidades diárias do Brasil, e recentemente, anunciou a redução das exportações de gás para o Brasil e Argentina, para não prejudicar o abastecimento interno de seu país, após conflitos territoriais por fronteiras onde existem reservas deste combustível.<sup>9</sup>

Além disso, algumas linhas de transmissão nacionais para a propagação dessa energia são poucas e deficitárias. Em regiões de forte chuva, por exemplo, a distribuição fica prejudicada, sendo necessários investimentos imediatos para a melhoria e ampliação das linhas de transmissão, e novamente esbarra-se em custos e tempo demasiado. E ainda assim, é uma fonte energética sujeita às variações do câmbio, por ser uma matéria-prima predominantemente importada (MME, 2007).

Há ainda outra fonte tradicional de energia, o carvão mineral; trata-se de uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos fossilizados ao longo de milhões de anos. De acordo com a ANELL (2005), em termos de participação na matriz energética mundial, o carvão é atualmente responsável por cerca de 7,9% de todo o consumo mundial de energia.

A utilização do carvão no Brasil data de 1950, em substituição ao óleo diesel no transporte ferroviário. Todavia, as reservas brasileiras são de difícil acesso e baixa qualidade, localizando-se predominantemente na região Sul do país. O carvão favorece o efeito estufa e boa parte de seus problemas sócio-ambientais decorrem de sua mineração, que afeta principalmente os recursos hídricos, o solo e o relevo das áreas circunvizinhas; além disso, amplia a emissão de óxido de enxofre, óxido de nitrogênio, monóxido de carbono e outros poluentes na atmosfera (ANEEL, 2005).

Contudo, o Brasil continua investindo nessa forma de energia, afirmando que as fontes energéticas de origem fóssil são mais baratas, uma vez que os investimentos em tecnologia para o aproveitamento de fontes alternativas de energia seriam também de custo considerável (SALOMÃO, 2008).

Como alternativas a esses recursos fósseis e hídricos, encontram-se as fontes renováveis, como o etanol (a partir da biomassa), a energia eólica e a energia solar.

Apesar de o Brasil ter calor e luz em abundância, o uso da energia solar está restrito ao programa Luz para Todos. Trata-se de um programa em que placas de captação foram instaladas na casa de 8 mil famílias, dispersas em regiões onde linhas de transmissão não alcançam. O custo da energia solar é considerado alto, frente às outras fontes, o que inviabiliza a sua adoção em larga escala. O mesmo ocorre com a energia eólica, com maior predomínio nas regiões do Nordeste e do Sul. A capacidade instalada é de 250 MW médios, o suficiente para iluminar metade da cidade do Rio de Janeiro, mas o potencial estimado é 200 vezes maior – o equivalente a quatro usinas de Itaipu. O problema é que os leilões públicos que poderiam atrair investimentos ao setor vêm sendo adiados pelo governo. Nesse cenário, apenas os empreendedores mais arrojados,

<sup>9</sup> A Comgás, empresa responsável por abastecer 11 co-geradoras e 2 termoeletricas brasileiras, anunciou que vai descumprir seus contratos com o Brasil e a Argentina, apontando como solução um plano de contingência (SALLES, 2008).



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



quase sempre com apoio do capital estrangeiro, tiveram a iniciativa de apostar nesses tipos de energias renováveis (SALOMÃO, 2008).

Como forma de atender a essa crescente demanda por energia, e inclusive, de energias renováveis, também nas décadas de 1970 e 1980, outro setor expandiu sua produção - o setor sulcroalcooleiro -, que através do Próalcool intensificou o plantio nas lavouras de cana-de-açúcar para a produção de álcool combustível, como alternativa ao petróleo. Como decorrência da utilização dessa matéria-prima na geração de combustível, foram gerados resíduos (bagaço, palha e vinhoto), ampliando assim, a necessidade de se potencializar essa matéria orgânica, que já era utilizada para gerar eletricidade em baixa escala para suprir apenas a demanda interna das usinas. Assim, órgãos privados e de pesquisa começaram a desenvolver tecnologias que pudessem absorver com maior eficiência essa fonte energética.

Logo, os fatores ambientais, a dependência por combustíveis fósseis e a crise no setor elétrico em 2001, favoreceram a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), efetivado em 2002. Esse programa propiciou a renovação de máquinas e equipamentos através de linhas específicas de financiamento e juros, facilitando a aquisição de máquinas mais eficientes ao processo de gerar calor das caldeiras.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), também implantou em 2001, o programa de apoio à co-geração de energia elétrica a partir de resíduos de cana-de-açúcar, objetivando o abastecimento próprio da usina e a negociação dos excedentes através de leilões às concessionárias promovidas pela ANEEL (ANEEL, 2005).

Sendo assim, atualmente, o recurso com maior potencial para geração de energia elétrica no país é o bagaço da cana-de-açúcar. Como forma de minimizar a crise energética e os impactos ambientais das formas tradicionais de energia combustível, abriu-se um grande mercado para a comercialização de energia elétrica nos próximos anos, objetivando aliar os interesses do setor sucroalcooleiro aos interesses de instituições governamentais e distribuidoras de energia.

## **5. AS VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA NO BRASIL**

A vasta extensão territorial e a abundância de biomassas geradas por resíduos vegetais, como plantas, madeira e oleaginosos, favorecem o Brasil na transição das fontes tradicionais pelo uso da biomassa.

A produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras, por exemplo, gera uma grande quantidade de resíduos, que podem ser aproveitadas na geração de energia elétrica. Os estados brasileiros com maior potencial de aproveitamento de resíduos de madeira, oriunda da silvicultura, para a geração de energia elétrica são Paraná e São Paulo (ANEEL, 2005).

Entretanto, observa-se uma maior vantagem na utilização do bagaço da cana-de-açúcar frente a esses tipos de biomassas. Há estimativas de que apenas as usinas do



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



interior de São Paulo poderiam gerar eletricidade suficiente para suprir a demanda dos estados do Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina (SALOMÃO, 2008). Além disso, ao contrário da produção da madeira, o cultivo e o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões, e o aproveitamento de resíduos (bagaço, palha etc) é facilitado pela centralização dos processos de produção.

A favor da utilização do bagaço da cana-de-açúcar para geração de energia, está o fato do Brasil possuir vasta riqueza natural, topografia e relevo favorável à produção agrícola, sendo que o país se mantém na liderança da produção de etanol desde o início dos anos de 1990. E isso se deve principalmente à vasta bagagem de conhecimento e tecnologia sobre a cana-de-açúcar no que se refere ao melhoramento genético da planta, combate a pragas, técnicas agrícolas e de colheita, impactos da cultura no meio ambiente, e tecnologias de fabricação do etanol, incluindo-se a hidrólise e fermentação (VASCONCELOS, 2003).

A lavoura canavieira tem alcançado elevados índices de produtividade nos períodos de estiagem, sendo assim, os resíduos liberados pela cultura também são altos, e o processo é acrescido por contínuos processos tecnológicos de transformação e otimização desses resíduos em energia co-gerada a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Além disso, o período de colheita dessa cultura coincide com o de estiagem das principais bacias hidrográficas do parque hidrelétrico brasileiro, tornando a opção ainda mais vantajosa.

Assim, a utilização do bagaço da cana-de-açúcar para co-geração se apresenta com maior vantagem sobre as demais fontes alternativas de energia, podendo-se citar, de acordo com a ANEEL (2005): a redução na importação de combustíveis fósseis; aumento de empregos diretos e indiretos, diminuindo também o êxodo rural; redução dos impactos ambientais; menor tempo de implantação (em uma usina já efetivada, o processo de implantação da estrutura para co-geração de energia varia entre 12 e 24 meses); e também o aproveitamento sustentável de restos produzidos em grande escala no país, como a palha, o bagaço e o vinhoto. Além de seu caráter renovável de produção assegurada, é possível aproveitar a estrutura de transmissão e tensão já existente para a energia hidrelétrica (ESTUDO..., 2006).

Além disso, a co-geração a partir da biomassa aumenta a perspectiva de negociação de projetos para a comercialização de créditos de carbono.<sup>10</sup> O Brasil é o segundo país, depois da Índia, em número de projetos para comercialização de créditos de carbono. O negócio que mais tem atraído investidores estrangeiros ao país é o de co-geração de energia a partir da biomassa. O segmento já representa a maior parte dos projetos brasileiros nesse mercado, e estima-se que seu potencial de redução de emissões alcance 2,486 milhões de toneladas de carbono no país, por ano (USINAS..., 2006).

A co-geração com biomassa é a base de 51 dos 138 projetos já aprovados pelas autoridades brasileiras e que aguardam liberação pela Organização das Nações Unidas

---

<sup>10</sup> São comercializados por meio de bolsas de valores e são cotados em dólar; funcionam como um certificado de 'permissão' para poluir, emitido por agências de proteção ambiental reguladoras. Os créditos de carbono são certificados de redução de emissões de poluentes (lançados), negociados no âmbito do MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) — um instrumento do Protocolo de Kyoto para auxiliar a redução de gases poluentes na atmosfera.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



(ONU). Destes 51 projetos, a maior parte referem-se exclusivamente a usinas de açúcar e álcool, que tradicionalmente fazem a co-geração a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Para as usinas de açúcar e álcool, os investimentos para a comercialização desses créditos são reduzidos, pois os maiores aportes são feitos antes, na infra-estrutura para a co-geração de energia a partir do bagaço (um investimento que oscila entre R\$ 30 milhões e R\$ 40 milhões). Para as empresas, o próprio projeto de co-geração com biomassa já possui o retorno por si próprio; o crédito de carbono seria uma receita adicional, que torna o projeto mais atrativo (USINAS..., 2006).

Há exemplos de usinas que já vêm negociando esses créditos de carbono a partir da co-geração. A Central de Álcool Lucélia (no interior de São Paulo), por meio de sua subsidiária Bioenergia do Brasil, fechou contrato com o Japão para negociar créditos de carbono ao preço superior a 12 euros por tonelada; a Organização Balbo, com duas usinas de açúcar e álcool em funcionamento no interior de São Paulo negocia créditos de carbono para o Japão; intermediados pelo ABN Amro, e com ágio, uma vez que a matéria-prima - cana-de-açúcar - é orgânica, e considerada um diferencial no mercado. Esses créditos são negociados a 17 euros por tonelada.

Entretanto, há um significativo entrave para o Brasil, no que diz respeito à efetivação da co-geração de energia pelo bagaço da cana-de-açúcar, que se concentra na ausência de políticas institucionais e reguladoras que favoreçam o sistema de comercialização de excedentes energéticos gerados pelo setor.

As usinas e destilarias aguardam maiores decisões por parte dos órgãos governamentais e dos órgãos reguladores quanto às garantias de comércio, vantagens e programas de investimento. O Proinfa, por exemplo, favoreceu a aquisição de máquinas, todavia não conseguiu manter os juros baixos, culminando em um ambiente de instabilidade para investimentos em novas plantas co-geradoras.

As propostas de compra que privilegiam as energias renováveis não são garantidas e encontram resistência por parte das concessionárias, que não desejam perder poder de barganha no preço. Outro fator também relacionado ao preço, diz respeito às exigências técnicas para a regularização das unidades co-geradoras para venda de energia, em função das dificuldades burocráticas estabelecidas pela legislação, o que acaba ampliando os custos e o preço final para comercialização.

Por consequência desses entraves políticos e legislativos, falta garantia para efetivação de um sistema consolidado e de longo prazo, que garanta às empresas o retorno dos investimentos exigidos para a adequação nesse novo cenário energético.

Para consolidar essas idéias, a tabela 2 sintetiza as vantagens e desvantagens das energias renováveis no Brasil.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural**TABELA 2. Vantagens e desvantagens das energias renováveis para o Brasil**

Fonte	Vantagens	Desvantagens
<b>Grande hidrelétrica</b>	-O Brasil só aproveitou 40% do potencial de geração de energia dos rios; -É barata e relativamente farta no Brasil	-A maior parte dos rios a ser explorados está na Amazônia - área de preservação ambiental -Morosidade na obtenção de concessões e licenças ambientais
<b>Pequena central hidrelétrica</b>	-Tem Baixo impacto ambiental e sua construção costuma ser rapidamente aprovada pelos órgãos reguladores; - Área alagada inferior a 3km <sup>2</sup>	-Sua reduzida capacidade de geração não permite que se transforme em opção de abastecimento do mercado brasileiro, cuja oferta ao ano, precisa ser o equivalente a 133 mini-usinas, operando com potência máxima; -Os reservatórios são pequenos e a geração pode ser comprometida nos períodos de seca e de queda do volume de água
<b>Biomassa de cana-de-açúcar</b>	-O Brasil é líder nessa tecnologia e tem um grande número de usinas capazes de abastecer o sistema; - Maximiza a decomposição dos resíduos da cana	-É uma alternativa complementar, porque a energia só pode ser gerada na colheita da cana, entre março e novembro; -Dificuldade no armazenamento e estoque do bagaço
<b>Eólica</b>	-Tem baixíssimo impacto ambiental; -Diminui a necessidade da construção de grandes reservatórios, reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica	-Os ventos concentram-se em algumas regiões apenas, e não são constantes -Possibilidade de interferências eletromagnéticas, que podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados (rádio, televisão etc.)
<b>Solar fotovoltaica</b>	-O Sol é abundante em quase todo o país -Totalmente independente da energia elétrica	-Necessita de altos subsídios até que novas tecnologias reduzam seu custo; -Dias nublados reduzem a energia produzida e não há produção elétrica durante a noite

Fonte: Salomão (2008) e ANEEL (2005).

### 5.1. Experiências do setor sucroalcooleiro com a co-geração de energia a partir do bagaço de cana-de-açúcar.

O parque sucroalcooleiro brasileiro é composto por aproximadamente 350 usinas, sendo que destas, 152 localizam-se no estado de São Paulo, com maior concentração na região oeste do estado e com perspectivas de abertura de 30 novas usinas/destilarias nessa região (ESTUDO MOSTRA..., 2008). O segundo estado com



**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

maior potencial sucroalcooleiro é o Paraná, pois concentra 29 usinas e altos investimentos no setor. No caso específico do estado de São Paulo, é intensa a produção de biomassa energética por meio da cana-de-açúcar, sendo comparável à produção da energia hidráulica. O Estado é importador de eletricidade (40% do que consome) e exportador de álcool para o resto de país.

Segundo a ANEEL (2005), em 2003, das 350 usinas instaladas no país, já havia 217 em fase de implantação de processos mais econômicos, ou seja, com a adoção de caldeiras mais eficientes que pudessem gerar mais calor durante o processo de queima do bagaço, possibilitando a geração de energia própria, durante o processo de obtenção de seus produtos.

Atualmente, praticamente todas as usinas são auto-suficientes em co-geração, no entanto, apenas 10% negociam o excedente desta energia para as distribuidoras de energia, segundo a União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (CAPELLA; SCARAMUZZO, 2007). E somente essas empresas que comercializam o excedente podem hoje comercializar os créditos de carbono, já que a equivalência em toneladas de carbono que deixa de ser emitida é feita sobre a energia vendida às concessionárias e não sobre a energia potencial da usina (USINAS..., 2006).

No âmbito tecnológico do setor, pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de explorar ao máximo os subprodutos da cana-de-açúcar, contribuindo-se para a co-geração, sem que haja a necessidade de ampliar área de produção. De acordo com uma nova tecnologia desenvolvida no Centro de Tecnologia (CTC) da Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (Copersucar), em Piracicaba, estima-se que seja possível elevar a produção de álcool em cerca de 30% por ano, com aproveitamento máximo do bagaço, ao passo que diminui a necessidade de maior quantidade plantada.

O arcabouço dessa inovação é, na verdade, resultado do aproveitamento total da biomassa da cana-de-açúcar, mais especificamente do bagaço. Estima-se que sejam moídos 300 milhões de toneladas de cana-de-açúcar por ano no país, o que resulta na produção de 81 milhões de toneladas de bagaço (FRONZAGLIA; TORQUATO, 2005).

Desse total, cerca de 70 milhões são queimados nas caldeiras para abastecimento próprio das usinas; da palha, apenas 50% é utilizado para queima na produção de álcool. Sobram então, 11 milhões de toneladas de bagaço, que somados aos 35 milhões de palha (que se perdem no campo), geram 5,4 bilhões de litro de álcool ao ano, o que corresponde a um aumento de 30% na oferta.<sup>11</sup>

A parceria estabelecida entre a empresa Dedini, a Copersucar e a Instituição de Pesquisa - FAPESP - para o desenvolvimento tecnológico, distribui proporcionalmente em 60%, 30% e 10% a receita líquida da venda da licença do processo. Ou seja, além das vantagens de tornar o país pioneiro em uma tecnologia capaz de facilitar o desenvolvimento do setor, gera *royalties* aos proprietários das patentes.

Além dos exemplos demonstrados, outras usinas avançam nesse processo e se fortalecem através de parcerias. Este é o caso da UDOP, localizada no município de Araçatuba, que estabeleceu parcerias públicas, privadas e com instituições de ensino,

<sup>11</sup> Segundo VASCONCELLOS (2003), o valor total do projeto, que faz parte do programa Parceria para a Inovação Tecnológica (PITE), chega a R\$ 3,58 milhões.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



como a UFSCar (Universidade Federal de São Carlos). Essa parceria possibilitou o mapeamento das regiões atuantes no setor sucroalcooleiro e fortaleceu a União dos Produtores de Biomassa.

A co-geração de energia através do bagaço de cana-de-açúcar também é uma realidade no grupo COSAN, especificamente na COSAN Destivale, no interior do estado de São Paulo. O bagaço resultante da moagem é utilizado como combustível nas caldeiras para a produção de vapor, e a empresa já participa de leilões por excedentes. Em 2005, as vendas de energia elétrica atingiram 31mil Mwh, o que representa uma nova fonte de receita para a empresa com grandes capacidades de expansão em 17 complexos produtores (COSAN, 2006).

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A civilização vem utilizando suas fontes de energia de forma irracional e intensiva durante décadas, tornando-se totalmente dependente e suscetível aos problemas econômicos, políticos e ambientais que ameaçam a utilização de formas tradicionais de energia. Sendo assim, há uma necessidade eminente de se viabilizar outras fontes alternativas de energia, dentre elas, as advindas da biomassa.

O Brasil possui características favoráveis, como topografia, clima e extensão territorial, que favorecem a transição das fontes energéticas hídricas e fósseis para as de caráter renovável, como a biomassa a partir do bagaço da cana-de-açúcar. A lavoura canavieira tem alcançado elevados índices de produtividade nos períodos de estiagem, sendo assim, os resíduos liberados pela cultura são altos e o processo é acrescido por contínuos processos tecnológicos de transformação e otimização desses resíduos em energia co-gerada.

A maior dificuldade da biomassa, entretanto, está na regulamentação institucional do setor energético, para sua inserção na matriz energética como um sistema complementar.

Nesse sentido, ressalta-se o papel fundamental do Estado em organizar o setor energético, favorecendo a comercialização da energia excedente gerada pelas usinas do parque sucroalcooleiro brasileiro, que já são auto-suficientes. Isso deve se dar por meio de legislações, decretos, e leilões regulados e garantidos pelos órgãos reguladores responsáveis pelo setor.

Sendo assim, o sistema de co-geração apresenta-se como uma solução imediata para a atual crise energética vivida pelo Brasil e para a redução dos problemas ambientais e econômicos acarretados pelo setor tradicional de energia. E ainda, possibilita ao país inserir-se na evolução tecnológica e de conhecimento que irá criar novas formas de abastecimento e fontes alternativas de propulsão da humanidade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas**, 2005.  
Disponível em: < [http://www3.aneel.gov.br/atlas/atlas\\_2edicao/index.html](http://www3.aneel.gov.br/atlas/atlas_2edicao/index.html) > Acesso em:  
25 agosto

2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Informação Técnica, Mercado de Distribuição**, 2007. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=48>>. Acesso em 08 jan. 2008

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Privatização, Histórico**, 2002. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/privatizacao/resultados/historico/history.asp>> Acesso em: 18 jan. 2008.

CAPELA, M.; SCARAMUZZO, M. **Com queima de bagaço, usinas têm potencial para gerar energia equivalente à futura produção da hidrelétrica Madeira**. Valor Econômico, São Paulo, 25 jun. 2007. Disponível em: <http://valoreconomico.com.br>. Acesso em: 23 nov. 2007.

COSAN Destivale. **Indústria, co-geração de energia**, 2006. Disponível em: < [http://www.cosan.com.br/industria\\_energia.aspx](http://www.cosan.com.br/industria_energia.aspx)> Acesso em: fev. 2008.

DEMANDA de energia equivalente e elétrica no Brasil. 2000. **Economia e Energia**. FAPEMIG, n. 23, nov.-dez. 2000. Disponível em: <<http://www.ecen.com>>. Acesso em: 25 nov. 2007.

EM DEBATE no BNDES geração de energia elétrica a partir do setor sucro-alcooleiro. 2005. **Notícias**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Disponível em <[http://www.bndes.gov.br/noticias/2005/not289\\_05.asp](http://www.bndes.gov.br/noticias/2005/not289_05.asp)> Acesso em: 20 dez. 2007.

BECKER, H. S. **Métodos de pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: HUCITEC, 1993.

CERVO, A. L. ; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005. 242 p.

ESTUDO aponta risco de apagão em 2010. 2006. **Informações econômicas financeiras**. Eletrobrás. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br>>. Acesso em 15 jan. 2008.

ESTUDO MOSTRA projeções do agronegócio no Brasil e no mundo. **Revista ÚNICA**. São Paulo: Burea de Idéias. Associadas Imprensa e Comunicação Estratégica. 2008. Disponível em: <[www.udop.com.br/download/unica/not\\_2008.doc](http://www.udop.com.br/download/unica/not_2008.doc)> Acesso em: 01 março 2008.

FERRÃO, P. D. M.; WEBER, F. A. **Cogeração: uma abordagem socioeconômica**. Congresso Brasileiro de Engenharia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

FRONZAGLIA, T.; TORQUATO, S.A. **Inserção do setor sucroalcooleiro na oferta de energia elétrica no Brasil**. Instituto de Economia Agrícola. 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=4024>> Acesso em: 12 jan 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População, Contagem**. 2007. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm> > Acesso em: 30 jan. 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Notícias**, 2007. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>.

SALOMÃO, A. Apagão de idéias. **Época Negócios**. São Paulo: Gobo, ano 2, n. 13, março 2008.

SALLES, Y. Comgás descarta interrupção do abastecimento de gás em SP. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 04 jan. 2008. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u360008.shtml>> Acesso em: Jan. 2008.

STIGLITZ, J. **A questão de maior alcance mundial**. 2007. Disponível em: <[http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos\\_030.htm](http://www.brasilpnuma.org.br/pordentro/artigos_030.htm)> Acesso em: 12 fev. 2008.

USINAS aproveitam co-geração e lucram com mercado de crédito de carbono. **Agência**. Ministério da Ciência e Tecnologia. 2006. Disponível em: <<http://agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/42250.html>>; Acesso em 13 fev. 2008.

VASCONCELOS, Y. Não sobra nem o bagaço. 2003. **Revista Pesquisa Fapesp**. São Paulo. ed. 77. Disponível em: <http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=1873&bd=1&pg=2&lg=>>. Acesso em: 26 jan 2008.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting**. New York: The Free Press, 1985.