



## **Integração da Bioeletricidade na Matriz Elétrica** **Oportunidades de Oferta e Cenários para 2010 e 2011**

**Estudo elaborado pelo GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico da UFRJ, especialmente para os participantes convidados do**  
**Café Bioeletricidade COOMEX – UNICA - COGEN**

**São Paulo, 22 de Outubro de 2009**

### **COOMEX – Cia Operadora do Mercado Energético**

Alameda Santos, 905 - CJ 11 – São Paulo – SP

Tel (11) 3087-3087 – [www.coomex.com.br](http://www.coomex.com.br)

### **UNICA - União da Indústria de Cana de Açúcar**

Av. Brigadeiro Faria Lima, 2179 – 9º andar – São Paulo – SP

Tel (11) 3093-4949 – [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br)

### **COGEN - Associação da Indústria de Cogeração de Energia**

Rua Ferreira de Araújo, 202 - CJ 112 - São Paulo-SP

Tel (11) 3815-4887 - [www.cogen.com.br](http://www.cogen.com.br)



**Texto de Discussão do Setor Elétrico  
nº 13**

**Oportunidades de Comercialização de Bioeletricidade no  
Sistema Elétrico Brasileiro**

Nivalde José de Castro  
Roberto Brandão  
Guilherme de A. Dantas

**Outubro de 2009**

## **ÍNDICE**

<b>1. Introdução</b>	<b>4</b>
<b>2. A Bioeletricidade Sucroenergética e a Matriz Elétrica Brasileira</b>	<b>5</b>
<b>3. A Bioeletricidade Sucroenergética no Mercado Livre</b>	<b>11</b>
<b>4. A Bioeletricidade no Mercado Cativo</b>	<b>17</b>
<b>5. Conclusões</b>	<b>21</b>
<b>6. Bibliografia</b>	<b>24</b>

# Oportunidades de Comercialização de Bioeletricidade no Sistema Elétrico Brasileiro<sup>1</sup>

Nivalde José de Castro<sup>2</sup>

Roberto Brandão<sup>3</sup>

Guilherme de A. Dantas<sup>4</sup>

## 1. Introdução

O Setor Elétrico Brasileiro – SEB – vem consolidando seus fundamentos estratégicos definidos em 2003-2004 e baseados no binômio: expansão da capacidade de geração com modicidade tarifária. No entanto, dada a complexidade do sistema elétrico e sua importância para a manutenção e sustentação do ciclo expansivo da economia brasileira, convém aproveitar as oportunidades existentes para melhor desenvolver o setor.

Neste sentido, e na opinião dos autores, uma melhor inserção da bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica brasileira é uma oportunidade promissora e viável economicamente, devendo-se assim concentrar esforços para viabilizá-la. A análise da conveniência de acelerar a inserção da bioeletricidade na matriz de geração o objetivo central do presente estudo.

A primeira parte do estudo será dedicada ao exame das vantagens que a contratação da bioeletricidade sucroalcooleira pode trazer para o sistema elétrico, sobretudo em termos de mitigação do risco hidrológico. Busca-se ali demonstrar que algumas externalidades desta fonte de energia não estão sendo devidamente avaliadas, diminuindo significativamente a competitividade desta fonte nos leilões de energia nova. A segunda parte tem como foco analítico o mercado livre. Constata-se que este segmento do SEB oferece, pelo lado da demanda, grandes oportunidades de contratação para a bioeletricidade sucroenergética.

---

<sup>1</sup> Estudo apresentado no *Sugar & Ethanol Dinner 2009 - Café Bioeletricidade: Integração da Bioeletricidade na Matriz Elétrica Oportunidade de Oferta e Cenários para 2010 e 2011*. COOMEX - UNICA - COGEN, realizado dia 22/10/2009 - São Paulo.

<sup>2</sup> Professor da UFRJ e coordenador do GESEL - Grupo de Estudos do Setor Elétrico - do Instituto de Economia da UFRJ.

<sup>3</sup> Pesquisador-Sênior do GESEL/IE/UFRJ.

<sup>4</sup> Doutorando do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ e Pesquisador-Sênior do GESEL/IE/UFRJ.

A terceira parte examina o outro segmento de comercialização que é o mercado cativo, onde prevalecem oportunidades de longo prazo e contratos indexados à inflação. Por fim, são sistematizadas as conclusões do estudo que indicam a relevância, sob diferentes aspectos, da bioeletricidade sucroenergética para a matriz e, por outro lado, uma oportunidade de negócio segura e estável para os agentes do setor sucroenergético.

## **2. A Bioeletricidade Sucroenergética e a Matriz Elétrica Brasileira**

Em estudos realizados pelo GESEL – Grupo de Estudos do Setor Elétrico do Instituto de Economia da UFRJ (CASTRO et al, 2008) constatou-se que os últimos leilões de energia nova realizados em 2007 e 2008 contrataram grande quantidade de empreendimentos térmicos de qualidade questionável. Por trás da contratação deste grande número de termoeletricas a óleo combustível e a GNL, todas com custos variáveis altos existe uma metodologia de seleção de projetos que não foi formulada especificamente para viabilizar uma transição rápida de uma matriz hidroelétrica para uma matriz hidrotérmica.

O marco institucional e regulatório do atual modelo do SEB foi definido, em 2003-2004, em uma conjuntura de excesso de oferta de energia elétrica, resultado da crise do racionamento de 2001. Naquela época havia uma forte expectativa de que a construção de usinas hidroelétricas, interrompida nos anos de 1990, seria retomada rapidamente. Havia também a expectativa de que a expansão se daria através da construção de usinas hidroelétricas com perfil semelhante ao das usinas pré-existentes, ou seja, hidroelétricas com reservatórios.

Naquele momento não era possível prever as dificuldades e limitações que seriam impostas pela nova legislação ambiental para o licenciamento e construção de usinas com reservatórios significativos. A dificuldade de leiloar novos projetos de geração hídrica não foi prevista e, por esta razão, não se deu a devida atenção no planejamento da contratação de um parque gerador complementar ao parque hídrico existente.

Com base nestas duas expectativas, pode-se assumir que a premissa da expansão era de que as usinas térmicas teriam um papel marginal e não complementar, atuando apenas como usinas de *backup*, ou seja, seriam despachadas apenas em hidrologias críticas.

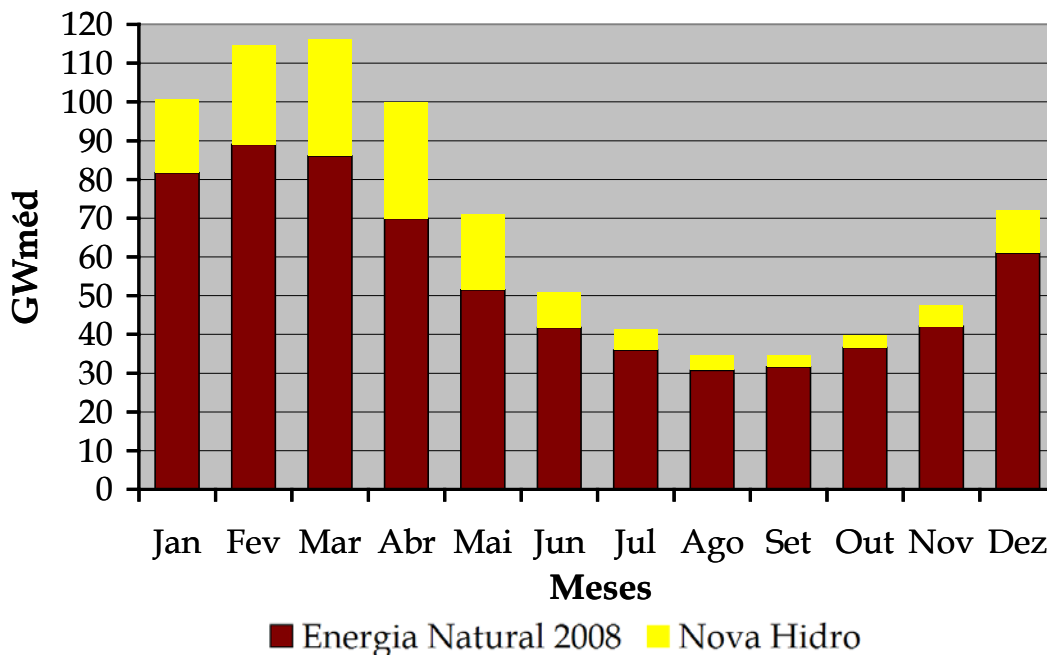
Passados cerca de seis anos do Novo Modelo, o que se verificou foi uma grande dificuldade de leiloar e construir usinas hidroelétricas, mesmo com todo o esforço e empenho do MME, EPE e da ANEEL. Além disso, as usinas que receberam licenciamento, que estão em fase de projeto, de estudos de inventário e licenciamento prévio, são na sua quase totalidade usinas do tipo fio d'água.

Estas usinas, como as do complexo do Rio Madeira, contribuem para debilitar cada vez mais a capacidade de regularização dos reservatórios. Sem a construção de novos reservatórios, mesmo que sejam retirados os obstáculos à construção de novas hidroelétricas, e esta parece ser a tendência, acabará havendo uma necessidade crescente de geração (térmica) complementar ao parque hídrico, sobretudo durante o período seco.

O problema derivado desta evolução da matriz é que as usinas térmicas com elevados custos variáveis, e que estão no *deck* das Distribuidoras, foram contratadas na suposição de que seriam despachadas por um reduzido número de horas ao ano. O despacho destas usinas em um número de horas superior ao previsto à época do leilão de acordo com os cálculos do ICB provocará um grande acréscimo de custos não previsto em razão da crescente necessidade de geração.

Com o objetivo de entender melhor este processo de transição da matriz elétrica brasileira serão utilizados alguns gráficos. O Gráfico 1 indica o comportamento na média de longo prazo da Energia Natural Afluyente (ENA) ao longo do ano, em GWMéd, segundo a configuração do parque gerador hídrico de 2008, através das colunas mais escuras. As colunas mais claras, superposta às mais escuras, indicam a expectativa de contribuição das novas usinas hidroelétricas a serem construídas na região amazônica nos próximos anos, em valor estimado de 30 GWMéd, principalmente as usinas do Madeira, Xingu, Tapajós e Teles Pires.

**Gráfico 1**  
**Brasil: Evolução da Energia Natural Afluente de 2008**  
**Incluindo 30 GW nova hidroelétricas com regime hídrico semelhante ao do Tocantins**  
(em GWméd)



Fonte: Site do ONS ([www.ons.org.br](http://www.ons.org.br)). Dados elaborados a partir do banco de dados histórico da operação do ONS para 2008. A distribuição sazonal da ENA de novas hidroelétricas reproduz o padrão atual da região norte.

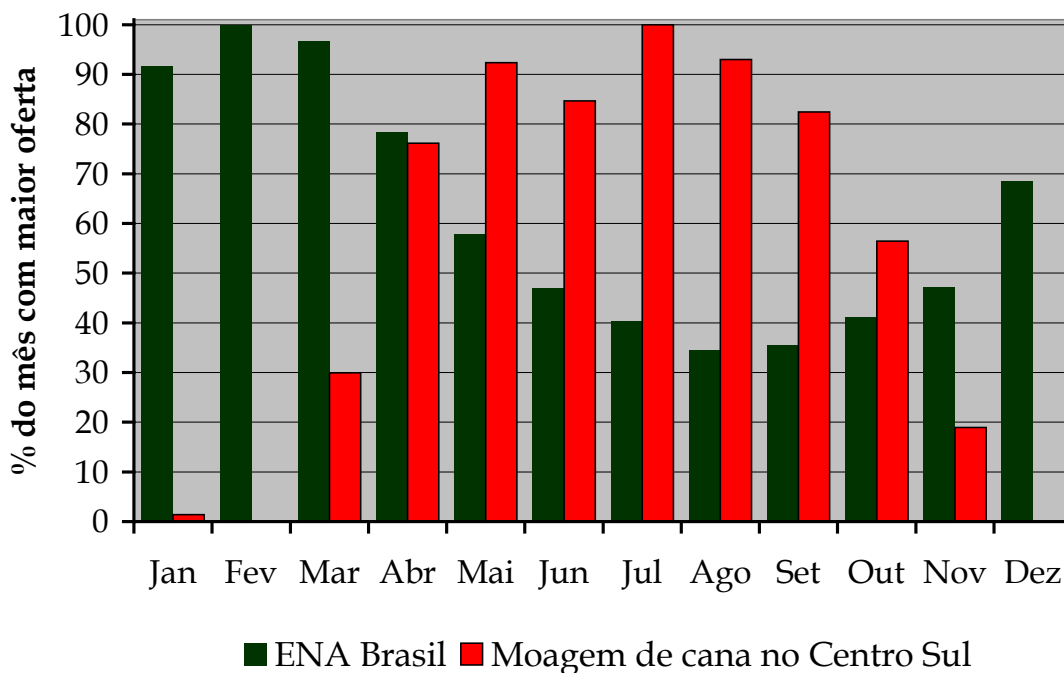
Pode-se assim perceber claramente o forte aumento da ENA entre os meses de janeiro a abril, pico do período úmido, com a construção das novas hidroelétricas no norte. Em direção oposta, a ENA terá acréscimos relativamente modestos no período seco, entre julho e novembro.

Como a capacidade de armazenamento de energia em reservatórios estará estagnada, dado que as novas usinas serão de fio d'água, haverá necessidade crescente de geração complementar durante os meses do período seco. Desta forma, o sistema elétrico precisará de outras fontes de geração nesta época, a fim de economizar os reservatórios e evitar o risco hidrológico e o risco financeiro associado a um despacho intenso das usinas térmicas mais caras. O Gráfico 2 faz um exercício comparativo entre o ciclo anual de afluências (ENA) e da moagem de cana de açúcar. Ele ilustra de forma muito objetiva a complementaridade que a bioeletricidade sucroenergética apresenta em relação ao regime de águas.

Dado o volume de biomassa disponível nas usinas sucroenergéticas e também a sua localização geográfica próxima ao principal centro de carga do país, a geração de bioeletricidade a partir do bagaço de cana surge como uma solução estratégica para a crescente perda da capacidade de regularização do sistema hídrico<sup>5</sup>.

**Gráfico 2**

**Brasil: Comparação da ENA e Moagem de Cana no Sudeste. 2008**

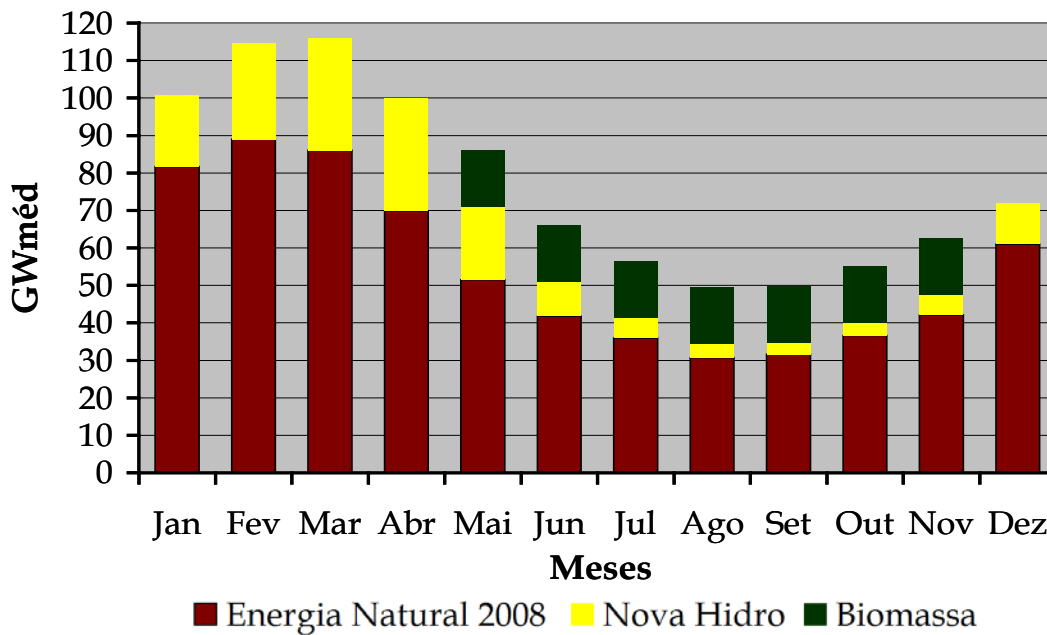


Fontes: ÚNICA e ONS (2008).

O Gráfico 3 ilustra o papel estratégico da bioeletricidade para o sistema elétrico. Ele estima a contratação de mais 15GW de bioeletricidade para geração entre maio e novembro na configuração apresentada no Gráfico 1. Desta forma, pode-se perceber que a geração de energia térmica durante o período seco poderá permitir uma diminuição expressiva nas diferenças entre a energia disponível ao longo do ano, preservando, em grande medida, a capacidade de regularização dos reservatórios.

<sup>5</sup> A energia eólica também apresenta complementaridade em relação ao parque hidroelétrico, mas apresenta desvantagens na comparação com a bioeletricidade sucroenergética em termos: instabilidade na geração, localização, necessidade de investimentos em transmissão, não estar vinculada a uma atividade econômica consistente como o setor sucroenergético e não deter um parque industrial consolidado necessitando de importação de equipamentos.

**Gráfico 3**  
**Brasil: Complementaridade da Bioeletricidade Sucroenergética ao Sistema Elétrico.**  
(em GWméd)



Fonte: Elaborado pelo GESEL/IE/UFRJ a partir do banco de dados histórico da operação do ONS para 2008. A distribuição sazonal da ENA de novas hidroelétricas reproduz o padrão atual da Região Norte.

Nestes termos, a questão que se coloca é procurar saber por que nos leilões de energia nova dos últimos anos, a bioeletricidade sucroenergética, fonte de energia intrinsecamente complementar à geração hídrica, não vem sendo competitiva e por que vem perdendo sistematicamente para usinas térmicas a óleo e GNL, com elevados custos variáveis e que, conforme argumento desenvolvido acima não são a opção mais adequada para a diversificação da matriz de geração.

O argumento dos autores é que a falta de competitividade da bioeletricidade sucroenergética tem como causa central a sua inadequada valoração pelas atuais regras de seleções de projetos dos leilões de energia nova. O problema tem duas dimensões:

- ❖ não existe uma sinalização econômica clara quando às externalidades da bioeletricidade na forma de um valor acrescido para uma energia gerada no período seco; e
- ❖ o cálculo da garantia física dos novos empreendimentos não atribui à bioeletricidade sucroenergética uma energia assegurada compatível com o seu real benefício para o SEB.

A ausência de um sinal sazonal econômico claro na valoração dos custos de energia nos leilões de energia nova será examinada com mais profundidade na parte 3 deste estudo. Por outro lado, o cálculo da garantia física é um obstáculo estrutural que compromete a competitividade da bioeletricidade tanto no mercado cativo como no mercado livre. Neste sentido, se faz necessário uma análise da metodologia de cálculo da garantia física e como esta metodologia não está valorando de forma precisa os benefícios que a bioeletricidade sucroenergética traz para o sistema elétrico brasileiro. O mercado brasileiro de energia transaciona certificados de energia representando energia garantida. Em tese, a garantia física atribuída a um gerador deveria ser proporcional à sua contribuição ao SEB em termos de capacidade de atender a uma carga maior, ou seja, o benefício energético de uma usina seria corretamente medido pelo aumento da garantia física do sistema. No entanto, legalmente a garantia física é calculada através de um rateio com base na produção esperada ponderada pelo valor da energia.<sup>6</sup>

O cálculo da garantia física para novos empreendimentos de geração, feito com base na portaria nº 268 do MME, de 12 de Setembro de 2008 gera resultados distorcidos. CASTRO *et al.* (2009b) mostram que os benefícios que de fato a bioeletricidade sucroenergética gera para o SEB em termos de aumento da capacidade de atendimento de carga são aproximadamente 7,7% superiores à garantia física atribuída oficialmente a estes empreendimentos. Em contrapartida, empreendimentos termoeletrônicos estão recebendo uma garantia física bastante superior aos benefícios que proporcionam ao SEB. Os experimentos realizados estimaram que todas as térmicas movidas a combustíveis fósseis contratadas nos leilões de 2008 agregam menos ao sistema em termos de capacidade de atendimento de carga do que as garantias físicas que lhes foram atribuídas.

As diferenças vão de 16,0% para uma térmica a carvão mineral com CVU de R\$ 103/MWh a 31,1% para uma térmica a óleo combustível com CVU de R\$ 186/MWh. Os autores concluíram, a partir dos resultados dos experimentos realizados com uso do Newave, que a metodologia oficial de cálculo de garantia física compromete seriamente a competitividade da bioeletricidade sucroenergética frente aos demais empreendimentos termoeletrônicos, explicando assim e em grande medida os resultados dos leilões de energia nova realizados.

---

<sup>6</sup> Cabe frisar, que no caso de usinas de bioeletricidade, o cálculo da garantia física não é realizado através deste rateio e sim a partir da média anualizada da geração esperada no período da safra.

### **3. A Bioeletricidade Sucroenergética no Mercado Livre**

O Mercado Livre de Energia elétrica opera com dois tipos de contratos: contratos de curto prazo e contratos de médio e longo prazo, ambos os contratos são bilaterais. Enquanto os primeiros são contratos de ajuste realizados após o consumo da energia, possuindo, portanto, um caráter residual, os contratos bilaterais de médio e longo prazo são os que servem de suporte para os Consumidores Livres e Especiais. São estes últimos contratos que de fato determinam os rumos e tendências do mercado livre. Neste sentido, a oferta de volumes de energia no mercado de contratos bilaterais compatíveis com a escala da demanda do mercado livre de energia é o elemento fundamental que determina o seu funcionamento e crescimento em equilíbrio.

Como mencionado anteriormente, o mercado brasileiro de energia é baseado na comercialização de certificados de energia. Porém os certificados de energia comercializados têm que equivaler na prática à energia gerada ou consumida. Somente ao final de cada mês é possível comparar a energia contratada pelo agente consumidor com o que ele efetivamente consumiu, bem como confrontar o lastro físico do gerador com a energia gerada de fato. Em princípio, as sobras e déficits devem ser liquidadas no mercado de curto prazo ao Preço de Liquidação das Diferenças – PLD.

Contudo, agentes que não têm todas as vendas ou o consumo lastreados em certificados de energia, e que em razão disto fazem constantes liquidações no mercado de curto prazo, podem ser penalizados através de multas. Estes agentes deficitários têm incentivos para realizar contratos de balanço, adquirindo sobras de outros agentes após o fechamento do mês, pois com isto eles podem equilibrar a energia comercializada com a energia medida, evitando assim as penalidades.

O preço da energia no mercado de contratos de balanço (curto prazo) é fortemente indexado ao PLD: normalmente os contratos são negociados ao PLD mais um ágio. Há ágio por que os agentes deficitários encontram no mercado de balanço uma forma de evitar penalidades e podem pagar ágio sobre o PLD até o limite do valor da penalidade a ser evitada. Entretanto, como se trata de um mercado de sobras e déficits, o mercado de contratos de balanço limita-se a ajustes e, portanto, tem pouca relevância estrutural para o desenvolvimento do mercado livre de energia elétrica brasileiro.

São os contratos bilaterais de médio e longo prazo que efetivamente determinam a escala e a dinâmica do mercado livre. Estes contratos surgem do interesse ou necessidade de suprimento de empresas consumidoras de energia elétrica. Tais empresas não podem (e não devem) ficar demasiadamente expostas à volatilidade do PLD, operando apenas com contratos de balanço. Elas tampouco se interessam por contratar somente no mercado cativo, onde os preços da energia elétrica são comumente superiores.

Portanto, a oferta de energia elétrica neste mercado em uma escala e com prazos condizentes, tem um papel estratégico para a promoção da competitividade que está na base, e lógica, da existência do mercado livre de energia. Uma questão importante é que, mesmo que na atual conjuntura, ainda afetada pela crise econômica e financeira internacional, haja uma sobra de energia no mercado livre, *há um déficit potencial estrutural de energia no mercado livre.*

Este déficit potencial é reflexo das características técnicas e regulatórias do SEB que restringem a oferta de energia via contratos bilaterais de maior duração temporal por parte de usinas termoelétricas e de usinas hidroelétricas. As razões que limitam a oferta de energia para contratos bilaterais da parte de geradores térmicos movidos a combustíveis fósseis e da parte dos geradores hídricos são examinadas a seguir.

Conforme análise realizada na seção primeira, a matriz de geração brasileira é predominantemente hídrica. Em anos normais as usinas termoelétricas tendem a ser despachadas em um reduzido número de horas por ano. Mas em anos de hidrologia desfavorável elas podem a ser acionadas com grande intensidade. Este padrão de despacho das termoelétricas, que alterna longos períodos de ociosidade a um acionamento pleno durante secas agudas, dificulta a obtenção de bons contratos de suprimento de combustíveis por parte dos empreendedores de projetos térmicos.

Os fornecedores de combustíveis cobram mais caro para se comprometerem a garantir o suprimento de combustíveis sem ter uma contrapartida em termos de previsibilidade de consumo. Esta seria a razão para explicar o fato das termoelétricas brasileiras apresentarem custos de geração variável elevados, superiores aos praticados em países que despacham usinas térmicas com frequência mais previsível.

Como a geração térmica no Brasil tende a ter elevado custo variável de geração, trata-se de uma fonte de energia que não é compatível com a comercialização através de contratos bilaterais no mercado livre. Isto por que os contratos bilaterais são firmados a preços pré-definidos, normalmente com indexação ao IGP-M.

No entanto, uma térmica com custo variável de geração elevado tem grande dificuldade em vender energia no longo prazo a preços fixos. Se ela não for despachada, o contrato até se mostrará um excelente negócio: o gerador térmico poderá comercializar energia sem ter que gerá-la. Mas se a usina for despachada a partir de determinação do ONS e, sobretudo, se esse despacho for por um longo período, o gerador térmico pode ser obrigado a vender energia muito abaixo do custo de produção, tendo que arcar com um prejuízo operacional vultoso.

O risco é particularmente elevado levando-se em conta que os custos de combustíveis para geração térmica são determinados pelas cotações no mercado internacional, que variam em uma lógica que é totalmente independente da formação de preços do setor elétrico brasileiro. Este risco financeiro inerente a projetos térmicos foi mitigado no mercado cativo através da adoção dos contratos por disponibilidade. Estes contratos transferem a incerteza associada ao despacho para as distribuidoras, que são responsáveis por eventuais custos com combustíveis. No entanto, esta modalidade de contratação não é praticada no mercado livre.

Em contratos bilaterais o agente termoeletrico teria que vender sua energia a um preço fixo, ficando exposto a um grande risco financeiro. A opção de se embutir no preço da energia o risco financeiro dos eventuais gastos com combustível encareceria o preço desta energia de tal forma que ele não teria competitividade no mercado livre.

Portanto, no atual marco institucional do setor elétrico brasileiro existe pouco espaço para a comercialização da energia termoeletrica gerada por usinas com elevado custo variável no mercado livre, justamente as usinas que vêm dominando os últimos leilões de energia nova. A energia térmica hoje transacionada em contratos bilaterais é basicamente oriunda de usinas termoeletricas classificadas como “energia velha” (anteriores a 2004), que apresentam custos variáveis relativamente baixos.

Em relação às usinas hidroelétricas, por terem custos de operação baixos e previsíveis, são naturalmente competitivas para comercializar energia por contratos bilaterais a preço fixo. A comercialização de energia no mercado livre é uma janela de oportunidade interessante para os geradores hídricos, desde que, obviamente, os preços sejam compensatórios. Contudo, estas usinas só podem comercializar parte da energia assegurada em contratos bilaterais. Embora possam de fato destinar uma parcela importante de sua energia para o mercado livre, elas precisam manter parte do lastro descontratado a fim de fazer *hedge* para situações hidrológicas ruins.

O *hedge* das usinas hidroelétricas tem como objetivo suportar, minimamente, situações em que geração hídrica venha a ser inferior à energia assegurada das hidroelétricas. Isto pode ocorrer no caso de uma escassez hídrica aguda que leve o ONS a despachar grande número de termelétricas a fim de poupar água dos reservatórios. Em situações como esta as hidroelétricas em seu conjunto podem não conseguir gerar energia equivalente à energia assegurada.

Caso toda a energia assegurada tenha sido vendida em contratos, a consequência será um ajuste no mercado de curto prazo: a energia vendida em excesso à geração verificada terá que ser adquirida ao PLD corrente. O problema para os geradores hídricos é que o PLD, nesta situação seguramente estará muito elevado representando um risco financeiro expressivo.

A forma simples e usual de mitigar o risco financeiro, derivado do risco hidrológico, das usinas hidroelétricas é deixar uma parte de seu lastro comercial descontratado. Ao adotarem essa estratégia os geradores hídricos se protegem de uma liquidação financeira vultosa no mercado de curto prazo, pois não tendo vendido toda a energia assegurada, eles reduzem a exposição no mercado de curto prazo em situações hidrológicas desfavoráveis.

Portanto, a gestão prudente do portfólio de energia de um gerador hídrico requer que parte da energia fique descontratada para atenuar eventuais exposições ao mercado de curto prazo em momentos de PLD elevado. Este lastro descontratado, que pelas regras atuais não pode ser comercializado diretamente com o mercado cativo, acaba sendo destinado ao mercado livre, na forma de contratos de balanço, ou de prazo muito curto, não estando disponível para contratos bilaterais de prazos mais largos.

A gestão segura dos contratos de geradores hídricos, buscando mitigar os riscos financeiros em situações hidrológicas ruins, cria, assim, uma segunda limitação para a contratação de médio e longo prazo no mercado livre: tanto os geradores térmicos como os hídricos têm, por razões distintas, limitações para expandir a oferta de contratos bilaterais de longo prazo no mercado livre.

Desta forma, verifica-se a necessidade de buscar outras fontes de energia elétrica para expandir a oferta no mercado livre para contratos bilaterais a preço fixo. A bioeletricidade sucroenergética é uma forte candidata a suprir esta necessidade. Ao contrário da maior parte das novas geradoras térmicas que vêm sendo incorporadas ao parque gerador, elas não dependem de um insumo energético com preço cotado em dólar no mercado internacional.

Por ser uma modalidade de cogeração que queima resíduos de um processo produtivo dinâmico, estruturado e com consistente potencial de crescimento, a bioeletricidade sucroenergética tem custos previsíveis, se prestando bem à comercialização em contratos bilaterais. Além disso, este tipo de empreendimento não tem a mesma necessidade de *hedge* dos geradores hídricos, isto é, não precisa manter parte do lastro comercial descontratado para fazer frente a situações de hidrologia crítica.

Na outra ponta, a dos agentes do setor sucroenergético, o mercado livre se configura como uma oportunidade para alavancar a rentabilidade dos investimentos em bioeletricidade porque permite a negociação de contratos mais flexíveis e normalmente com preços superiores aos dos contratos firmados no mercado cativo.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Contudo, é importante frisar a existência de uma assimetria do marco regulatório em relação à comercialização da bioeletricidade no mercado regulado e no mercado livre, dificultando sua inserção neste último. A assimetria ocorre porque a insuficiência de lastro no mercado cativo é calculada com base no ano civil, com apuração no mês de Janeiro do ano subsequente, enquanto para o mercado livre o cálculo da insuficiência de lastro tem como base a metodologia da média móvel. Esta segunda metodologia dificulta a comercialização no mercado livre de energia gerada a partir da biomassa, que não tem geração estável ao longo do ano e que, portanto, apresenta lastro flutuante quando este é medido pela média móvel.

A bioeletricidade também pode ser comercializada na forma de energia incentivada. Empreendimentos com capacidade instalada de até 30 MW têm direito a um desconto de 50% na tarifa de transporte de energia. Este desconto aumenta a competitividade de projetos de bioeletricidade com esta escala de produção.<sup>8</sup>

Outro incentivo dado à bioeletricidade é a permissão que ela seja comercializada sob a forma de energia incentivada para consumidores com potência contratada entre 500 KW e 3 MW, isto é, que não tem escala para se enquadrarem no mercado livre convencional. Há estimativas de que até 30% do consumo do mercado cativo possa ser enquadrado no mercado livre incentivado. Portanto, existe um considerável universo de consumidores potencialmente livres incentivados dentro do mercado cativo de energia, constituindo um importante nicho de mercado para fontes alternativas de energia.

O mercado de energia incentivada mostra-se interessante, por exemplo, para empreendimentos como redes de supermercados ou de agências bancárias, caracterizados por grande número de unidades com nível de consumo de energia individual baixo. Além do setor terciário, indústrias que não são intensivas no consumo de energia também são passíveis de se tornarem consumidores incentivados. A possibilidade de transacionar energia a um patamar de preços superior ao praticado no mercado regulado é especialmente importante no caso de projetos *retrofit*, isto é, projetos de cogeração em usinas existentes, que exigem troca de equipamentos de produção que ainda tenham ongo tempo de vida útil.

Estes projetos exigem uma tarifa superior a que vem sendo praticada no mercado regulado, que só consegue viabilizar projetos *greenfield*, onde não há custos relativos à troca de equipamentos. De acordo com CASTRO et al. (2008), a tarifa de equilíbrio de uma usina *retrofit* seria de R\$180,00 por MWh, valor 16% superior ao preço médio do leilão de energia de reserva realizado em 2008. Logo, a comercialização de energia no mercado livre pode ser um meio de se viabilizar investimentos em usinas *retrofit*.

---

<sup>8</sup> Na versão 2009 das regras de comercialização de energia o desconto na tarifa de transporte passou a ser calculado em bases mensais. Entretanto, devido ao caráter sazonal da bioeletricidade, o cálculo com base mensal se apresenta inapropriado e, por esta razão, foi concedido aos agentes produtores de bioeletricidade o direito de escolher entre o método da média móvel ou da base mensal. Isto atende às necessidades dos geradores que comercializam diretamente sua energia. A questão que se coloca é que isto não foi facultado às comercializadoras que transacionam bioeletricidade. Como consequência, a energia comprada por uma comercializadora na safra só dá direito a desconto neste período, não sendo possível estender o desconto para a energia comercializada fora da safra. Desta forma, fica limitada a atuação da comercializadora em sua função básica de integrar oferta com demanda: ser tomador de risco de curto prazo, comprando energia na safra e revendendo de acordo com a necessidade dos consumidores.

A estratégia de destinar parte da bioeletricidade ao mercado livre já foi adotada por muitos empreendedores sucroenergético no Leilão de Energia de Reserva (LER) de 2008. A maior parte dos empreendimentos fez um *mix* entre a segurança do mercado regulado, que fornece um recebível de qualidade que facilita a captação de financiamentos, com a possibilidade de obter maiores taxas de rentabilidade no mercado livre, conforme será analisado em seguida.

#### **4. A Bioeletricidade no Mercado Cativo**

O ACR (ambiente de contratação regulado), também conhecido como mercado cativo, apresenta regras de funcionamento e contratação mais rígidas do que as que regem o mercado livre. A comercialização de energia se dá exclusivamente através de leilões públicos em função da subordinação aos objetivos da modicidade tarifária. O ACR tem um mecanismo desenhado especificamente para permitir a contratação de novos empreendimentos de geração, os leilões de energia nova. A grande vantagem deste mecanismo para os novos empreendedores é oferecer contratos de longo prazo, indexados ao IPCA, que constituem recebíveis de qualidade, capazes de viabilizar o financiamento das novas plantas de geração.

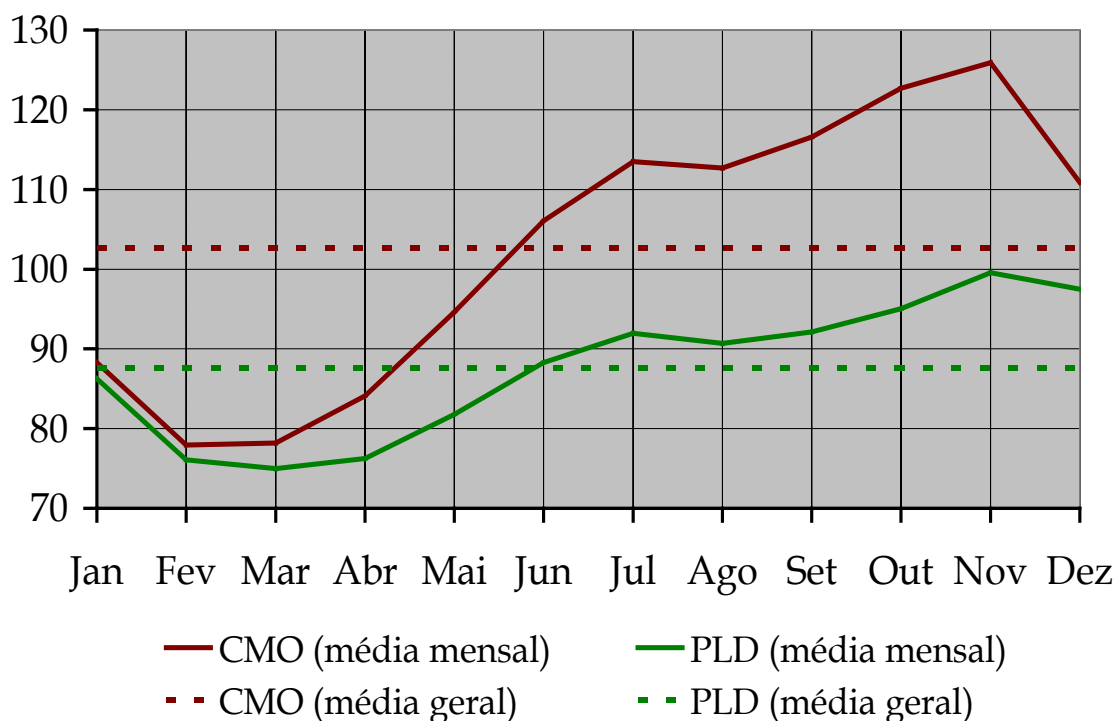
De acordo com CASTRO e BRANDÃO (2009a), a metodologia de seleção de projetos nos leilões de energia nova apresenta inconsistências, pois não oferece uma correta valoração de projetos com custo variável baixo ou com geração concentrada no período seco, como é o caso específico da bioeletricidade sucroenergética. Esta inconsistência metodológica reduz significativamente a competitividade da bioeletricidade sucroenergética nos leilões. CASTRO *et al.* (2009b) constataram que embora o cálculo do ICB, índice que procura classificar os empreendimentos que disputam o leilão, tente captar o valor da energia produzida durante o período seco, este cálculo não é feito de maneira adequada.

Embora os modelos computacionais calculem um valor maior para a energia gerada no período seco, isso não se reflete nos preços da energia (PLD) que são usados para cálculo do ICB. Isto ocorre por que os modelos computacionais utilizam os Custos Marginais de Operação (CMO) – que de fato possuem um sinal sazonal forte – mas o PLD, variável usada pelo ICB, não reproduz o este sinal sazonal na mesma proporção.

O Gráfico 4 mostra o quanto a sazonalidade do valor da energia é atenuada quando a medida usada é o PLD. Os dados são originados da planilha de CMO do Plano Decenal 2006-2015 para a região SE-CO, utilizada para avaliar os empreendimentos que disputaram os leilões A-3 e A-5 de 2007. São exibidos tanto o CMO como o PLD médio para cada mês.

Observa-se que o PLD e o CMO são próximos nos meses mais úmidos, sobretudo entre dezembro e abril. No restante do ano o CMO esperado cresce muito mais que o PLD. Como a metodologia de seleção de projetos utilizada nos leilões mede o valor da energia pelo PLD, as usinas de bioeletricidade, que têm geração sazonalmente concentrada no período seco, não têm seu valor corretamente medido.

**Gráfico 4**  
**Distribuição sazonal do CMO e do PLD - Plano Decenal 2006-2015, sub-mercado SE-CO**  
(em R\$/MWh)



Fonte: EPE, Planilha de CMO do Plano Decenal 2006-2015, região SE-CO. Elaboração: Gesel-IE-UFRJ.

A inadequação no cálculo da garantia física examinada anteriormente, associada à ausência de uma sinalização consistente para o valor da energia no período seco retiraram competitividade dos empreendimentos de bioeletricidade sucroenergética nos últimos leilões de energia nova. A Tabela 1 demonstra de forma clara a falta de competitividade da bioeletricidade nos leilões de A-3 e A-5 realizados em 2007 e 2008, isto é, nos leilões abertos a projetos de qualquer fonte de energia.

**Tabela 1**  
**Brasil: Contratação de Energia Elétrica nos Leilões de Energia Nova de A-3 e A-5 2007-2008**  
(em MW e %)

<b>Insumo Energético</b>	<b>Capacidade Contratada (MW)</b>	<b>Participação (%)</b>
<b>Óleo Combustível</b>	6.832	63,1
<b>GNL</b>	2.128	19,6
<b>Carvão</b>	1.410	13,0
<b>Coque de Petróleo</b>	350	3,2
<b>Bioeletricidade</b>	114	1,1
<b>Total</b>	<b>10.834</b>	<b>100,0</b>

Fontes: CCEE e EPE

Foi apenas no Leilão de Energia de Reserva (LER) de 2008 que se conseguiu uma contratação substancial de bioeletricidade. O LER demonstrou assim como é possível conciliar os interesses do Estado – focados na expansão com modicidade tarifária – com os interesses dos empreendedores do setor sucroenergético – garantia de retorno para os investimentos. Este foi um leilão por fonte, ou seja, a competição se deu somente entre projetos de geração com características semelhantes.

Havia forte receio por parte do governo de que o leilão tivesse competição restrita, prejudicando os resultados. No entanto, com regras bem definidas, com a fixação de um preço-teto compatível com os parâmetros de custo do setor sucroenergético, e com o sigilo sobre o volume a ser contratado, os resultados acabaram sendo muito positivos para o sistema elétrico, para a matriz elétrica e para os empreendedores.

De acordo com CASTRO *et al.* (2008) enquanto os leilões genéricos (A-3 e A-5) tiveram resultados decepcionantes em termos de contratação de bioeletricidade, o LER, conseguiu adicionar 2.379 MW de potência instalada desta fonte ao SEB. Trata-se de um resultado expressivo e os autores interpretam que ele marcou o início de uma nova etapa para a bioeletricidade sucroenergética no sistema elétrico brasileiro.

Em termos de estratégia empresarial, merece ser destacada a opção de muitos empreendedores que atuaram e venceram no LER de destinar parte substancial da energia para o mercado livre. Dos 859 MW méd de Garantia Física das usinas selecionadas no leilão, apenas 548 MW méd foram contratados na forma de energia de reserva. O restante da energia foi destinado ao mercado livre, demonstrando uma intenção dos empreendedores de buscar um equilíbrio entre as maiores taxas de rentabilidade do mercado livre e a maior previsibilidade do mercado cativo.

Merece destaque o fato de que no mercado cativo os contratos são de longo prazo, com preços definidos nos leilões e indexados ao IPCA. A vantagem para a bioeletricidade participar do mercado cativo está na estabilidade que estes contratos oferecem, mesmo que os preços possam estar, em determinados períodos, abaixo dos praticados no mercado livre. Estes contratos podem ser usados como de garantia para obtenção de créditos em condições de prazo e custo melhores que outros instrumentos, dado que estão diretamente associados a um fluxo de caixa previsível e consistente.

Por outro lado, a estabilidade do fluxo de caixa da venda de energia para o mercado cativo constitui uma externalidade positiva importante para a indústria sucroenergética: a venda de energia para o mercado regulado é indexada à inflação, não apresentando a volatilidade característica das cotações do etanol e do açúcar. A comercialização de bioeletricidade no mercado cativo permite que o negócio sucroenergético tenha um portfólio mais diversificado, com receitas totais um pouco menos voláteis.

## 5. Conclusões

O desenvolvimento sustentado do setor de energia elétrica é uma variável estratégica para a competitividade da economia brasileira. As perspectivas deste setor são positivas em função da consolidação recente do marco regulador e institucional. Este cenário promissor fica ainda mais evidente quando comparado com outros países, em especial com os países mais desenvolvidos.

Diferentemente do resto do mundo, o Brasil tem um grande potencial de recursos energéticos nacionais a ser explorado. No entanto, o que se tem constatado nos resultados dos últimos leilões de energia nova é uma tendência que vai contra uma expansão previsível e eficiente do setor elétrico brasileiro a partir e com base nos seus recursos energéticos locais. Em um período extremamente curto os resultados dos leilões viabilizaram a construção de um grande parque térmico com energia cara e poluidora. Em paralelo a este movimento, há evidências concretas de que o setor sucroenergético tem condições de contribuir, através do aumento da oferta de bioeletricidade, para tornar a matriz elétrica ainda mais eficiente, mantendo a participação da energia renovável e contribuindo, dada a complementaridade sazonal, para mitigar o risco hidrológico.

No entanto, os benefícios da bioeletricidade para o SEB não vêm sendo valorados de forma correta nos leilões de energia nova, que acabam dando competitividade a outras fontes como está sendo o caso das térmicas a combustível fóssil, mais cara e com impactos negativos sobre o aquecimento global. Na mesma direção, o cálculo das garantias físicas para novos empreendimentos apresentam distorções significativas, ao superestimar o lastro comercial destas geradoras térmicas e subestimar o valor da geração sazonalmente complementar da biomassa sucroenergética.

Os leilões por fonte, como o leilão de energia de reserva de 2008, demonstraram, pelos resultados obtidos, serem uma solução mais simples e prática para estimular e viabilizar uma correta competitividade para a bioeletricidade. Para os geradores de bioeletricidade a busca de um portfólio pautado na atuação nos dois mercados – cativo e livre – mostra-se como uma estratégia interessante e eficiente, novamente tendo por base os resultados do leilão de 2008.

Este portfólio garante o acesso a bons recebíveis vinculados ao mercado regulado, determinando um fluxo de caixa previsível. No mercado livre os geradores de bioeletricidade podem ser mais agressivos explorando as inúmeras possibilidades que este segmento de contratação oferece. Em suma, o empreendedor de bioeletricidade sucroenergética pode buscar um mix de contratação entre mercado cativo e livre, adequado às suas estruturas de custos e ao seu nível de alavancagem financeira.

Neste sentido e direção, para poder determinar com um mínimo de precisão os parâmetros para um crescimento sustentado e equilibrado da bioeletricidade sucroenergética - pautado no seu potencial produtivo – os autores consideram necessários estudos nas seguintes linhas analíticas:

- ❖ Determinar quais seriam as perspectivas de evolução de curto prazo entre a demanda e oferta de energia elétrica. Este estudo mostra-se necessário com base no pressuposto de que a retomada do crescimento econômico brasileiro poderá ter um impacto ainda não previsível sobre a demanda de energia elétrica. Pelo lado da oferta, há fortes indícios de que parte das usinas a óleo contratadas pelos leilões de 2007 e principalmente 2008 não estão tendo condições de acesso às linhas de financiamento para viabilizar o início das obras. Desta forma, há uma forte possibilidade de se abrir um *gap* entre oferta e demanda. Este *gap* poderia ser uma janela de oportunidade para a bioeletricidade sucroenergética, trazendo assim as vantagens para a matriz elétrica e modicidade tarifária assinaladas no presente estudo.
- ❖ Em paralelo, mostra-se necessário analisar o efetivo potencial de expansão da oferta de bioeletricidade para atender a demanda de energia elétrica. Nesta direção, deve-se dar prioridade à análise dos elementos tecnológicos, financeiros e econômicos para viabilizar e incentivar o ingresso das usinas *retrofit* no mercado de energia elétrica.
- ❖ Estas usinas têm um potencial grande produtivo e estão próximas do mais importante centro de carga do Brasil. Este segmento deveria ser objeto de um programa de incentivo à modernização das instalações produtivas com o objetivo e compromisso de agregar MWs renováveis, limpos e baratos para o consumo futuro da sociedade brasileira.

- ❖ Outra linha analítica deve ser focada no estudo das condições para a interligação das “fábricas de bioeletricidade” às redes de distribuição de energia elétrica, buscando-se um modelo que minimize os custos de conexão e viabilize a expansão da oferta da bioeletricidade.

Nestes termos, e a título de conclusão final, a bioeletricidade sucroenergética detém vantagens e externalidades em relação às outras fontes que recomendam a ampliação de sua participação na matriz elétrica brasileira. A expansão da bioeletricidade pode se apoiar na existência de um marco regulatório-institucional sólido e consistente do SEB.

Alterações devem ser feitas nas metodologias do ICB, da garantia física e dos critérios dos leilões de energia nova com o objetivo de medir com mais precisão a competitividade da bioeletricidade. De imediato, pode-se utilizar o instrumento dos leilões de energia de reserva para fazer o ajuste de curto e médio prazo entre oferta e demanda de energia elétrica, necessitando para tanto da realização das três linhas de estudo indicadas acima: condições da demanda de energia elétrica, oferta e conexões das fábricas de bioeletricidade à rede de distribuição.

São Paulo, 22 de Outubro de 2009.

## 6. Bibliografia

- ABRACEEL. *Contribuição da Abraceel à AP n° 035/2009 da Aneel*. Brasília, 2009.
- CASTRO, Nivalde José; DANTAS, Guilherme de A; BRANDÃO, Roberto; LEITE, André Luiz da Silva. *Bioeletricidade e a Indústria de Alcool e Açúcar: possibilidades e limites*. Synergia. Rio de Janeiro, 2008.
- CASTRO, Nivalde José de; BRANDÃO, Roberto. *A seleção de projetos nos Leilões de Energia Nova e a questão do valor da energia*. GESEL-IE-UFRJ. Mimeo. Março de 2009.
- CASTRO, Nivalde José de; BRANDÃO, Roberto; DANTAS, Guilherme de A. *Expansão da geração: alternativas de geração complementar ao parque hídrico brasileiro*. GESEL-IE-UFRJ. Mimeo. Rio de Janeiro, 2009a.
- CASTRO, Nivalde José de; BRANDÃO, Roberto; DANTAS, Guilherme de A. *A Competitividade da Bioeletricidade e a Metodologia dos Leilões de Energia Nova*. GESEL-IE-UFRJ. Rio de Janeiro, 2009b.
- CCEE. *Relatório de Informações ao Público - Análise Anual de 2008*. São Paulo, 2009.
- CHIPP, Hermes. *Procedimentos Operativos para Assegurar o Suprimento Energético do SIN*. Apresentação no GESEL-IE-UFRJ, Rio de Janeiro, 9 de Julho 2008.
- DANTAS, Guilherme de A. *BIOELETRICIDADE: ENERGIA COMPLEMENTAR, LIMPA E COMPETITIVA*. In: Seminário Apimec-Rio: O Mercado de Capitais e Investimentos em Fontes Alternativas de Energia. Rio de Janeiro, 2009.
- EPE *Índice de Classificação de Empreendimentos (ICE) - Energia de Reserva*. EPE-DEE-RE-064/2008-r1, Abril/2008.
- EPE *Índice de Custo Benefício (ICB) Empreendimentos de Geração Termelétrica*. EPE-DEE-RE-102/2008-r0, Julho de 2008.
- EPE, *Planilha de CMO do Plano Decenal 2006-2015, região SE-CO*.
- ONS. *Plano Anual da Operação Energética – PEN 2009. Sumário Executivo*.