A Geração Termoelétrica com a Queima do Bagaço de Cana-de-Açúcar no Brasil

Análise do Desempenho da Safra 2009-2010

Março de 2011

Conab

A Geração Termoelétrica com a Queima do Bagaço de Cana-de-Açúcar no Brasil

Análise do Desempenho da Safra 2009-2010

Março de 2011

Diretoria de Política Agrícola e Informações
Superintendência de Informações do Agronegócio

Técnico responsável: Ângelo Bressan Filho

Conab

Índice

Pág.

APRESENTAÇÃO 7

INTRODUÇÃO 9

CAPÍTULO I – GERAÇÃO DE AGROELETRICIDADE: UM NOVO RAMO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO 13
Seção 1 – A forma de mensurar a geração e o uso da energia elétrica 13
Seção 2 – Panorama da geração elétrica convencional no Brasil 15
Seção 3 – A história recente da geração agroelétrica no Brasil 19
Seção 4 – A origem do combustível agroelétrico e a garantia da oferta do bagaço 21

CAPÍTULO II – INDICADORES ESTATÍSTICOS SOBRE O COMPORTAMENTO DA GERAÇÃO TERMO ELÉTRICA NOS ESTADOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR NA SAFRA 2009-2010 25
Seção 1 – A produção e a destinação do bagaço da cana-de-açúcar 25
Seção 2 – O período de funcionamento das unidades de produção 30
Seção 3 – A geração termoelétrica e sua destinação para o período da safra 31
Seção 4 – A geração termoelétrica e sua destinação por hora de atividade 38
Seção 5 – Indicadores de desempenho na geração termoelétrica pelos estados produtores de cana-de-açúcar 41
Seção 6 – Estimativa da receita realizada com a venda da energia termoelétrica 52

CAPÍTULO III – ANÁLISE DA GERAÇÃO TERMOELÉTRICA DE ACORDO COM A DIMENSÃO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO NAS PRINCIPAIS REGIÕES DE CANA-DE-AÇÚCAR 54
Seção 1 – O estado de São Paulo 54
Seção 1.1 – Avaliação do comportamento do conjunto das unidades de produção do estado de acordo com o volume da cana moída 55
Seção 1.2 – Análise dos dados do estado de São Paulo desagregados por mesoregião 61
Seção 2 – A região Centro-Sul, exceto São Paulo 71
Seção 3 – A região Norte-Nordeste 78
Seção 4 – Todas as regiões 83

CAPÍTULO IV – SIMULAÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO NÃO APROVEITADO DE ENERGIA ELÉTRICA NO TOTAL DO BAGAÇO QUEIMADO NA SAFRA 2009-2010 91
Seção 1 – Os parâmetros de cálculos observados na safra 2009-10 92
Seção 2 – Simulação dos resultados que seriam obtidos com a substituição dos equipamentos e aumento da eficiência na queima do bagaço 95
Seção 3 – Avaliação das consequências causadas pela indefinição sobre o aproveitamento adequado do agrocombustível ecológico; o bagaço da cana 99
Seção 4 – Montante por sub-região da energia elétrica que não está sendo gerada e o total adicional da capacidade de geração a ser instalada 103

CAPÍTULO V – PROJEÇÃO DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA OS PRÓXIMOS DEZ ANOS E A DISPONIBILIDADE DE BAGAÇO. 106
Seção 1 – O mercado para o açúcar brasileiro 108
Seção 2 – O mercado para o álcool etílico brasileiro 111
Seção 3 – Simulação da quantidade de cana-de-açúcar necessária para atender à demanda de seus produtos derivados nos próximos dez anos 118
Seção 4 – O que fazer para atender às exigências do mercado sucroalcooleiro 120
Seção 5 – Simulação da quantidade de energia elétrica associada à safra em expansão 123

CAPÍTULO FINAL 128

ANEXOS 143

Apresentação

Este estudo representa um esforço da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) em trazer um pouco de luz para uma questão estratégica para qualquer país: a geração e a distribuição de energia elétrica. O foco do trabalho está concentrado no uso de um combustível que já faz parte das fontes em uso atualmente, porém com pequena participação no total nacional e com pouco prestígio entre os profissionais do assunto: o bagaço da cana-de-açúcar.

A Conab tem como uma de suas atribuições institucionais coletar, processar e divulgar dados de interesse sobre a agricultura brasileira. No caso da atividade sucroalcooleira, um dos principais ramos do agronegócio brasileiro, a empresa, em cooperação com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), tem feito um grande esforço para recuperar a tradição do extinto Instituto do Açúcar e do Álcool em prover dados de qualidade sobre seu funcionamento e suas oportunidades.

Nesta linha de preocupações, o presente estudo, a partir dos dados coletados pelos técnicos da Companhia em todas as unidades de produção brasileiras, faz uma análise técnica de uma matéria muito importante para o país: a cogeração de energia elétrica a partir de um combustível não convencional, mas que somente nos anos recentes tem conhecido algum desenvolvimento.

Em seu conjunto, a abordagem feita está focada em cinco pontos principais: 1) traçar um comparativo entre geração elétrica de todas as fontes energéticas brasileiras no ano de 2009 e a geração elétrica, atual e potencial, com a queima do bagaço no período da safra; 2) fazer uma fotografia ampliada da situação da geração termoelétrica com a queima do bagaço em todos os estados que têm atividade sucroalcooleira; 3) desenvolver uma análise pormenorizada, de acordo com a dimensão das unidades de produção, das principais regiões de produção do país: o estado de São Paulo; a região Centro-Sul (exclusive São Paulo) e a região Norte-Nordeste; 4) elaborar um exercício meticuloso com a análise do nível atual de eficiência no aproveitamento da energia contida no bagaço da cana e simular a dimensão do volume de energia não produzida em decorrência do baixo rendimento obtido com os equipamentos antiquados de geração elétrica que estão em uso na maior parte das unidades de produção e; 5) projetar para os próximos dez anos o comportamento dos mercados do açúcar e do álcool etílico e estimar a quantidade de cana-de-açúcar que o país terá que produzir se quiser acompanhar as demandas doméstica e internacional desses produtos. Aumentos na produção de cana-de-açúcar significam maior disponibilidade de bagaço e mais geração elétrica.

O panorama descrito pelos dados analisados, que se refere à situação observada na safra 2009-10, revela números que indicam que, de forma generalizada nos estados, muitas unidades já fizeram as reformas em seus equipamentos e estão gerando energia excedente para transmissão na rede interligada. Entretanto, a grande maioria ainda não tomou a decisão de participar

do novo negócio e gerar energia elétrica excedente para a venda a terceiros. A grande diferença no aproveitamento do poder energético do bagaço pode ser percebida na observação de um indicador simples: a quantidade de energia elétrica gerada (medida em *kilowatts*) por tonelada de bagaço queimado. Nas unidades que já fizeram a troca de seus equipamentos tradicionais por modelos mais potentes, e vendem energia através da rede integrada, a quantidade média de energia produzida por cada tonelada de bagaço queimado está em 188,2 kilowatts, enquanto que nas unidades que continuam gerando com seus equipamentos tradicionais de baixa capacidade, este mesmo número está em 85,8 *kilowatts*.

No geral, é aproveitada apenas uma fração modesta do potencial de uma fonte de energia que tem qualidades indiscutíveis: baixo custo operacional, pois o bagaço é produzido no mesmo ambiente físico das fornalhas, caldeiras e geradores; alta qualidade energética, porque, de modo geral, a unidade geradora está próxima dos centros de consumo; baixo custo de transmissão, porque as distâncias para a instalação das linhas conectoras são curtas e têm baixo nível de perda de carga e, grande atrativo ambiental, pois é possível gerar uma enorme quantidade adicional de energia elétrica com a queima da mesma quantidade de bagaço que já está sendo queimado atualmente.

A novidade trazida pelo trabalho está na defesa do ponto de vista que essa fonte energética, que denominamos de agroeletricidade, pela dimensão que pode vir a ter, é o mais recente e promissor produto do agronegócio brasileiro. Essa nova atividade, cuja importância passou a ser reconhecida nos anos recentes no cenário brasileiro, está bastante distante do padrão convencional do que seja agronegócio e junta duas engenharias que tem quase nenhuma relação entre si; a engenharia elétrica e a engenharia agronômica. Por isso, em todo o corpo do presente trabalho, elaborado sob a ótica agronômica do processo, é feito um grande esforço de utilização de uma linguagem inteligível a todos os agentes que têm participação e interesse na matéria em ajudar a quebrar as resistências de ambos os lados. O eventual uso incorreto de terminologias da engenharia elétrica, se explica pelas limitações técnicas.

Finalmente, a Conab agradece a todos aqueles que, direta ou indiretamente, participaram do desenvolvimento desse estudo e tornaram possível sua edição.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO

Introdução

Este estudo está inserido em um propósito amplo e pioneiro: dimensionar, baseados em dados estatísticos de boa qualidade, o potencial de geração elétrica que a cana-de-açúcar possui em face de suas características botânicas e agronômicas privilegiadas e mostrar as amplas oportunidades associadas à cogeração termelétrica com a queima de seu subproduto, o bagaço[1]. **Essa agroeletricidade é o mais recente e promissor produto do agronegócio brasileiro**. A nova atividade, cuja importância passou a ser reconhecida nos últimos anos no cenário brasileiro, está bastante distante do padrão convencional do que seja agronegócio e junta duas engenharias que têm quase nenhuma relação entre si: a engenharia elétrica e a engenharia agronômica.

A aceitação dessa nova e imensa comunhão de interesses tem enfrentado resistências dos agentes de ambos os lados: como negócio novo e repleto de incertezas desperta um certo temor do lado dos empresários sucroalcooleiros, pois gerar e comercializar energia elétrica são assuntos completamente estranhos para quem está habituado a cultivar cana-de-açúcar e negociar açúcar e álcool etílico. Esse distanciamento aumenta quando observamos que os mercados desses dois produtos derivados da cana crescem continuamente e se constituem em atração para receber os novos investimentos do próprio setor. Ademais, as condições de comércio do álcool etílico combustível (etanol combustível) nas últimas safras, enfraqueceram a capacidade econômico-financeira de muitos grupos empresariais e limitou sua capacidade de expandir seus negócios.

Do lado dos representantes do setor elétrico a resistência também é óbvia, pois a nova forma de gerar energia foge completamente ao modelo brasileiro tradicional que estabeleceu como padrão setorial a concentração em poucas unidades de geração de médio e grande porte e uso de processos hidráulicos, nuclear e térmico (carvão e petróleo) como fontes dominantes e amplamente conhecidas para a geração elétrica.

O novo setor que bate às portas tem um perfil completamente descentralizado, tem produção sazonal e, certamente, provoca dúvidas sobre a garantia de continuidade da oferta do combustível básico, subproduto de outra atividade industrial. O escopo deste estudo se resume em trazer um pouco de luz para estas questões e defender que a nova fonte geradora tem qualidade e dimensão que a qualificam a ser tratada seriamente, como um assunto muito importante e de futuro.

[1] Os manuais técnicos fazem uma diferenciação entre 'geração elétrica' e 'cogeração elétrica'. No primeiro caso, a fonte de energia básica destina-se a gerar exclusivamente eletricidade. No segundo, a energia primária utilizada, no caso o bagaço da cana-de-açúcar, transforma-se, simultaneamente, em calor e energia eletromecânica. Ou seja, gera mais de uma utilidade. Como o foco deste estudo é o potencial de energia elétrica excedente que pode ser extraída da queima do bagaço da cana-de-açúcar nas unidades de produção sucroalcooleiras, sem qualquer consideração para os demais destinos do vapor produzido, o termo 'geração' foi usado de forma genérica. Mesmo que haja alguma imprecisão técnica, esta é uma forma de enfatizar o objeto desta pesquisa.

1) A fonte das informações e tratamento dos dados

A Conab consolidou uma longa tradição no levantamento de informações sobre as safras agrícolas de grãos e fibras. A partir da temporada de 2005, através de um acordo de cooperação com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), passou a coletar os dados da safra de cana-de-açúcar no Brasil. A metodologia de coleta estabelecida na ocasião incluiu a elaboração de um amplo questionário cujas respostas retratassem o funcionamento de uma unidade de produção de açúcar e/ou álcool etílico, nos aspectos agrícola e industrial. Foi estabelecido um calendário de três visitas anuais (no período que antecede o início da moagem, no período intermediário da colheita e no período de encerramento da safra) a todas as unidades de produção em atividade no país. Esse grande esforço de coleta de informações permitiu à Conab formar um enorme acervo de informações sobre esse setor produtivo e recuperar, em parte, a tradição do Instituto do Açúcar e do Álcool, extinto em 1990, responsável por essa atividade[2].

Para o levantamento da safra de 2009-10, a empresa decidiu modificar e atualizar os questionários de coleta e incluir um conjunto de itens que melhorassem a abrangência das informações sobre o processo de geração termelétrica nas unidades de produção, com a queima do bagaço produzido na moagem da cana-de-açúcar.

O desenho do novo questionário levou em conta a tradição brasileira de privilegiar um modelo de produção que produzia o vapor necessário para o funcionamento da unidade em caldeiras de baixa pressão por centímetro quadrado e grande ineficiência no aproveitamento do poder energético do bagaço queimado. Além disso, as informações correntes indicavam que um considerável conjunto de unidades já havia feito as reformas em seus equipamentos de produção de vapor e geração elétrica de modo a dispor de excedentes de energia que pudessem ser despachados para a rede geral e comercializados com terceiros. O novo questionário, que começou a ser aplicado na safra 2009-10, incluiu as indagações que foram julgadas importantes para o conhecimento mais profundo e preciso do estágio de desenvolvimento dessa atividade em todas as unidades de produção do país.

Dessa forma, objetivando balizar a elaboração de um estudo atualizado desse assunto, o novo questionário incluiu o levantamento das seguintes informações junto a cada unidade:

a. período de funcionamento das unidades na safra, medido em dias corridos de atividade e horas de moagem;

b. quantidade de bagaço obtido com moagem da cana e o volume destinado à queima e a usos alternativos;

c. potência instalada de geração, em *kilowatts*;

d. total da energia gerada, em *megawatts*, no período de funcionamento da unidade na safra;

e. volume da energia destinada para o autoconsumo da unidade no período da safra;

f. volume comercializado com terceiros no período da safra e;

g. equipamentos em uso na safra (caldeiras: número e pressão; turbinas: tipos e capacidade; geradores: marca e capacidade).

A aplicação desse novo questionário ao longo do ano-safra propiciou a coleta de um grande acervo de informações nas unidades em funcionamento na temporada 2009-10. O total

[2] Uma análise pormenorizada dessas informações para as safras 2007-08 e 2008-09 estão publicadas no endereço eletrônico da Conab (www.conab.gov.br) com o título de "*Perfil do Setor do Açúcar e do Álcool no Brasil*".

dos questionários preenchidos e processados para nosso estudo ascendeu a 393 unidades de produção em todo o país, e representam a quase totalidade do universo de produtores dessa atividade. Todos os formulários foram submetidos a criterioso crivo técnico para apurar sua consistência e veracidade e os erros mais evidentes foram corrigidos. Como o tamanho da amostra é grande e as informações, em geral, são de boa qualidade, os eventuais erros remanescentes não têm expressão suficiente para alterar, de forma importante, os resultados obtidos.

2)O roteiro de apresentação do estudo

O processamento de todos os questionários resultou em uma quantidade grande e minuciosa de informações sobre a geração energética com a queima do bagaço da cana-de-açúcar em todo o país. Como é um assunto relativamente novo e pouco conhecido, foi elaborada uma apresentação em capítulos e seções que permitiu combinar de vários modos os dados coletados e, com isso, montar um amplo panorama da situação no momento final de sua coleta, dezembro de 2009. Para perscrutar o que espera-se para o futuro do mercado sucroalcooleiro e as chances de expansão de geração elétrica, também foi simulado o potencial de crescimento anual da safra canavieira no Brasil para os próximos dez anos e a quantidade de bagaço que estaria disponível a cada ano-safra.

Para facilitar a tarefa foi montado um modelo básico, que funciona como um guia na apresentação dos resultados encontrados. O modelo, aplicado nos capítulos II, III e IV, inclui, além das informações pertinentes ao capítulo específico, quadros com as seguintes informações: **a produção e destinação da matéria-prima; a potência instalada; a geração observada; a destinação da energia e alguns indicadores de desempenho**, como a geração de energia elétrica por hora de funcionamento e por tonelada de bagaço queimado e, também a capacidade instalada por tonelada de cana processada. Uma distinção importante, que aparece nas apresentações dos capítulos II e III, está na análise separada das unidades que já estão integradas à rede de distribuição e vendem energia daquelas que ainda não fizeram as transformações necessárias para gerar energia excedente e geram apenas para autoconsumo.

No primeiro capítulo, que tem um caráter geral, é feita uma avaliação da questão da energia elétrica no país, com a importância relativa das fontes convencionais, e como a energia elétrica gerada nas unidades de produção sucroalcooleiras se insere nesse quadro. Neste capítulo defendemos o ponto de vista que a geração agroenergética com a queima do bagaço da cana-de-açúcar se insere como um novo produto para o agronegócio brasileiro.

No segundo capítulo são mostrados os números estaduais, que incluem todas as unidades da federação que têm atividade sucroalcooleira, grupados em duas grandes regiões de produção: região Centro-Sul, que inclui os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rio de Janeiro e Espírito Santo e a região Norte-Nordeste que inclui os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia, Maranhão, Piauí, Ceará, Amazonas, Tocantins e Pará. Para esses estados são mostrados, basicamente, os dados do modelo de apresentação elaborado, que permite uma comparação entre os mesmos.

No terceiro capítulo, usando o mesmo modelo padrão de apresentação dos resultados encontrados, os dados foram organizados agregados por sub-regiões e de acordo com o volume da cana-de-açúcar processada na safra 2009-10. As três sub-regiões escolhidas foram o estado de São Paulo (que representa 60,1% da produção nacional de cana-de-açúcar); os demais estados da região Centro-Sul (que produzem 29,9%) e a região Norte-Nordeste (responsável por 10,0% da produção nacional). Para o caso particular do estado de São Paulo, foi ampliada a desagregação dos dados fazendo uma apresentação por mesorregião, de acordo com a classificação oficial do

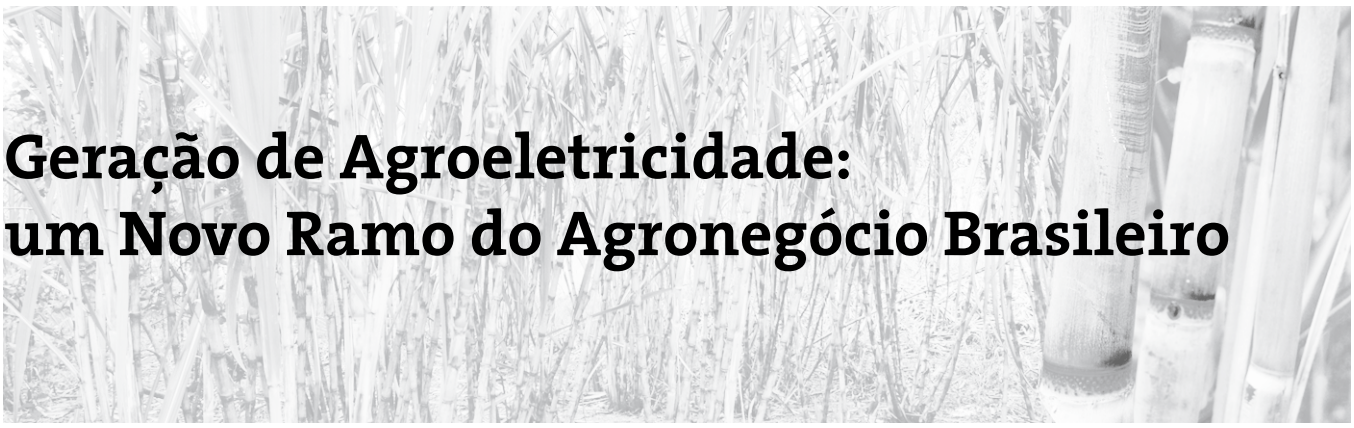
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Também neste capítulo, a apresentação dos quadros com os resultados encontrados obedecem ao modelo padrão.

No quarto capítulo, é desenvolvido um exercício destinado a mensurar a energia elétrica que o país deixa de gerar em decorrência da queima ineficiente do bagaço e da quantidade útil de vapor obtida com os atuais equipamentos. Para realizar esta simulação, as unidades foram separadas de acordo com a quantidade de bagaço disponível para queima por hora de atividade (que resultou em dez diferentes classes) e calculada a quantidade média de energia elétrica, em *kilowatts*, que as unidades obtêm com a queima de uma tonelada de bagaço. Como paradigma de cálculo, foi usado o rendimento obtido pelos líderes e melhores de cada uma das dez classes e admitido que a maior quantidade de energia extraída por unidade de bagaço queimado por estes personagens está associada ao uso de equipamentos de geração de maior capacidade e, portanto, mais eficientes. Se todas as unidades de uma determinada classe fizessem as reformas necessárias e passassem a gerar energia com a mesma eficiência dos líderes e melhores de sua classe, os volumes de energia obtidos seriam semelhantes entre todos e muito maior do que aqueles observados com os equipamentos em uso atualmente. Esta simulação permitiu calcular o total viável de geração elétrica com a queima da mesma quantidade de bagaço, para cada classe em particular e para o conjunto de todas as classes.

No quinto capítulo, a análise escapa da situação presente, arrisca um salto para o futuro e elabora um exercício sobre o comportamento anual do mercado do açúcar e do álcool etílico até a safra de 2020-2021. Para atender à demanda prevista, será preciso cultivar novos canaviais e moer uma grande quantidade adicional de cana-de-açúcar, que se traduzirá em aumento da quantidade de bagaço cujo principal destino deverá ser a queima nas caldeiras que estarão em uso no futuro. A capacidade e o nível de eficiência energética dos equipamentos usados para a queima daquele combustível, irão condicionar a quantidade adicional de energia elétrica que será possível gerar.

No capítulo final, está organizado um pequeno resumo dos resultados apurados no estudo e as chances oferecidas pela gramínea que tem como marca particular ser um excepcional conversor energético, a cana-de-açúcar. Além da perspectiva de crescimento contínuo dos mercados de seus produtos convencionais (o açúcar e o álcool etílico para os próximos anos e, se o país for capaz de ocupar o espaço oferecido, o crescimento anual do bagaço disponível para queima e geração elétrica), existe a perspectiva de aproveitamento dos subprodutos da cana que são descartados atualmente: a palha, as folhas e os ponteiros, que também podem ser queimados e gerar calor. Ou, aproveitar a estrutura de geração elétrica no período da entressafra queimando combustíveis alternativos. Por último, são feitos alguns comentários sobre a possibilidade de, com os instrumentos de políticas públicas atuais, construir uma nova realidade para este setor do agronegócio brasileiro.

Capítulo I



Geração de Agroeletricidade: um Novo Ramo do Agronegócio Brasileiro

O objetivo deste capítulo inicial é contextualizar a nova fonte de energia no cenário elétrico brasileiro. Essa necessidade decorre do fato que a nova forma de geração energética se utiliza de um tipo de combustível que escapa aos padrões tradicionais e tem características muito peculiares como a sazonalidade explícita e conhecida da geração elétrica; a existência de muitas unidades e com relativamente pequena capacidade instalada de geração, ampla disseminação por muitas unidades da federação e, quase sempre gerando muito próximo dos centros de consumo.

Ademais, a melhora na eficiência na queima do bagaço não traz qualquer impacto ambiental negativo, porque continua queimando a mesma quantidade já existente, e apresenta um grande potencial a ser alcançado, que lhe permitiria participar de uma fração próxima a 10,0% da oferta de energia elétrica nacional. Para viabilizar a expansão regular dessa nova fonte é necessário rever os atuais paradigmas do setor elétrico e criar um ambiente de atração para o novo negócio.

Uma das preocupações é mostrar o vocabulário necessário para tratar a nova fonte de energia e que é comum às duas ciências: a agronômica e a elétrica. A outra, é fazer um cotejo da nova fonte com as fontes tradicionais em termos da potência instalada de geração, medida em *megawatts*, e da geração elétrica nos períodos correspondentes, ano-safra para o setor sucroalcooleiro e ano-civil para as fontes convencionais.

Outro ponto abordado é a questão da estabilidade e garantia de suprimento do novo combustível, que por ser um produto agrícola, depende do comportamento da natureza, nem sempre sob controle. Nessa oportunidade, é feita uma breve análise do funcionamento e organização do setor sucroalcooleiro no Brasil.

Seção 1 - A forma de mensurar a geração e o uso da energia elétrica

Antes de avançar a análise, é necessário fazer uma breve explicação sobre a forma de medir a geração, a transmissão e o consumo de energia elétrica. Esta compreensão é importante para facilitar o entendimento das estatísticas, figuras e exercícios apresentados ao longo do estudo.

A unidade convencional para medir a quantidade de energia é chamada de Watt[3], que assume nomes compostos de acordo com as grandezas decimais, ou seja:

1.000 *Watts* (mil *Watts*) = 1 *kilowatt*
1.000.000 *Watts* (1 milhão de *Watts*) = 1 *megawatt*
1.000.000 000 *Watts* (1 bilhão de Watts) = 1 *gigawatt*
1.000.000 000.000 *Watts* (1 trilhão de *Watts*) = 1 *terawatt*

Essas expressões de grandes valores são necessárias porque a mensuração elétrica é um fluxo contínuo medido por unidade de tempo. Quando uma unidade geradora entra em funcionamento e começa a gerar energia, a mensuração prática do total da energia disponibilizada é feita no período de uma hora. Os medidores acoplados ao equipamento registram a quantidade gerada na primeira hora e nas horas subsequentes, num fluxo contínuo por toda sua vida útil. Desta forma, a quantidade de energia gerada, contada em horas, sempre está representada por números de grande dimensão.

Em nosso caso, o tempo de geração e uso será sempre referido ao período da safra da cana (em média, 218 dias na colheita processada na temporada 2009-10) e por hora de atividade (em média, 4.468 horas na referida temporada). A única referência a valores numéricos que é feita no estudo e que não leva em conta a unidade de tempo diz respeito à capacidade nominal de geração elétrica das unidades de produção, que indica a geração instantânea de um gerador elétrico quando em funcionamento a plena carga.

Para nossos propósitos, esta capacidade nominal dos geradores de energia é o primeiro conceito a ser notado. Muitas vezes referido como 'potência instalada', ele indica a capacidade máxima instantânea de gerar energia de um determinado equipamento. Assim, por exemplo, a usina hidrelétrica de Itaipu, incluindo a parte brasileira e a paraguaia, dispõe um conjunto de vinte pares de turbinas e geradores com capacidade nominal de 700 *megawatts,* cada uma. Se todas essas unidades funcionassem a plena carga simultaneamente, sua geração instantânea seria de 14.000 *megawatts*. A capacidade média de geração por unidade das usinas de açúcar e destilarias de álcool etílico no Brasil, na safra 2009-10, conforme apresentado no Capítulo II, era de 15,1 *megawatts* e o total da potência instalada, medida em dezembro de 2009, estava em 5.915,3 *megawatts*, quando somadas todas as 393 unidades visitadas.

O outro conceito relevante diz respeito ao somatório do fluxo de energia gerada na quantidade de horas que compõem um determinado período. No caso das unidades sucroalcooleiras, esse período se refere ao ano-safra, que marca os meses do ano quando ocorre a colheita e a moagem da cana[4]. **O total da energia gerada na safra em análise**, que se prolongou por 218 dias de colheita e 4.468 horas de funcionamento das indústrias, **foi de 20.031.400 *megawatts*** (20,0 milhões de *megawatts*, equivalentes a 20,03 *terawatts*) e a **média da geração por hora de funcionamento foi de 4.299,1 *megawatts*** (4,3 mil *megawatts*, que corresponde a 4,3 *gigawatts*).

Para facilitar a compreensão da importância dessas grandezas podemos apresentar os valores equivalentes registrados na operação da Usina Hidrelétrica de Itaipu, incluindo a parte brasileira e a paraguaia: as informações constantes do relatório de atividade da usina[5] indicam que a produção de energia de **janeiro a dezembro de 2009 foi de 91.651.808 *megawatts*** (91,65 milhões de *megawatts*, equivalentes a 91,65 *terawatts*). Como sua geração é contínua e permanente, temos

[3] Apenas como ilustração, apresenta-se a definição técnica do que é o *Watt*. Obviamente, somente especialistas têm a exata dimensão de seu sentido: *Watt*, ou vátio (símbolo: W), é a unidade de potência do Sistema Internacional de Unidades (SI). É equivalente a um *joule* por segundo (1 J/s). A unidade do *Watt* recebeu o nome de James Watt pelas suas contribuições para o desenvolvimento do motor a vapor, e foi adotada pelo segundo Congresso da Associação Britânica para o Avanço da Ciência, em 1889. O termo *Watt* elétrico corresponde à produção de potência elétrica.

[4] A cana-de-açúcar não é produto estocável; uma vez cortada faz-se necessário seu processamento imediato. O tempo útil de aproveitamento dessa matéria-prima depois do corte é medido em horas.

[5] Ver no endereço: www.itaipu.gov.br .

que, em média, **esta unidade gerou 10.462,5 *megawatts* por hora** (10,46 mil *megawatts* por hora, o mesmo que 10,46 *gigawatts*).

Nesta comparação entre as duas fontes de geração elétrica, é importante salientar que a gigantesca hidrelétrica é um projeto maduro, opera todos os dias do ano e a sua geração anual está ligada não apenas ao total da potência nominal instalada, mas também à sua capacidade efetiva de geração. Como toda unidade produtiva, seus equipamentos requerem paradas técnicas regulares alternadas dos conjuntos geradores; a intensidade de geração depende do nível do reservatório e da quantidade de água que flui a cada instante por seus dutos e da demanda por energia elétrica do sistema nacional integrado, que varia de acordo com a hora do dia e do período do ano. Seu limite máximo de geração já está definido de forma perene e não pode mais ser aumentado.

No caso das unidades sucroalcooleiras, seu estágio de evolução na geração elétrica ainda é primário e, portanto, é possível prever não apenas a melhora da eficiência energética das unidades atuais, como também um crescimento contínuo, por muitos anos, da extensão dos canaviais cultivados e da disponibilidade de bagaço para ser queimado em suas caldeiras. O limite dessa capacidade de geração, quase imprevisível hoje, depende de um conjunto de variáveis econômicas, decisões empresariais e, também, da edição de políticas públicas inteligentes que ajudem a transformar as possibilidades em resultados concretos.

Seção 2 – Panorama da geração elétrica convencional no Brasil

O sistema de produção e transmissão de energia elétrica no Brasil está classificado como hidrotérmico de grande porte e, em torno de 90,0% da geração nacional, ocorre em usinas hidrelétricas. A maior parte dessa capacidade instalada se distribui por dez diferentes bacias hidrográficas em diferentes regiões do país[6].

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) opera sob concessão, autorização ou permissão do Estado, provendo serviços públicos de eletricidade à população. Presentemente, é o serviço público na área de infraestrutura com maior extensão de atendimento (superior a 98% da população), portanto, próximo à universalização.

O marco regulatório do SEB passou por um processo de revisão a partir de meados da década de 90, tendo sido consolidado pela Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, onde estão estabelecidas as regras que definem o seu funcionamento, nas atividades típicas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Sua regulamentação tem como objetivo fundamental assegurar a gestão do compromisso da segurança do suprimento e modicidade tarifária no curto, médio e longo prazos.

O principal organismo de regulação desse setor é a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), vinculada ao Ministério das Minas e Energia. Esta autarquia em regime especial foi criada pela Lei nº 9.427, de 26 de Dezembro de 1996 e tem como atribuições: regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica; conceder permissão e autorizar instalações e serviços de energia; estimular a competição entre os operadores e assegurar a universalização dos serviços.

[6] Bacias principais: Rio Grande, Rio Iguaçu, Rio Jacuí, Rio Paraná, Rio Paranaíba, Rio Paranapanema, Rio São Francisco, Rio Tietê, Rio Tocantins e Rio Uruguai.

Como agência encarregada da definição da matriz energética nacional e de assegurar o equilíbrio entre a oferta e a demanda no curto, médio e longo prazos, a Aneel mantém permanente controle da capacidade instalada das usinas de geração elétrica no país. Os registros sobre essa capacidade, nos últimos anos, são os seguintes[7]:

Tipo de geradora	Capacidade instalada dos empreendimentos em operação no Brasil					
	Em 31/12/2001	Em 31/12/2003	Em 31/12/2005	Em 31/12/2007	Em 31/12/2008	Em 31/12/2009
	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Usina Hidrelétrica de Energia -UHE*	61.554	66.460	69.631	74.937	74.901	75.484
Usina Termelétrica de Energia - UTE	10.481	16.130	19.770	21.229	22.999	25.350
Pequena Central Hidrelétrica - PCH**	855	1.151	1.330	1.820	2.490	2.953
Central Geradora Hidrelétrica - CGH***	-	87	99	112	154	173
Usina Termonuclear - UTN	1.966	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007
Central Geradora Eolielétrica - EOL	21	22	29	247	398	602
Central Geradora Solar Fotovoltaica - SOL	-	-	-	-	-	-
Total	**74.877**	**85.857**	**92.865**	**100.352**	**102.949**	**106.569**

Fonte: Aneel
* Considerada somente a parte brasileira na Usina de Itaipu (50% do total)
** Capacidade entre 1 e 30 *megawatts*
***Capacidade abaixo de 1 *megawatt*

Esses números indicam que, após o trauma causado pela crise de oferta de energia em 2001, os investimentos em unidades de geração elétrica se intensificaram com um crescimento bastante rápido, especialmente nas termelétricas (que incluem as usinas e destilarias que usam o bagaço como combustível) e fontes não convencionais, como as PCH e eólicas. Essas taxas constam na tabela abaixo:

Tipo de geradora	Participação por tipo de empreendimento		Taxa média anual de crescimento
	Em 31/12/2001	Em 31/12/2009	2001/2009
	%	%	%
Usina Hidrelétrica de Energia -UHE	82,2%	70,8%	2,58%
Usina Termelétrica de Energia - UTE	14%	23,8%	11,67%
Pequena Central Hidrelétrica - PCH	1,1%	2,8%	16,76%
Central Geradora Hidrelétrica - CGH	-	0,2%	1,04%
Usina Termonuclear - UTN	2,6%	1,9%	0,26%
Central Geradora Eolielétrica - EOL	0%	0,6%	52,12%
Central Geradora Solar Fotovoltaica - SOL	-	-	-
Total	**100%**	**100%**	**4,51%**

Fonte: Aneel

A presente tabela mostra também que a importância das hidrelétricas no total da capacidade de geração foi reduzida de 82,2% em 2001 para 70,8% no final de 2009, e as termelétricas, aumentaram em 70% sua participação, passando de 14%, em 2001, para 23,8% em 2009. Consta também que as taxas anuais médias de crescimento das energias que tinham pouca expressão no período pré-crise (térmica, PCH e eólica) foram muito maiores que as hidroelétricas. A média geral de crescimento foi de 4,51% ao ano. Essas taxas diferenciadas se explicam pela urgência em

7 Ver no endereço: www.aneel.gov.br.

aumentar as fontes de geração para prevenir novas crises e também pelo fato conhecido de que o período de instalação de unidades hidrelétricas de grande porte, mesmo que existam inventários atualizados das bacias hidrográficas, é sempre muito longo.

A questão que necessita ser colocada está em que as mudanças nas fontes geradoras estão 'sujando' a matriz brasileira com o uso crescente de combustíveis de origem fóssil. Essa realidade pode ser atestada com o estado dessa matriz em outubro de 2010, conforme o quadro:

MATRIZ BRASILEIRA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA
Empreendimentos em operação em outubro de 2010

Tipo de Empreendimento		Número de Usinas	Capacidade instalada (em *Megawatts*)	participação
1- Hidroelétrico	-	871	80.057,6	67,2%
Subtotal		**871**	**80.057,6**	**67,2%**
2- Gás	natural	93	11.050,5	9,3%
	de processo	35	1.291,3	1,1%
Subtotal		**128**	**12.341,8**	**10,4%**
3- Petróleo	óleo diesel	824	3.992,5	3,3%
	óleo residual	29	2.523,8	2,1%
Subtotal		**853**	**6.516,3**	**5,5%**
4- Biomassa	bagaço de cana	313	6.011,6	5%
	licor negro	14	1.240,8	1%
	madeira	40	327,8	0,3%
	biogás	9	48,5	0,04%
	casca de arroz	7	31,4	0,03%
Subtotal		**383**	**7.660,2**	**6,4%**
5- Nuclear	-	2	2.007	1,7%
Subtotal		**2**	**2.007**	**1,7%**
6 - Carvão Mineral	-	9	1.594,1	1,3%
Subtotal		**9**	**1.594,1**	**1,3%**
7 - Eólica	-	46	835,3	0,7%
Subtotal		**46**	**835,3**	**0,7%**
Total dos empreendimentos domésticos		2.292	111.012,3	93,1%
Importação		-	8.170	6,9%
TOTAL GERAL			**119.182,3**	**100%**

Fonte: Aneel

Se juntarmos a participação do gás, do petróleo e do carvão mineral, a participação no total dessas três fontes atinge 17,2%. As fontes alternativas com baixa emissão de carbono, biomassa, nuclear e eólica têm uma expressão pequena de 8,8%, cabendo ao agrocombustível uma parcela de 5%.

Uma questão importante a ser notada é que não é possível armazenar energia elétrica, exceto em unidade diminutas, como baterias e pilhas e, portanto, não existem estoques da mesma. Geração, transmissão, distribuição e consumo, em grandes volumes, ocorrem de forma simultânea. Quando se trata da energia do país, é preciso um controle geral, efetivo e permanente de seu comportamento, pois a paralisação de sua oferta, em quaisquer circunstâncias, cria transtornos generalizados e de efeitos imprevisíveis. Assim, além da Aneel, que regula a produção de energia, o Sistema Elétrico Nacional conta com uma instituição encarregada de gerir o funcionamento do sistema, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

O ONS é uma pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil, sem fins lucrativos, criado pela Lei nº 9.648, de 26 de agosto de 1998, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004 e regulamentado pelo Decreto nº 5.081, de 14 de maio de 2004. Seu papel institucional é coordenar e controlar as operações das entidades de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Em sua atividade cotidiana, o ONS está encarregado de promover a otimização da operação do sistema eletroenergético, visando o menor custo para o sistema, observados os padrões técnicos e os critérios de confiabilidade estabelecidos nos procedimentos de rede aprovados pela Aneel, e garantir que todos os agentes do setor elétrico tenham acesso à rede de transmissão de forma não discriminatória. Além disso, deve contribuir para que a expansão do Sistema Interligado Nacional (SIN) se faça ao menor custo e vise as melhores condições operacionais futuras.

Como responsável pelo planejamento de programação das operações e do despacho centralizado da geração, esta entidade divulga regularmente os números da quantidade de energia transmitida pela rede do SIN. No quadro adiante é mostrada a quantidade de energia que abastece o país a cada ano, desde 2005, e a fonte em uso nos períodos abordados.

Tipo de geração	Carga de energia distribuída em todo o ano civil (em *gigawatts*)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH
Hidráulica	370.265,8	382.232,9	406.084,3	397.701,7	415.686,2	422.893,4
Térmica convencional	20.383,9	20.128	18.669,5	36.489,3	16.307,5	37.496,9
Termonuclear	9.855,2	13.753,3	12.306,5	14.006,3	12.957,1	14.515,1
Eólica	-	228,4	558,9	556,9	712,1	1.471,6
Todos	**400.504,8**	**416.342,5**	**437.619,3**	**448.754,2**	**445.662,9**	**476.377**

Fonte: Organizador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

Diferentemente do que ocorre no investimento em novas instalações de geração, que depende de planos de longo prazo, o uso diário de energia depende de variáveis com suas próprias características, como o crescimento da economia e a instalação de novas unidades industriais, a extensão de linhas de transmissão para áreas não-atendidas e o comércio de eletrodomésticos, que afeta o consumo residencial. Assim, o desempenho diário do consumo de energia está ligado, principalmente, a fatores de curto prazo. A taxa anual média de crescimento do consumo no período de 2005 a 2009, foi de 2,71%.

Os números sobre participação das fontes na distribuição diária da energia elétrica no país indicam que a preferência recai sobre a energia hidráulica, que tem representado uma proporção próxima de 90,%, conforme constante do quadro seguinte.

Tipo de geração	Participação das fontes na carga de energia distribuída					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	%	%	%	%	%	%
Hidráulica	92,45%	91,81%	92,79%	88,62%	93,27%	88,77%
Térmica convencional	5,09%	4,83%	4,27%	8,13%	3,66%	7,87%
Termonuclear	2,46%	3,3%	2,81%	3,12%	2,91%	3,05%
Eólica	-	0,05%	0,13%	0,12%	0,16%	0,31%
Todos	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Fonte: Organizador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

Neste mesmo quadro é possível observar também que a energia termonuclear tem uma participação bastante estável no total e que está associada à capacidade operacional das duas unidades em funcionamento no Brasil. A fonte térmica funciona como o centro de equilíbrio do sistema e modula a intensidade de sua participação de acordo com a necessidade e com a variação da capacidade operacional das hidrelétricas, cujo volume de produção depende do nível dos reservatórios. No caso da energia eólica, que tem pequena representação, sua participação cresce de acordo com o tamanho da potência instalada e regime dos ventos.

Em termos de distribuição por hora de energia elétrica, os números constam na tabela abaixo:

Tipo de geração	Carga de energia distribuída por hora(em *megawatt médio*)					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	mWmed	mWmed	mWmed	mWmed	mWmed	mWmed
Hidráulica	42.267,8	43.633,9	46.356,7	45.275,7	47.452,8	48.275,5
Térmica convencional	2.326,9	2.297,7	2.131,2	4.154,1	1.861,6	4.280,5
Termonuclear	1.125	1.570	1.404,9	1.594,5	1.479,1	1.657
Eólica	-	26,1	63,8	63,4	81,3	168
Todos	**45.719,7**	**47.527,7**	**49.956,5**	**51.087,7**	**50.874,8**	**54.380,9**

Fonte: Organizador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

Uma observação final pertinente refere-se à relação entre a potência instalada de energia no Brasil, acima de 100.000 *megawatts*, que indica o total máximo de geração que o país pode conseguir, e o consumo médio de 50.875 *megawatts*. Essa grande diferença entre o que é possível gerar e o nível do consumo tem uma explicação simples: o valor médio indicado não revela os momentos de maior uso de energia, que depende de fatores como a hora do dia, a temperatura ambiente e a época do ano. Em momentos de variação rápida da demanda de energia é preciso ter reserva suficiente de capacidade de carga para evitar qualquer ameaça de sobrecarga e pane no sistema e eventuais apagões.

Seção 3 – A história recente da geração agroelétrica no Brasil

A geração elétrica com a queima do bagaço não é novidade no setor sucroalcooleiro. De fato, a cogeração de energia elétrica como uma prática rotineira nas unidades sucroalcooleiras já tem décadas de existência. Essa tradição não é uma exclusividade brasileira e faz parte do processo industrial em todos os países que desenvolvem essa atividade. A grande novidade está na geração de excedentes exportáveis para o sistema elétrico nacional, que somente em tempos recentes está se transformando em negócio corrente e a maior parte de seu potencial ainda está por ser explorado.

Essa forma de usar o bagaço tem uma explicação simples: ele está disponível, em grandes volumes no mesmo local das fornalhas e grelhas queimadoras e, praticamente, não tem uso alternativo remunerador. Essa energia, limpa, renovável e de baixo custo é um fator importante para explicar a grande vantagem competitiva do açúcar fabricado com o caldo da cana-de-açúcar frente a seu concorrente, o açúcar fabricado com a beterraba açucareira. Este argumento vale também para o etanol extraído do caldo da cana quando cotejado com todos os seus sucedâneos, extraídos do amido das plantas amiláceas, como o milho e o trigo, ou de plantas sacarinas, como a beterraba.

A venda do excedente de energia elétrica como novo negócio, de forma bastante tímida, surgiu no final dos anos 80. Somente passou a ser seriamente discutida como uma fonte alternativa interessante a partir de 2001, quando o país passou por sérias dificuldades de oferta de energia e foi necessária a implementação de um severo programa de racionamento no consumo da energia elétrica e de racionalização de seu uso. As novas políticas públicas editadas a partir dessa época passaram a valorizar as fontes que requerem prazos curtos para instalação e funcionamento dos projetos e fontes alternativas de baixa emissão de carbono.

A partir desse episódio de forte impacto sobre a economia brasileira, surgiram várias iniciativas públicas e privadas para estimular sua implementação. Algumas unidades de produção se interessaram pelo novo negócio e trocaram seus equipamentos, instalando caldeiras de maior resistência e temperatura mais elevada, de modo a melhorar o aproveitamento energético do bagaço e disponibilizar uma quantidade maior de vapor útil e de energia térmica. O ganho em quantidade de vapor, medido em quilos, é bastante expressivo e cresce com a dimensão das caldeiras[8]. Além disso, é necessário observar que todo o excedente de vapor é destinado a mover as novas e modernas turbinas e geradores, gerando eletricidade disponível para venda a terceiros.

No entanto, a ausência de um programa organizado de aproveitamento dessa fonte energética teve dois efeitos indesejáveis: 1) proporcionou um crescimento bastante modesto na geração elétrica como um todo e não foi capaz de atrair a imensa maioria das médias e pequenas unidades de produção para este negócio e; 2) promoveu uma imensa heterogeneidade nos modelos de reforma dos equipamentos de geração, fornalhas, caldeiras, turbinas e geradores das unidades, sem levar em conta o aproveitamento total do coeficiente energético contido no bagaço. A forma atabalhoada de operar as mudanças nos equipamentos ignorou a regra básica de execução de projetos de longa duração, particularmente os elétricos: é preciso otimizar o aproveitamento de todo o seu potencial e evitar desperdícios de capacidade, que serão permanentes e irrecuperáveis.

Neste ponto, cabe a pergunta que realmente interessa: **quanta energia elétrica está guardada nos canaviais brasileiros esperando o momento de seu aproveitamento e qual é sua expressão nas necessidades do país?** Demonstrar essa importância relativa é o esforço principal desenvolvido na elaboração dessa pesquisa. No entanto, podemos apontar aqui alguns números, que estão apresentados em detalhes ao longo do estudo, e que permitem comparar os montantes de energia das diversas fontes em uso no Brasil.

o quadro adiante mostra os dados oficiais da potência instalada de todos os empreendimentos em funcionamento no Brasil em dezembro de 2009. Nesses dados, além daqueles referentes ao total nacional, também aparece a parcela vinculada à usina de Itaipu, que é um ícone importante no cenário mundial e referência interessante para comparar com a energia disponível no bagaço da cana.

[8] De acordo com os fabricantes, o rendimento em vapor das caldeiras, que depende da capacidade do equipamento e da temperatura de aquecimento, é o seguinte:

Características das caldeiras de produção de vapor em uso nas usinas e destilarias no Brasil

Casse	Pressão média (bar) mais fre-quente na classe	Temperatura (graus centígrados)		Capacidade de produção de vapor (em kg/hora)	
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Baixa	21	300	350	60.000	120.000
Baixa Superior	31	350	365	110.000	180.000
Média	43	400	450	120.000	200.000
Alta	67	470	520	180.000	320.000
Alta Superior	99	530	540	250.000	380.000

POSIÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL - DEZ. 2009

Tipo de empreendimento	Total em *megawatts*	Participação no total
Total da capacidade do país	106.569	100%
Potência Instalada de Itaipu*	14.000	13,1%
Potência instalada observada do setor sucroalcooleiro (O que é)	5.915	5,6%
Potência instalada simulada do setor sucroalcooleiro (o que poderia ser)	13.346	12,5%

Fonte: Aneel e Conab
*Inclusive a parte paraguaia.

Da mesma forma, é possível comparar a quantidade de energia gerada em períodos correspondentes. Para as instalações convencionais este período é o ano-civil e para as instalações nas usinas e destilarias é o período da safra.

O quadro abaixo traz esses números e incluem o total da geração nacional e a parcela originada na usina de Itaipu no ano de 2009, além de toda a energia produzida pelas usinas e destilarias do país no período da safra 2009-10, para uso próprio e para a venda a terceiros. Na mesma tabela, constam também os resultados obtidos pelo exercício estatístico desenvolvido no Capítulo IV, onde é simulado o total da energia que o setor poderia gerar se todas as unidades estivessem explorando adequadamente o poder calorífico contido no bagaço da cana.

POSIÇÃO DO TOTAL DA ENERGIA ELÉTRICA GERADA NO ANO DE 2009

Origem da produção	Total em *megawatts/hora*	Participação no total
Acumulado de todas as fontes do país	445.662.850	100%
Total acumulado da geração anual de Itaipu no ano de 2009	91.651.808	20,6%
Total acumulado da geração do setor sucroalcooleiro na safra 2009-2010 (O que é)	20.031.423	4,5%
Total simulado do potencial de geração do setor sucroalcooleiro em 2009 (o que poderia ser)	39.949.383	9%

Fonte: ONS e Conab
*Inclusive a parte paraguaia.

O percentual apresentado de 9% para uma situação possível, que é bastante expressivo, refere-se apenas ao bagaço proporcional à dimensão da safra de cana colhida na temporada 2009-10. Como esse é um setor que passa por um período de forte crescimento da demanda de seus produtos, o açúcar e o etanol, a dimensão futura das lavouras de cana depende da reação do setor a essa conjuntura favorável e de formar novos canaviais e montar novas unidades fabris. Ademais, nas condições atuais, a atividade do setor está limitada ao período da safra, e a geração ocorre apenas em 60% dos dias do ano. Com tecnologias adequadas e uso de combustíveis alternativos, seria possível ampliar o funcionamento das caldeiras e geradores para o período da entressafra e, com isso, passar a gerar continuamente. Em resumo, o percentual observado de geração, no ano de 2009, de 4,5% é apenas uma fração do potencial que poderia ser explorado se as iniciativas necessárias forem tomadas.

Seção 4 – A origem do combustível agroelétrico e a garantia da oferta do bagaço

A utilização de bagaço da cana-de-açúcar como combustível para a geração de energia elétrica em grandes volumes suscita uma questão pertinente: **um produto que depende da safra agrícola e, portanto, sujeito aos azares da natureza, pode ser uma fonte regular e segura para a**

geração energética? A resposta a esta indagação, para o caso brasileiro, é positiva e bastante compreensível quando se analisa a natureza da cadeia sucroalcooleira.

O bagaço da cana é o resíduo sólido que remanesce da moagem da cana-de-açúcar nas usinas de açúcar e destilarias de álcool etílico no país. A proporção desse resíduo depende da quantidade de fibras que as particulares cultivares de cana apresentam. De um modo geral, o material genético em uso no país apresenta um teor aproximado de 270 a 290 kg de bagaço (com 50% de unidade) em cada tonelada de cana processada. Do total produzido nas unidades de produção, uma parcela diminuta (próxima a 10%) é destinada a usos diversos, como a alimentação animal, em especial através de um processo de hidrólise. Toda a parte restante (90%) é queimada em caldeiras no próprio ambiente onde é produzida, para a geração de vapor.

O funcionamento de uma unidade de produção sucroalcooleira requer o uso de três tipos de energia: térmica, utilizada no cozimento do açúcar e/ou na destilação do álcool etílico; mecânica, utilizada, na maior parte das unidades[9] para mover as moendas que, por um processo de desfibramento e compressão, retiram o caldo da cana, a sacarose nele presente; e a energia elétrica para a iluminação, funcionamento dos motores e bombas d'água que movimentam todo o sistema fabril, além de fazer funcionar o sistema chamado de 'ferti-irrigação'. Esse sistema consiste no aproveitamento da vinhaça líquida resultante da destilação do álcool etílico, aplicando-a nos canaviais. Tal forma de adubação natural aproveita a matéria orgânica, o nitrogênio e o potássio, que fazem parte da composição desses resíduos.

A consecução desses três tipos de energia é feita através da queima do bagaço em fornalhas que aquecem as caldeiras para a produção de vapor. A quantidade e a temperatura máxima do vapor obtido dependem da capacidade e resistência das caldeiras. A tradição brasileira definiu um padrão de caldeira com resistência de 21 bar (medida que representa a intensidade da pressão interna em centímetros quadrados). Essas caldeiras, em número compatível com a dimensão da unidade, produzem a quantidade de vapor necessária para fazer funcionar todo o complexo industrial e incinera todo o bagaço produzido nas moendas a cada safra, sem deixar excedentes para a safra subsequente que tenderiam a se transformar em problemas ambientais. Esse processo tradicional sempre garantiu a funcionalidade do sistema, a autossuficiência energética da unidade e a ausência de resíduos sem destino.

A troca dessas caldeiras tradicionais por outras mais potentes e capazes de gerar um volume muito maior de vapor com uma temperatura muito mais elevada, melhora substancialmente a eficiência energética da queima do bagaço e a quantidade de energia térmica que pode ser gerada. Como a quantidade de vapor usado como energia térmica e mecânica, em termos práticos, permanece constante, todo o vapor adicional passa a ser destinado à geração elétrica, desde que sejam instalados geradores de eletricidade compatíveis com a quantidade do vapor adicional produzido. Esse excedente energético passa a estar disponível para outro destino que não o autoconsumo, inclusive com seu despacho para as redes de transmissão do sistema elétrico local ou nacional.

Conclui-se que a existência do bagaço é uma questão genética da própria planta, pois se houver cana para as indústrias, haverá o bagaço. Portanto, a questão a ser examinada diz respeito ao tamanho da safra nacional de cana-de-açúcar e, em particular, à capacidade das unidades que vendem energia e são integradas a alguma rede de transmissão elétrica.

Para demonstrar que não apenas a dimensão da safra canavieira não representa

[9] Existem unidades que utilizam motores elétricos para a movimentação das moendas e outras que fazem a extração através de difusores.

qualquer risco para a oferta de bagaço, como também que ela deve continuar a crescer continuamente nos próximos anos, é feito um "parêntese" no texto para comentar o funcionamento do setor sucroalcooleiro no país.

Quando observamos a indústria açucareira da cana-de-açúcar no mundo, constatamos que essa indústria, no Brasil, além de ser um modelo técnico e gerencial para os demais, tem algumas características, nem sempre presente em suas congêneres de outros países, que lhe propicia grande estabilidade e solidez. No caso presente cabe destacar os seguintes pontos:

O primeiro ponto relevante está em que a maior parte das indústrias produz uma proporção bastante alta da cana-de-açúcar que processa e que representa 62,5% do total da colheita. A parte restante, pouco mais de um terço da matéria-prima processada, é adquirida de agricultores independentes[10]. O padrão internacional, ao contrário, mantém a atividade agrícola da produção de cana separada da produção industrial. Esse modelo particular de organização está associado à enorme dimensão territorial do país, à grande disponibilidade de terras férteis e aptas para o cultivo da cana-de-açúcar e à tradição agrária do país. A longa tradição da atividade canavieira no Brasil é uma garantia de que seus empresários não abdicarão de suas terras e lavouras para dedicarem-se a algum outro tipo de cultivo agrícola.

O segundo ponto relevante está na tradicional diversidade dos produtos comerciais que são fabricados a partir do caldo da cana-de-açúcar e dos resíduos sólidos e líquidos da moagem. Destacam-se nesta lista de produtos, além do açúcar e do álcool etílico, a cachaça e a rapadura, produtos extraídos do caldo e produzidos em pequenas fábricas especializadas nesta atividade e a cogeração de energia elétrica gerada com a queima do bagaço. No que diz respeito ao açúcar e ao álcool etílico, a maior parte da produção é oriunda de indústrias equipadas para a fabricação de ambos os produtos. Esta característica se estabeleceu a partir dos anos 70, como decorrência das políticas macroeconômicas da época, que possibilitaram a criação de programas inovadores e independentes de produção e uso mandatório de álcool etílico como combustível automotivo. Tais programas criaram um grande mercado interno para esse produto e permitiram que o Brasil desenvolvesse um modelo de indústria mista capaz de destinar parte do caldo da cana-de-açúcar para a produção de açúcar e parte para a fabricação de álcool etílico, sem similar em outros países produtores de cana-de-açúcar. Essa flexibilidade nos negócios, associada à reconhecida capacidade competitiva da indústria brasileira, reduz para níveis bastante baixos os riscos econômicos associados a essa atividade. Historicamente, as crises conjunturais têm sido superadas por arranjos internos do próprio setor sem ameaçar a sobrevivência dessa classe produtiva.

O terceiro ponto de destaque na organização desse setor está da distribuição espacial das unidades de produção dentro do território nacional. A posição geográfica brasileira no globo terrestre possibilita a produção de cana-de-açúcar e seus derivados, num amplo espaço geográfico. A disposição de uma grande porção territorial no sentido Norte-Sul concede ao país uma grande diversidade de microclimas, que possibilita a produção em escala econômica da maior parte das lavouras comerciais em uso no mundo.

No caso da cana-de-açúcar, suas exigências agronômicas e climáticas facultam seu cultivo, com alto rendimento em sacarose, numa longa faixa geográfica e permitem o funcionamento de unidades de produção de açúcar e álcool que se estendem desde o paralelo 5, no estado do Rio Grande do Norte, até o paralelo 23 de latitude sul, no estado do Paraná, e representam uma distância, em linha reta, de quase três mil quilômetros. Em face dessa possibilidade, esta atividade produtiva está atualmente instalada em 20 estados brasileiros, sendo que o estado hegemônico, com 60% de participação, é o estado de São Paulo, coincidentemente o estado de maior Produto Interno Bruto do país e maior consumidor de energia. Eventuais problemas climáticos, mesmo quando têm grande intensidade, têm efeito limitado no volume da produção.

O quarto ponto a ser abordado na caracterização da atividade sucroalcooleira no Brasil está no ciclo agronômico da cana-de-açúcar. A qualidade genética das variáveis em uso no país e o manejo adequado das lavouras fazem com que os canaviais tenham um longo ciclo produtivo que permite que o mesmo plantio ofereça, em média, cinco cortes em safras sucessivas, sem necessidade de replantio[11]. A comercialização flui naturalmente a cada ano , porque na proximidade do canavial sempre existe pelo menos uma unidade de produção em atividade

[10] Os dados sobre o funcionamento do setor sucroalcooleiro mencionados constam no estudo publicado pela Conab denominado Perfil do Setor do Açúcar e do Álcool no Brasil.

[11] O padrão internacional mais frequente é o replantio a cada dois anos.

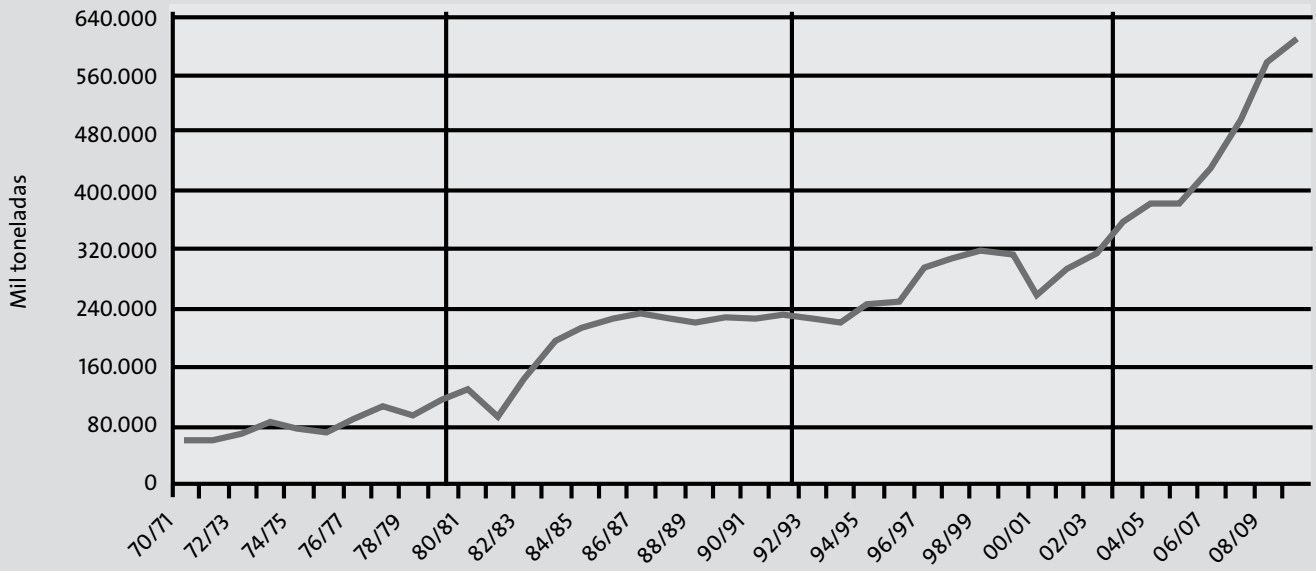
para adquirir o produto e que, em geral, dá suporte material para a tarefa de colheita e transporte.

O ciclo agronômico da planta condiciona seu ciclo econômico. Uma vez formado o canavial, sua erradicação somente deve ocorrer após o cumprimento de seu período produtivo. A interrupção intempestiva de sua exploração para substituição por outra lavoura impede a realização das receitas que viriam naturalmente com as colheitas programadas a cada ano, e que têm custos decrescentes. Nestas condições, mesmo que a rentabilidade de um determinado ano seja considerada insuficiente, não é comum o produtor deixar essa atividade para buscar outros empreendimentos. Por isso, existe uma grande fidelidade dos agricultores a essa lavoura e, salvo em caso de crise grave e persistente, aqueles que fazem a opção por essa gramínea raramente desistem da empreitada. A exceção importante ocorre quando a única unidade de produção da vizinhança interrompe suas atividades e desaparece o comércio local dessa matéria-prima.

Um último ponto que precisa ser mencionado refere-se ao temor de que algum tipo novo de praga ou doença venha a aniquilar os canaviais e prejudicar, de forma irremediável, a dimensão da colheita. Esta é uma preocupação legítima e permanente que o país aprendeu a enfrentar. O nível do conhecimento acumulado com a pesquisa no desenvolvimento de novas cultivares permitiu ao país formar um rico acervo genético com várias centenas de variedades economicamente produtivas. Essa disponibilidade permite que os canaviais sejam compostos de um grande conjunto de variedades com diferentes níveis de resistência a pragas e doenças. O surgimento eventual de novos agentes de contaminação termina por ter um efeito limitado, pois, mesmo que haja dificuldade em seu controle químico ou biológico, afeta apenas a parcela das canas suscetíveis à sua ação, com pequeno impacto no total da safra. A erradicação das variedades atacadas pode ser feita rapidamente e seus efeitos, controlados através do manejo dos canaviais.

Do exposto, parece evidente que esta atividade agrícola tem uma grande estabilidade temporal e a redução abrupta da safra, por motivos econômicos ou naturais, é uma possibilidade muito remota. A observação do comportamento da safra canavieira no Brasil, nos últimos quarenta anos, mostrada no gráfico, confirma que a tendência de crescimento anual da produção é uma constante em todos esses anos. A exceção mais importante refere-se à safra 2000-01, ocasião em que se combinaram os efeitos de uma crise de superprodução de álcool etílico na safra 1999-00, que provocou severa redução dos preços da cana e seu derivado, com sérios problemas climáticos. A ação conjunta dos fatores econômicos e climáticos teve um efeito regressivo sobre o volume da produção que, uma vez superados os problemas, retomou seu curso regular.

SÉRIE DA SAFRA BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR (1970-71 A 2010-11)



Capítulo II

Estatísticas do Comportamento da Geração Termoelétrica nos Estados Produtores de Cana-de-Açúcar na Safra 2009-2010

Este capítulo apresenta os dados processados da coleta de acordo com os estados que desenvolvem a atividade e as grandes regiões de que fazem parte: Centro-Sul e Norte-Nordeste. Todas as informações apresentadas separam o comportamento das unidades que declararam vender parte da energia gerada daquelas que informaram que produzem energia elétrica apenas para consumo em seu complexo produtivo.

A apresentação dos dados está dividida em várias seções. A sequência dos quadros busca mostrar a interação que existe entre os dados e indicar o estágio atual de evolução do assunto nos estados e sua expressão para o país como um todo. As seções são as seguintes:

- Seção 1 – A Produção e a Destinação do Bagaço da Cana-de-Açúcar
- Seção 2 – O Período de Funcionamento das Unidades de Produção
- Seção 3 – A Geração Termoelétrica e sua Destinação para o Período da Safra
- Seção 4 – A Geração Termoelétrica e sua Destinação por Hora de Atividade
- Seção 5 – Indicadores de Desempenho na Geração Termoelétrica pelos Estados Produ-tores de Cana-de-Açúcar
- Seção 6 – Estimativa da Receita Realizada com a Venda da Energia Termoelétrica.

Seção 1 – A Produção e a Destinação do Bagaço da Cana-de-Açúcar

Esta seção trata do volume da oferta do novo agrocombustível, o bagaço da cana-de-açúcar, nos estados que desenvolvem esta atividade, divididos pelas duas grandes regiões geográficas que têm climas com características específicas e períodos diferentes de colheita e moagem daquela gramínea. Com o propósito inicial de mostrar o **tamanho médio das unidades de produção**, mensuradas de acordo com a quantidade de cana moída no período da safra, por estado e grande região, foi elaborado o quadro adiante:

Quadro 1, Cap. II - DIMENSÃO MÉDIA DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO VISITADAS POR ESTADO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Média da cana moída pelas unidades que vendem energia elétrica (t)	Média da cana moída pelas unidades que não vendem energia elétrica (t)	Média da cana moída por todas as unidades visitadas (t)
SP	3.326.753,2	1.515.117	2.133.204
PR	2.325.477,8	1.355.020	1.516.763
MG	2.126.581,9	1.016.850	1.386.761
GO	2.063.041,8	923.806	1.113.679
MS	1.690.393,6	1.349.623	1.456.114
MT	3.708.123,6	947.055	1.560.626
RJ	-	651.997	651.997
ES	830.613,8	529.835	572.804
Total da região Centro-Sul	**2.912.080,2**	**1.289.097**	**1.756.558**
AL	1.397.005,8	818.357	1.011.240
PE	980.343,1	759.795	829.970
PB	1.045.057,9	649.587	693.528
RN	1.889.869,7	541.936	878.920
BA	907.518,5	395.676	523.637
SE	252.011,0	244.202	246.805
MA, PI, CE	958.714,2	241.922	307.085
AM, TO, PA	476.810,4	134.503	220.080
Total da Região Norte-Nordeste	**1.082.747,3**	**585.479**	**715.716**
BRASIL	**2.549.509,7**	**1.134.401**	**1.534.088**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

No quadro 2 adiante, são mostrados os dados sobre a proporção, por estado e grande região, do **bagaço obtido da moagem da cana na safra 2009-10**. Esta proporção está associada à condição genética da própria planta e apresenta pequena variação de acordo com a cultivar em uso. Esse fato está refletido nos resultados apresentados, que são bastante homogêneos. O mesmo quadro mostra também que o uso alternativo do bagaço é bastante restrito e a quase totalidade do produto disponível é destinada aos queimadores para seu uso como combustível. Esta limitação de uso do bagaço está vinculada ao grande volume por unidade de peso e a baixa portabilidade do produto. Sua prensagem para transformá-lo em briquetes, que o tornaria um produto de fácil manuseio e que poderia ampliar seu uso alternativo, ainda é incipiente no país.

Quadro 2, Cap. II - PERCENTUAL DA ORIGEM E DA DESTINAÇÃO DO BAGAÇO POR ESTADO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Proporção do bagaço combustível na cana moída (%)	Proporção do bagaço para outros usos na cana moída (%)	Total do bagaço produzido (%)
SP	24,3%	3,2%	27,5%
PR	24,1%	3%	27%
MG	23,8%	3,4%	27,2%
GO	25,8%	2,7%	28,4%
MS	22,1%	4,6%	26,8%
MG	26,7%	1,8%	28,5%
RJ	25%	4,2%	29,2%
ES	28,8%	0,3%	29,1%
Total da região Centro-Sul	**24,4%**	**3,2%**	**27,5%**

Estado/Região	Proporção do bagaço combustível na cana moída (%)	Proporção do bagaço para outros usos na cana moída (%)	Total do bagaço produzido (%)
AL	25,8%	2,9%	28,7%
PE	28,1%	1,3%	29,4%
PB	25,5%	3,9%	29,5%
RN	24,2%	3,8%	28%
BA	26,8%	0,8%	27,6%
SE	22,7%	5,9%	28,6%
MA, PI, CE	27%	2,2%	29,2%
AM, TO, PA	27%	0%	27%
Total da Região Norte-Nordeste	**26,4%**	**2,5%**	**28,9%**
BRASIL	**24,6%**	**3,1%**	**27,7%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

No Quadro 3, são apresentados os números com a quantidade, em toneladas, do bagaço produzido por estado e sua destinação. A disponibilidade de bagaço é a variável mais importante a ser considerada neste estudo, pois o resíduo é o agrocombustível para este tipo de geração elétrica. Observar que, como é feito em todos os demais capítulos, esses volumes estão separados entre as unidades de produção que vendem parte da energia gerada daquelas que apenas queimam o bagaço para produzir energia para seu próprio uso.

Quadro 3a, Cap. II - PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO POR TODAS AS UNIDADES VISITADAS NOS ESTADOS - UNIDADES QUE COMERCIALIZAM ENERGIA ELÉTRICA

Estado/Região	Total da cana moída no período da safra (T)	Total do bagaço produzido (T)	Bagaço destinado para uso como combustível (T)	bagaço destinado a outros usos (T)	Proporção do bagaço combustível na cana moída (%)	Proporção do bagaço para outros usos na cana moída (%)
SP	192.951.684	52.985.185	48.338.072	4.647.113	91,2%	8,8%
PR	11.627.389	3.239.581	3.197.460	42.121	98,7%	1,3%
MG	25.518.982	7.016.799	6.117.486	899.313	87,2%	12,8%
GO	12.378.251	3.453.046	3.390.246	62.800	98,2%	1,8%
MS	8.451.968	2.296.593	2.096.440	200.152	91,3%	8,7%
MT	7.416.247	2.124.803	1.942.024	182.779	91,4%	8,6%
RJ	-	-	-	-	-	-
ES	830.614	232.611	232.611	-	100%	0%
Total da região Centro-Sul	**259.175.135**	**71.348.617**	**65.314.338**	**6.034.279**	**91,5%**	**8,5%**
AL	11.176.047	3.144.322	2.735.917	408.406	87%	13%
PE	6.862.402	2.052.994	1.981.411	71.583	96,5%	3,5%
PB	1.045.058	292.616	288.673	3.944	98,7%	1,3%
RN	1.889.870	557.035	502.102	54.932	90,1%	9,9%
BA	907.518	270.264	263.152	7.112	97,4%	2,6%
SE	504.022	137.719	137.719	-	100%	0%
MA, PI, CE	958.714	285.534	238.260	47.274	83,4%	16,6%
AM, TO, PA	476.810	133.507	133.507	-	100%	0%
Total da Região Norte-Nordeste	**23.820.441**	**6.873.991**	**6.280.740**	**593.251**	**91,4%**	**8,6%**
BRASIL	**282.995.576**	**78.222.608**	**71.595.078**	**6.627.529**	**91,5%**	**8,5%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 3b, Cap. II - PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO POR TODAS AS UNIDADES VISITADAS NOS ESTADOS - UNIDADES QUE NÃO COMERCIALIZAM ENERGIA ELÉTRICA

Estado/Região	Total da cana moída no período da safra (T)	Total do bagaço produzido (T)	Bagaço destinado para uso como combustível (T)	Bagaço destinado a outros usos (T)
SP	169.693.071	46.759.585	39.783.638	6.975.947
PR	33.875.492	9.068.121	7.762.366	1.305.754
MG	24.404.396	6.556.861	5.768.088	788.773
GO	27.714.178	7.952.301	6.945.484	1.006.816
MS	14.845.850	3.945.156	3.062.010	883.146
MT	6.629.385	1.879.304	1.807.106	72.198
RJ	3.259.987	952.869	814.492	138.377
ES	3.179.012	934.319	920.750	13.569
Total da região Centro-Sul	**283.601.371**	**78.048.516**	**66.863.935**	**11.184.581**
AL	13.093.712	3.812.268	3.527.927	284.341
PE	11.396.931	3.322.395	3.151.551	170.844
PB	5.196.698	1.545.897	1.305.336	240.560
RN	1.625.808	426.931	348.869	78.062
BA	1.187.029	307.248	297.291	9.957
SE	976.809	285.376	198.059	87.316
MA, PI, CE	2.419.218	701.544	675.071	26.473
AM, TO, PA	403.509	104.019	104.019	-
Total da Região Norte-Nordeste	**36.299.714**	**10.505.678**	**9.608.123**	**897.554**
BRASIL	**319.901.085**	**88.554.194**	**76.472.058**	**12.082.135**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 3c, Cap. II - PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO POR TODAS AS UNIDADES VISITADAS NOS ESTADOS - TODAS AS UNIDADES VISITADAS

Estado/Região	Total da cana moída no período da safra (T)	Total do bagaço produzido (T)	Bagaço destinado para uso como combustível (T)	Bagaço destinado a outros usos (T)
SP	362.644.755	99.744.771	88.121.710	11.623.061
PR	45.502.881	12.307.701	10.959.826	1.347.875
MG	49.923.378	13.573.660	11.885.574	1.688.086
GO	40.092.429	11.405.346	10.335.730	1.069.616
MS	23.297.818	6.241.749	5.158.451	1.083.298
MT	14.045.632	4.004.106	3.749.130	254.976
RJ	3.259.987	952.869	814.492	138.377
ES	4.009.626	1.166.930	1.153.361	13.569
Total da região Centro-Sul	**542.776.506**	**149.397.133**	**132.178.273**	**17.218.859**
AL	24.269.759	6.956.590	6.263.844	692.747
PE	18.259.333	5.375.389	5.132.962	242.427
PB	6.241.756	1.838.513	1.594.009	244.504
RN	3.515.678	983.966	850.971	132.994
BA	2.094.547	577.512	560.442	17.069
SE	1.480.831	423.095	335.778	87.316
MA, PI, CE	3.377.932	987.078	913.331	73.747
AM, TO, PA	880.319	237.526	237.526	-
Total da Região Norte-Nordeste	**60.120.155**	**17.379.668**	**15.888.863**	**1.490.805**
BRASIL	**602.896.661**	**166.776.801**	**148.067.137**	**18.709.665**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Na tabela disposta a seguir, é mostrada a destinação atual do bagaço produzido: em primeiro lugar é indicada a participação percentual do bagaço queimado em unidades que vendem energia daquelas que geram apenas para autoconsumo. Em seguida é apresentada a proporção do bagaço destinado a uso não-combustível entre as duas classes de unidades.

Classe de Unidade	Participação no total do bagaço queimado como combustível	Participação no total do bagaço destinado a outros usos
Unidades que vendem energia a terceiros	48,4%	35,4%
Unidades que geram apenas para autoconsumo	51,6%	64,8%

A observação dos dados apresentados indica que, na safra 2009-10, a parcela do bagaço queimado em unidades que vendem energia é menor do que o total do bagaço queimado nas demais. Estes números, que serão objeto de análise mais ampla no Capítulo IV, revelam que o processo de disseminação do agronegócio da eletricidade ainda é bastante limitado. Outra informação que decorre dos dados está na participação do bagaço destinado a outros usos entre as duas classes de unidades, que mostra que a intensidade do uso do bagaço para a queima é muito maior nas unidades vendedoras quando comparada com aquelas que cuidam apenas da autossuficiência.

Como será examinado na seção 4, as informações separam o destino da energia total gerada na safra entre o autoconsumo das unidades e a energia despachada para terceiros nas unidades que têm comércio desse produto. Com essa informação, é possível separar a parcela do bagaço combustível cuja queima gerou energia para os dois usos mencionados. Esses dados constam nos dois quadros adiante:

Quadro 4a, Cap. II - DESTINAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL POR ESTADO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Bagaço destinado à geração para autoconsumo (T)	Bagaço destinado à geração para venda (T)	Total do bagaço queimado como combustível (T)	Participação no total	
				Consumo	Venda
SP	24.785.573	23.552.499	48.338.072	51,3%	48,7%
PR	1.464.572	1.732.887	3.197.460	45,8%	54,2%
MG	3.276.772	2.840.714	6.117.486	53,6%	46,4%
GO	1.411.271	1.978.974	3.390.246	41,6%	53,4%
MS	1.005.072	1.091.368	2.096.440	47,9%	52,1%
MT	1.154.113	787.911	1.942.024	59,4%	40,6%
RJ	-	-	-	-	-
ES	155.074	77.537	232.611	66,7%	33,3%
Total da região Centro-Sul	**33.252.448**	**32.061.891**	**65.314.338**	**50,91%**	**49,09%**
AL	1.879.799	856.117	2.735.917	68,71%	31,3%
PE	1.270.814	710.597	1.981.411	64,14%	35,9%
PB	138.537	150.136	288.673	47,99%	52%
RN	337.943	164.160	502.102	67,31%	32,7%
BA	162.904	100.248	263.152	61,9%	38,1%
SE	60.004	77.714	137.719	43,57%	56,4%
MA, PI, CE	201.904	36.357	238.260	84,74%	15,3%
AM, TO, PA	58.900	74.607	133.507	44,12%	55,9%
Total da Região Norte-Nordeste	**4.110.804**	**2.169.936**	**6.280.740**	**65,45%**	**34,55%**
BRASIL	**37.363.252**	**34.231.826**	**71.595.078**	**52,19%**	**47,81%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 4b, Cap. II - DESTINAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL POR ESTADO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Bagaço destinado à geração para autoconsumo (T)	Bagaço destinado à geração para venda (T)	Total do bagaço queimado como combustível (T)	Participação no total	
				Consumo	Venda
SP	64.569.211	23.552.499	88.121.710	73,3%	26,7%
PR	9.226.939	1.732.887	10.959.826	84,2%	15,8%
MG	9.044.860	2.840.714	11.885.574	76,1%	23,9%
GO	8.356.756	1.978.974	10.335.730	80,9%	19,1%
MS	4.067.082	1.091.368	5.158.451	78,8%	21,2%
MT	2.961.219	787.911	3.749.130	79%	21%
RJ	814.492	-	814.492	100%	0%
ES	1.075.824	77.537	1.153.361	93,3%	6,7%
Total da região Centro-Sul	**100.116.383**	**32.061.891**	**132.178.273**	**75,743%**	**24,26%**
AL	5.407.727	856.117	6.263.844	86,33%	13,7%
PE	4.422.365	710.597	5.132.962	86,16%	13,8%
PB	1.443.873	150.136	1.594.009	90,58%	9,4%
RN	686.812	164.160	850.971	80,71%	19,3%
BA	460.194	100.248	560.442	82,11%	17,9%
SE	258.064	77.714	335.778	76,86%	23,1%
MA, PI, CE	876.974	36.357	913.331	96,02%	4%
AM, TO, PA	162.919	74.607	237.526	68,59%	31,4%
Total da Região Norte-Nordeste	**13.718.928**	**2.169.936**	**15.888.863**	**86,34%**	**13,66%**
BRASIL	**113.835.310**	**34.231.826**	**148.067.137**	**76,88%**	**23,12%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Estas informações mostram que, nas unidades, já estão gerando excedentes comercializáveis de energia. Em média, 47,8% do bagaço queimado gera a energia excedente que é vendida para terceiros. Como será objeto da análise do Capítulo IV, este percentual reflete a enorme ineficiência atual no aproveitamento energético do bagaço da cana-de-açúcar. Quando incluímos todas as unidades visitadas e agregamos aquelas que não comercializam energia, produzindo apenas para autoconsumo, este volume cai para 23,1% e denota que ainda existe um imenso potencial inaproveitado de energia na exploração da atividade canavieira no Brasil.

Seção 2 – O Período de Funcionamento das Unidades de Produção

Nesta seção do estudo é mostrado o período médio de funcionamento das unidades de produção nos estados produtores, no período da safra. As horas e os dias de funcionamento estão associados às condições locais de clima e das paradas técnicas necessárias ao funcionamento normal da linha de produção.

A regra geral observada está na concentração da colheita e moagem da cana no período do ano com baixo nível de precipitação pluviométrica. Neste período o clima seco facilita o manejo da colheita e o tráfego de máquinas e veículos e proporciona o mais alto nível de rendimento em sacarose, com maior produção de açúcar ou álcool etílico por tonelada de cana processada.

A estação com baixo nível de pluviosidade varia de acordo com as regiões brasileiras. Na

região Centro-Sul, com 90% dos canaviais, este período se concentra nos meses de maio a novembro. O aumento deste período é muito frequente, nas unidades que têm volume de cana próximos de seu limite técnico de moagem, mantendo-se em atividade nos meses de abril e dezembro. As atividades de produção fora desse período são ocasionais e têm pouca expressão em termos do total da moagem. Na região Nordeste, onde os canaviais situam-se em áreas litorâneas, como Alagoas e Pernambuco, o período normal de moagem e estiagem se estende de setembro a fevereiro.

Os números mostrando o **período de funcionamento** das unidades, por estado e grandes regiões, constam no quadro 5:

Quadro 5, Cap. II - PERÍODO MÉDIO DE FUNCIONAMENTO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO POR ESTADO E REGIÃO

Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Período de funcionamento na safra			
	Em dias corridos	Em meses	Em horas	Horas médias por dia
SP	237	7,9	4.969	20,9
PR	273	9,1	5.198	19
MG	228	7,6	4.689	20,6
GO	199	6,6	3.817	19,7
MS	232	7,7	4.363	18,8
MT	194	6,5	4.146	21,4
RJ	187	6,2	3.844	20,5
ES	184	6,1	3.712	20,2
Média da região Centro-Sul	**232**	**7,7**	**4.722**	**20,4**
AL	180	6	3.793	21,1
PE	166	5,5	3.776	22,7
PB	194	6.5	4.292	22,1
RN	174	5,8	3.804	21,9
BA	184	6,1	3.943	21,5
SE	167	5,6	3.308	19,8
MA, PI, CE	118	3,9	2.056	17,5
AM, TO, PA	116	3,9	2.667	23
Média da Região Norte-Nordeste	**165**	**5,5**	**3.534**	**21,4**
BRASIL	**218**	**7,3**	**4.468**	**20,5**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

As informações apresentadas são importantes porque indicam o período útil de atividade das unidades de produção, que coincide com a época em que está sendo gerada a energia elétrica. Fora desse período não há atividade fabril nas unidades e os geradores ficam desligados. Em algumas unidades já estão instalados modelos de queimadores que facultam o uso de combustíveis alternativos, como óleo e gás, porém as informações coletadas não indicam se as poucas unidades que dispõem desse tipo de equipamento estão gerando eletricidade fora do período da colheita com os combustíveis fósseis mencionados.

Seção 3 - A Geração Termoelétrica e sua destinação para o período da safra

Nesta seção são apresentados os números apurados nos questionários sobre o total da energia elétrica gerada em todo o período da safra por estado e grande região. Para permitir

um cotejo entre as unidades integradas ao sistema nacional e aquelas ocupadas apenas com sua autossuficiência, o Quadro 6 faz um balanço geral dessa situação para todos os estados produtores e nas duas grandes regiões.

Quadro 6, Cap. II - NÚMERO DE UNIDADES POR ESTADO QUE VENDEM ENERGIA OU QUE PRODUZEM SOMENTE PARA AUTOCONSUMO
Todas as unidades em funcionamento visitadas

Estado/Região	Número total de unidades em atividade que informaram seus dados	Número de unidades informantes que vendem energia	Número de unidades informantes que Não vendem energia
SP	170	58	112
PR	30	5	25
MG	36	12	24
GO	36	6	30
MS	16	5	11
MT	9	2	7
RJ	5	-	5
ES	7	1	6
Total da região Centro-Sul	**309**	**89**	**220**
AL	24	8	16
PE	22	7	15
PB	9	1	8
RN	4	1	3
BA	4	1	3
SE	6	2	4
MA, PI, CE	11	1	10
AM, TO, PA	4	1	3
Total da Região Norte-Nordeste	**84**	**22**	**62**
BRASIL	**393**	**111**	**282**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O ponto a ser notado está em que o número das unidades ainda distantes da integração na rede geral é fortemente majoritária e representa mais de 70% das unidades que estavam em atividade na safra 2009-10. Esta proporção é bastante semelhante entre as duas grandes regiões, conforme consta na tabela adiante.

Classe de Unidade	Região Centro-Sul	Região Norte-Nordeste	Todas as unidades
Unidades que vendem energia a terceiros	28,8%	26,2%	28,2%
Unidades que geram apenas para autoconsumo	71,2%	73,8%	71,2%

No Quadro 7 são mostrados os dados sobre a **quantidade de cana moída** em unidades que comercializam energia e aquelas que produzem apenas para autoconsumo. Os resultados indicam que quase metade da safra nacional de cana (46,9%) é processada em unidades que já fizeram mudanças em seus equipamentos e produzem energia excedente para venda a terceiros, sendo que na região Norte-Nordeste esta participação (39,6%) é bem mais modesta do que na região Centro-Sul (47,7%). A grande desproporção entre a quantidade da cana processada em unidades integradas e a quantidade das mesmas se deve a que a maioria dessas unidades integradas, como analisado no Capítulo III, têm dimensão muito acima da média.

Quadro 7, Cap. II - PROPORÇÃO DA CANA MOÍDA ENTRE AS UNIDADES QUE VENDEM ENERGIA E AS QUE SOMENTE PRODUZEM PARA O AUTOCONSUMO

Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Total da cana moída nas unidades que vendem energia (t)	Total da cana moída nas unidades que Não vendem energia (t)	Total da cana moída em todas as unidades do estado	Percentagem da cana moída em unidades que vendem energia	Percentagem da cana moída em unidades que não vendem energia
SP	192.951.684	169.693.071	362.644.755	53,2%	46,8%
PR	11.627.389	33.875.492	45.502.881	25,6%	74,4%
MG	25.518.982	24.404.396	49.923.378	51,1%	48,9%
GO	12.378.251	27.714.178	40.092.429	30,9%	69,1%
MS	8.451.968	14.845.850	23.297.818	36,3%	63,7%
MT	7.416.247	6.629.385	14.045.682	52%	47,2%
RJ	-	3.259.987	3.259.987	0%	100%
ES	830.613,8	3.179.012,2	4.009.626	20,7%	79,3%
Total da região Centro-Sul	**259.175.135**	**283.601.371**	**542.776.506**	**47,7%**	**52,8%**
AL	11.176.046,7	13.093.712,3	24.269.759	46%	54%
PE	6.862.401,6	11.396.931,4	18.259.759	46%	54%
PB	1.045.057,9	5.196.698,1	6.241.756	16,7%	83,3%
RN	1.889.869,7	1.625.808,3	3.515.678	53%	46,2%
BA	907.518,5	1.187.028,5	2.094.517	43,3%	56,7%
SE	504.022,1	976.808,9	1.480.831	34%	66%
MA, PI, CE	958.714,2	2.419.217,8	3.377.932	28,4%	71,6%
AM, TO, PA	476.810,4	403.508,6	880.319	54,2%	45,8%
Total da Região Norte-Nordeste	**23.820.440,9**	**36.299.714,1**	**60.120.155**	**39,6%**	**60,4%**
BRASIL	**282.995.575,7**	**319.901.085,3**	**602.896.661**	**46,9%**	**53,1%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros apresentados adiante são mostrados, por estado e grandes regiões, os resultados sobre a capacidade de geração das unidades (medida em *kilowatts*), o total da energia gerada na safra (medida em *megawatts*) e sua destinação para autoconsumo e venda[12]. O total da potência instalada nas unidades sucroalcooleiras do país, que mede a capacidade instantânea de geração elétrica, soma 5.615,3 *megawatts*. Desse total, o montante de 3.844,2 ***megawatts*** está localizado nas unidades que já se interligaram à rede geral e vendem energia e, 2.071,1 *megawatts* pertencem às instalações das unidades que ainda não fizeram as transformações necessárias em seus equipamentos e geram apenas para o próprio consumo. Do total gerado no período da safra por todas as unidades visitadas, que soma 20,03 milhões de *megawatts,* 12,52 milhões foram destinados ao consumo próprio e 7,31 milhões foram vendidas a terceiros. A energia gerada nas unidades interligadas representa 67,3% do total gerado e o restante, 23,7%, é originado nas unidades que estão fora do mercado de energia. Essa grande participação deve-se ao fato de que os equipamentos das unidades que vendem energia têm capacidade de geração, por tonelada de bagaço queimado, muito maior que as tradicionais.

[12] As informações de algumas unidades sobre o total da energia geral são um pouco maior do que a soma da energia autoconsumida e vendida. Essa pequena diferença, mostrada nos resultados, decorre da falta de registro de seu destino nas unidades.

Quadro 8a, Cap. II - CAPACIDADE TOTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA NO PERÍODO DA SAFRA POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Capacidade total de geração das unidades da classe no estado (kw)	Total da geração de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total do autoconsumo de energia de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total de energia vendida de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total utilizado de energia para consumo e venda (mwh)
SP	2.371.510	9.331.041	4.056.101	5.196.720	9.252.820
PR	218.125	654.737	274.517	380.221	654.737
MG	312.000	1.077.075	506.026	566.069	1.072.095
GO	299.000	790.672	308.429	481.292	789.721
MS	149.000	409.599	189.639	217.189	406.828
MT	66.500	233.022	138.746	94.275	233.022
RJ	-	-	-	-	-
ES	11.200	29.030	19.353	9.677	29.030
Total da região Centro-Sul	**3.430.365**	**12.525.177**	**5.492.811**	**6.945.443**	**12.438.253**
AL	157.100	411.557	260.142	140.479	400.621
PE	157.500	312.348	171.818	138.350	310.168
PB	30.000	61.540	29.534	32.006	61.540
RN	17.000	52.696	35.467	17.229	52.696
BA	14.000	35.846	22.190	13.655	35.846
SE	16.000	23.675	10.205	13.470	23.675
MA, PI, CE	9.200	25.528	21.633	3.895	25.528
AM, TO, PA	13.000	23.736	10.472	13.264	23.736
Total da Região Norte-Nordeste	**413.800**	**946.925**	**561.459**	**372.350**	**933.809**
BRASIL	**3.844.165**	**13.472.102**	**6.054.270**	**7.317.792**	**13.372.062**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 8b, Cap. II - CAPACIDADE TOTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA NO PERÍODO DA SAFRA POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Capacidade total de geração das unidades da classe no estado (kw)	Total da geração de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total do autoconsumo de energia de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)
SP	879.102	3.316.080	3.313.268
PR	176.540	694.308	685.573
MG	137.150	465.167	452.814
GO	380.420	621.634	621.634
MS	74.780	293.141	293.141
MT	43.700	135.275	135.275
RJ	18.500	53.490,56	53.490,56
ES	21.180	68.456	68.456
Total da região Centro-Sul	**1.731.372**	**5.647.551**	**5.623.652**

Estado/Região	Capacidade total de geração das unidades da classe no estado (kw)	Total da geração de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total do autoconsumo de energia de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)
AL	121.250	307.874	293.632
PE	92.930	298.755	260.577
PB	49.200	146.611	134.352
RN	14.900	38.316	37.649
BA	12.200	29.424	29.424
SE	13.100	23.670	23.670
MA, PI, CE	27.250	59.059	59.059
AM, TO, PA	8.900	8.062	8.062
Total da Região Norte-Nordeste	**339.730**	**911.770**	**846.425**
BRASIL	**2.071.102**	**6.559.321**	**6.470.077**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do AgronegócioQuadro

8a, Cap. II - CAPACIDADE TOTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA NO PERÍODO DA SAFRA POR ESTADO E REGIÃO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Capacidade total de geração das unidades da classe no estado (kw)	Total da geração de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total do autoconsumo de energia de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total de energia vendida de todas as unidades na safra 2009-10 (mwh)	Total utilizado de energia para consumo e venda (mwh)
SP	3.253.642	12.647.121	7.369.369	5.196.720	12.566.088
PR	394.665	1.349.045	960.090	380.221	1.340.310
MG	449.150	1.542.242	958.840	566.069	1.524.909
GO	679.420	1.412.306	930.063	481.292	1.411.355
MS	223.780	702.740	482.780	217.189	699.969
MG	110.200	368.297	274.022	94.275	368.297
RJ	18.500	53.490,56	53.490,56	-	53.490,56
ES	32.380	97.486	87.809	9.677	97.486
Total da região Centro-Sul	**5.161.737**	**18.172.728**	**11.116.462**	**6.945.443**	**18.061.905**
AL	278.350	719.431	553.774	140.479	694.253
PE	250.430	611.103	432.395	138.350	570.745
PB	79.200	208.151	163.886	32.006	195.892
RN	31.900	91.012	73.116	17.229	90.345
BA	26.200	65.270	51.614	13.470	65.270
SE	29.100	47.345	33.875	13.470	47.345
MA, PI, CE	36.450	84.587	80.691	3.895	84.587
AM, TO, PA	21.900	31.798	18.533	13.264	31.798
Total da Região Norte-Nordeste	**753.530**	**1.858.695**	**1.407.884**	**372.350**	**1.780.233**
BRASIL	**5.915.267**	**20.031.423**	**12.524.346**	**7.317.792**	**19.842.138**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Relativamente à destinação da energia gerada para auto-consumo e para venda a terceiros, a participação percentual é a seguinte:

Classe de Unidade	Energia para autoconsumo	Energia para venda a terceiros
Unidades que vendem energia a terceiros	45,3%	54,7%
Unidades que geram apenas para autoconsumo	100%	0%
Todas as unidades visitadas	63,1%	36,9%

A questão que surge na observação desses dados é como indicar sua importância relativa no cenário nacional. Segundo os dados divulgados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o total da energia gerada no país no ano-civil de 2009 foi de 445,6 milhões de *megawatts* (445,6 *terawatts*). Ou seja, o montante gerado nas unidades sucroalcooleiras representa um percentual de 4,5% do total da geração nacional e a parcela comercializada na rede geral representa uma fração de apenas 1,65% daquele total. Essa pequena expressão atual indica que existe um imenso desafio a ser enfrentado para promover essa fonte a uma representatividade compatível com seu potencial.

A partir dos dados do total gerado nos estados produtores de cana, podemos calcular a **dimensão média de geração, consumo e venda** por unidade de produção, de acordo com os quadros adiante:

Quadro 9a, Cap. II - CAPACIDADE MÉDIA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA NO PERÍODO DA SAFRA POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Capacidade média de geração das unidades da classe no estado (kw)	Total da geração por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)	autoconsumo por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)	energia vendida por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)	Total utilizado de energia para consumo e venda (mwh)
SP	40.940	160.880	69.933	89.599	159.531
PR	43.625	130.947	54.903	76.044	130.947
MG	26.000	89.756	42.169	47.172	89.599
GO	49.833	131.779	51.405	80.215	131.620
MS	29.800	81.920	37.928	43.438	81.366
MG	33.250	116.511	69.373	47.138	116.511
RJ	-	-	-	-	-
ES	11.200	29.030	19.353	9.677	29.030
Total da região Centro-Sul	**38.543**	**140.732**	**61.717**	**78.039**	**139.756**
AL	19.638	51.445	32.518	17.560	50.078
PE	22.500	44.621	24.545	19.764	44.310
PB	30.000	61.540	29.534	32.006	61.540
RN	17.000	52.696	35.467	17.229	52.696
BA	14.000	35.846	22.190	13.655	35.846
SE	8.000	11.837	5.102	6.735	11.837
MA, PI, CE	9.200	25.528	21.633	3.895	25.528
AM, TO, PA	13.000	23.736	10.472	13.264	23.736
Total da Região Norte-Nordeste	**18.809**	**43.042**	**25.521**	**16.925**	**42.446**
BRASIL	**34.632**	**121.370**	**54.543**	**65.926**	**120.469**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 9b, Cap. II - CAPACIDADE MÉDIA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA NO PERÍODO DA SAFRA POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Capacidade média de geração das unidades da classe no estado (kw)	Geração por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)	Autoconsumo por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)
SP	7.849	29.608	29.583
PR	7.062	27.772	27.423
MG	5.715	19.382	18.867
GO	12.681	20.721	20.721
MS	6.798	26.649	26.649
MT	6.243	19.325	19.325
RJ	3.700	10.698	10.698
ES	3.530	11.409	11.409
Total da região Centro-Sul	**7.870**	**25.671**	**25.562**
AL	7.578	19.242	18.352
PE	6.195	19.917	17.372
PB	6.150	18.326	16.794
RN	4.967	12.772	12.550
BA	4.067	9.808	9.808
SE	3.275	5.917	5.917
MA, PI, CE	2.725	5.906	5.906
AM, TO, PA	2.967	2.687	2.687
Total da Região Norte-Nordeste	**5.480**	**14.706**	**13.652**
BRASIL	**7.344**	**23.260**	**22.944**

Quadro 9c, Cap. II - CAPACIDADE MÉDIA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA NO PERÍODO DA SAFRA POR ESTADO E REGIÃO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Capacidade média de geração das unidades da classe no estado (kw)	Geração por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)	Autoconsumo por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)	Energia vendida por unidade no período da safra 2009-10 (mwh)	Total utilizado de energia para consumo e venda (mwh)
SP	19.139	74.395	43.349	30.569	73.918
PR	13.156	44.968	32.003	12.674	44.677
MG	12.476	42.840	26.634	15.724	42.359
GO	18.873	39.231	25.835	13.369	39.204
MS	13.986	43.921	30.174	13.574	43.748
MG	12.244	40.922	30.447	10.475	40.922
RJ	3.700	10.698	10.698	-	10.698
ES	32.380	97.486	87.809	9.677	97.486
Total da região Centro-Sul	**16.705**	**58.811**	**35.976**	**22.477**	**58.453**
AL	11.598	29.976	23.074	5.853	28.927
PE	11.383	27.777	19.654	6.289	25.943
PB	8.800	23.128	18.210	3.556	21.766
RN	7.975	22.753	18.279	4.307	22.586
BA	6.550	16.317	12.904	3.414	16.317
SE	4.850	7.891	5.646	2.245	7.891
MA, PI, CE	3.314	7.690	7.336	354	7.690
AM, TO, PA	5.475	7.949	4.633	3.316	7.949
Total da Região Norte-Nordeste	**8.971**	**22.127**	**16.761**	**4.433**	**21.193**
BRASIL	**15.052**	**50.971**	**31.869**	**18.620**	**50.489**

Fonte dos quadros 9b e 9c: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Estas informações de geração elétrica por unidade permitem chamar a atenção para algumas particularidades relevantes:

1 – na região Centro-Sul, a geração média das unidades que vendem energia é cinco vezes maior que nas unidades que apenas produzem para autoconsumo;

2 – na região Norte-Nordeste esta relação é de três vezes (em ambos os casos, este indicador sinaliza que a troca de equipamentos multiplica o aproveitamento energético do bagaço da cana);

3 – em média, as unidades da região Centro-Sul geram 2,3 vezes mais energia do que suas congêneres da região Norte-Nordeste.

Seção 4 - A Geração Termoelétrica e sua destinação por hora de atividade

Na seção anterior, os dados apresentados referiam-se aos resultados acumulados para todo o período da safra 2009-10. Como ocorre com todos os dados que tratam da geração elétrica, existe uma outra forma de apresentar os mesmos, de mais fácil compreensão, que é a geração e o consumo por uma unidade de tempo menor, em geral, uma hora.

Os dados agregados da **geração horária** para todas as unidades dos estados e os números médios referentes a cada unidade estão apresentados, de forma separada, nos quadros a seguir, que discriminam também a destinação da energia gerada para o consumo próprio e a comercialização.

Quadro 10a, Cap. II - DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA POR HORA NO PERÍODO DA SAFRA, POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Total da energia gerada por hora por todas as unidades do estado no período da safra (MWH)	Total do autoconsumo por hora de todas as unidades do estado no período da safra (MWH)	Total das vendas por hora de todas as unidades do estado no período da safra (MWH)
SP	1.875,1	818,9	1.056,2
PR	133,4	56,6	76,8
MG	226,3	108,5	117,7
GO	171,4	69,1	102,3
MS	101,6	47,3	54,3
MT	44,5	26,6	17,9
RJ	-	-	-
ES	5,8	3,9	1,9
Total da região Centro-Sul	**2.558,2**	**1.130,9**	**1.427,3**
AL	96,1	62,7	33,4
PE	75,9	44,3	31,6
PB	15,5	7,5	8,1
RN	10,9	7,3	3,6
BA	8,6	5,4	3,3
SE	6,4	2,7	3,6
MA, PI, CE	6,6	5,6	1
AM, TO, PA	5,6	2,5	3,1
Total da Região Norte-Nordeste	**225,6**	**137,9**	**87,7**
BRASIL	**2.783,8**	**1.268,8**	**1.515**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 10b, Cap. II - DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA POR HORA NO PERÍODO DA SAFRA, POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Total da energia gerada (e autoconsumida) por hora por todas as unidades do estado no período da safra (MW)
SP	667,3
PR	138,8
MG	84,6
GO	172,8
MS	65,3
MT	35,1
RJ	14,7
ES	18,3
Total da região Centro-Sul	**1.196,9**
AL	81,9
PE	69,8
PB	31,4
RN	10,7
BA	6,9
SE	8,2
MA, PI, CE	19,3
AM, TO, PA	4,2
Total da Região Norte-Nordeste	**232,3**
BRASIL	**1.429,2**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 10c, Cap. II - DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA POR HORA NO PERÍODO DA SAFRA, POR ESTADO E REGIÃO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Total da energia gerada por hora por todas as unidades do estado no período da safra (MWh)	Total do autoconsumo por hora de todas as unidades do estado no período da safra (MWh)	Total das vendas por hora de todas as unidades do estado no período da safra (MWh)
SP	2.542	1.486,2	1.056,2
PR	272,3	195,5	76,8
MG	310,9	193,1	117,7
GO	344,2	241,9	102,3
MS	166,9	112,6	54,3
MT	79,6	61,7	17,9
RJ	14,7	14,7	-
ES	24,1	22,1	1,9
Total da região Centro-Sul	**3.755,1**	**2.327,8**	**1.427,3**
AL	178	144,6	33,4
PE	145,7	114	31,6
PB	46,9	38,8	8,1
RN	21,6	18,1	3,6
BA	15,6	12,3	3,3
SE	14,6	10,9	3,6
MA, PI, CE	25,8	24,8	1
AM, TO, PA	9,7	6,6	3,1
Total da Região Norte-Nordeste	**457,9**	**370,2**	**87,7**
BRASIL	**4.213**	**2.698**	**1.515**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros apresentados, a dimensão dos dados estaduais agregados está associada, principalmente, ao número de unidades em atividade em cada estado. A predominância do estado de São Paulo se deve ao fato de que aquele estado concentra 43% de todas as unidades que participaram de nosso levantamento.

Nos quadros dispostos adiante são mostrados os mesmos dados associados à média das unidades, individualmente. Nesse caso, os resultados encontrados estão diretamente ligados à dimensão média das unidades estaduais em termos da moagem da cana e da capacidade média dos equipamentos de geração disponíveis nas unidades.

Quadro 11a, Cap. II - DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA POR HORA NO PERÍODO DA SAFRA, POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Geração média por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWH)	Autoconsumo médio por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWH)	Venda média por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWH)
SP	32	14	18
PR	24,8	10,4	14,4
MG	20,1	9,5	10,6
GO	28,6	11,5	17,1
MS	20,9	9,8	11,2
MT	22,7	13,5	9,2
RJ	-	-	-
ES	5,8	3,9	1,9
Média da região Centro-Sul	**28,7**	**12,7**	**16**
AL	12,1	7,9	4,3
PE	11,3	6,2	5
PB	15,5	7,5	8,1
RN	10,9	7,3	3,6
BA	8,6	5,4	3,3
SE	3,2	1,4	1,8
MA, PI, CE	6,6	5,6	1
AM, TO, PA	5,6	2,5	3,1
Média da Região Norte-Nordeste	**10,3**	**6,3**	**4**
BRASIL	**25,1**	**11,4**	**13,6**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 11b, Cap. II - DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA POR HORA NO PERÍODO DA SAFRA, POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Geração média (e autoconsumo) por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWH)
SP	6
PR	5,3
MG	3,9
GO	5,8
MS	5,8
MT	5
RJ	2,8
ES	3,3
Média da região Centro-Sul	**5,4**

Estado/Região	Geração média (e autoconsumo) por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWh)
AL	5,1
PE	4,7
PB	3,9
RN	3,6
BA	2,5
SE	1,9
MA, PI, CE	3,2
AM, TO, PA	1,3
Média da Região Norte-Nordeste	**3,7**
BRASIL	**5,1**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 11c, Cap. II - DESTINAÇÃO DA ENERGIA GERADA POR HORA NO PERÍODO DA SAFRA, POR ESTADO E REGIÃO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Geração média por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWh)	Autoconsumo médio por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWh)	Venda média por hora pelas unidades do estado no período da safra (MWh)
SP	14,9	8,7	6,2
PR	8,6	6,2	2,4
MG	9	5,7	3,4
GO	9,6	6,7	2,8
MS	10	6,9	3,1
MT	9,9	7,3	2,5
RJ	2,8	2,8	-
ES	3,8	3,4	0,4
Média da região Centro-Sul	**12,2**	**7,5**	**4,6**
AL	7,6	6,1	1,5
PE	6,9	5,2	1,7
PB	5,1	4,2	0,8
RN	5,9	4,8	1,1
BA	4,1	3,3	0,9
SE	2,4	1,7	0,7
MA, PI, CE	3,7	3,6	0,2
AM, TO, PA	3	1,7	1,2
Média da Região Norte-Nordeste	**5,5**	**4,4**	**1**
BRASIL	**10,7**	**6,9**	**3,9**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Seção 5 – Indicadores de desempenho na geração termoelétrica pelos estados produtores de cana-de-açúcar

Nesta seção, é apresentado um conjunto de indicadores que mostram o desempenho técnico dos estados e grandes regiões no processo de uso do agrocombustível; geração, consumo e venda de energia elétrica.

Nos quadros seguintes, estão consolidados os dados que mostram o **desempenho estadual por hora de atividade**. Esses dados incluem a cana moída, o bagaço queimado e a energia gerada por todos os estados produtores.

Quadro 12a, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DO FUNCIONAMENTO DE TODAS AS UNIDADES DA CLASSE, POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento em todas as unidades da classe (mwh)	Energia vendida por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)
SP	39.438	9.886	1.929	819	1.056
PR	2.292	634	133	57	77
MG	5.472	1.333	227	109	118
GO	2.738	754	172	69	102
MS	2.068	519	103	47	54
MG	1.395	368	45	27	18
RJ	-	-	-	-	-
ES	166	47	6	4	2
Total da região Centro-Sul	**53.569**	**13.539**	**2.614**	**1.131**	**1.427**
AL	2.702	660	99	62,7	33,4
PE	1.779	510	76	44,3	31,6
PB	264	73	16	7,5	8,1
RN	391	104	11	7,3	3,6
BA	219	64	9	5,4	3,3
SE	134	37	6	2,7	3,6
MA, PI, CE	248	62	7	5,6	1
AM, TO, PA	112	31	6	2,5	3,1
Total da Região Norte-Nordeste	**5.848**	**1.540**	**229**	**137,9**	**87,7**
BRASIL	**59.418**	**15.079**	**2.842,6**	**1.268,8**	**1.515**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 12b, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DO FUNCIONAMENTO DE TODAS AS UNIDADES DA CLASSE, POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento em todas as unidades da classe (mwh)
SP	34.836	8.015	668	667
PR	6.612	1.542	140	139
MG	4.398	1.083	93	85
GO	7.465	1.916	173	173
MS	3.222	678	65	65
MG	1.726	468	35	35
RJ	889	223	15	15
ES	849	245	18	18
Total da região Centro-Sul	**59.996**	**14.170**	**1.208**	**1.197**

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento em todas as unidades da classe (mwh)
AL	3.676	985	86	82
PE	3.053	845	79	70
PB	1.192	304	35	31
RN	461	105	11	11
BA	304	86	7	7
SE	333	69	8	8
MA, PI, CE	869	242	19	19
AM, TO, PA	208	54	4	4
Total da Região Norte-Nordeste	**10.096**	**2.690**	**249**	**232**
BRASIL	**70.092**	**16.860**	**1.457**	**1.429**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 12c, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DO FUNCIONAMENTO DE TODAS AS UNIDADES DA CLASSE, POR ESTADO E REGIÃO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento em todas as unidades da classe (mwh)	Energia vendida por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)
SP	74.274	17.901	2.597	1.486	1.056,2
PR	8.904	2.175,6	273,9	195,5	76,8
MG	9.870	2.416,1	320,5	193,1	117,7
GO	10.203	2.669,9	344,4	241,9	102,3
MS	5.289	1.196,5	168,1	112,6	54,3
MT	3.121	835,3	79,6	61,7	17,9
RJ	889	223,1	14,7	14,7	-
ES	1.015	291,7	24,1	22,1	1,9
Total da região Centro-Sul	**113.565**	**27.709,4**	**3.821,8**	**2.327,8**	**1.427,3**
AL	6.377	1.644,9	184,3	144,6	33,4
PE	4,832	1.355,1	155,7	114	31,6
PB	1.456	376,5	50	38,8	8,1
RN	852	209,4	21,8	18,1	3,6
BA	523	149,3	15,6	12,3	3,3
SE	468	105,4	14,6	10,9	3,6
MA, PI, CE	1.117	303,1	25,8	24,8	1
AM, TO, PA	319	85,6	9,7	6,6	3,1
Total da Região Norte-Nordeste	**15.944**	**4.229,4**	**477,5**	**370,2**	**87,7**
BRASIL	**129.509**	**31.938,9**	**4.299,4**	**2.698**	**1.515**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Estes mesmos números, referentes ao desempenho médio das unidades, são mostrados nos quadros adiante. Como já mencionado, tais resultados refletem, basicamente, a dimensão média das usinas e destilarias em cada estado e a potência dos equipamentos em uso nas mesmas. Claramente, a regra geral que pode ser observada é de que as unidades que comercializam energia têm um desempenho bastante superior àquelas que ainda estão fora do mercado de energia elétrica. Outra observação pertinente está em que o tamanho padrão das unidades da região Centro-Sul é substancialmente maior que suas congêneres da região Norte-Nordeste.

Quadro 13a, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DO FUNCIONAMENTO DE TODAS AS UNIDADES DA CLASSE, POR ESTADO E REGIÃO

Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)	Energia vendida por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)
SP	668,2	167,4	32,3	14	18
PR	440,6	121,2	24,8	10,4	14,4
MG	477,5	114,5	20,2	9,5	10,6
GO	456,3	125,6	28,6	11,5	17,1
MS	435,2	108	21,1	9,8	11,2
MT	723,3	189,4	22,7	13,5	9,2
RJ	-	-	-	-	-
ES	166,4	46,6	5,8	3,9	1,9
Média da região Centro-Sul	**606,7**	**152,9**	**29,3**	**12,9**	**16,3**
AL	338,3	82,8	12,5	7,9	4,3
PE	249,5	72	11,4	6,2	5
PB	263,8	72,9	15,5	7,5	8,1
RN	391,4	104	10,9	7,3	3,6
BA	219	63,5	8,6	5,4	3,3
SE	69,2	18,9	3,2	1,4	1,8
MA, PI, CE	247,5	61,5	6,6	5,6	1
AM, TO, PA	111,6	31,3	5,6	2,5	3,1
Média da Região Norte-Nordeste	**297,2**	**78,4**	**11,8**	**7**	**4,6**
BRASIL	**557,8**	**141,1**	**26,6**	**11,9**	**14,4**

Quadro 13b, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DO FUNCIONAMENTO DE TODAS AS UNIDADES DA CLASSE, POR ESTADO E REGIÃO

Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)
SP	305,3	71,6	6	6
PR	261,5	59,9	5,4	5,3
MG	211,6	50	4	3,9
GO	248,8	63,9	5,8	5,8
MS	294,7	60,8	5,8	5,8
MT	245	66,8	5	5
RJ	169,6	42,4	2,8	2,8
ES	151,4	43,9	3,3	3,3
Média da região Centro-Sul	**274,8**	**64,8**	**5,5**	**5,4**

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)
AL	225,8	60,8	5,3	5,1
PE	205,1	56,7	5,4	4,7
PB	149,9	37,7	4,2	3,9
RN	156,5	33,6	3,7	3,6
BA	102,1	25,6	2,5	2,5
SE	77,8	15,8	1,9	1,9
MA,PI,CE	129	36	3,2	3,2
AM, TO, PA	63,1	16,3	1,3	1,3
Média da Região Norte-Nordeste	**167,5**	**44,3**	**4,2**	**3,9**
BRASIL	**256,2**	**61,2**	**5,3**	**5,2**

Quadro 13c, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DO FUNCIONAMENTO DE TODAS AS UNIDADES DA CLASSE, POR ESTADO E REGIÃO

Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Cana moída por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Bagaço queimado por hora de funcionamento por unidade da classe (ton)	Energia gerada por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)	Energia autoconsumida por hora de funcionamento por unidade da classe (mwh)	Energia vendida por hora de funcionamento de todas as unidades da classe (mwh)
SP	429,3	104,3	15	8,7	6,2
PR	291,8	70,3	8,7	6,2	2,4
MG	295,8	70,4	9,1	5,7	3,4
GO	283,4	74,2	9,6	6,7	2,8
MS	333,8	74,8	10,5	6,9	3,1
MT	376,4	100,5	9,9	7,3	2,5
RJ	169,6	42,4	2,8	2,8	-
ES	154,3	44,4	3,8	3,4	0,4
Média da região Centro-Sul	**372**	**90,6**	**12,5**	**7,6**	**4,8**
AL	266,6	28,8	7,9	6,1	1,5
PE	219,8	61,8	7,4	5,2	1,7
PB	161,6	41,3	5,4	4,2	0,8
RN	231	55,9	6	4,8	1,1
BA	132,8	35,5	4,1	3,3	0,9
SE	74,6	16,9	2,4	1,7	0,7
MA, PI, CE	149,3	40,4	3,7	3,6	0,2
AM, TO, PA	82,5	22,3	3	1,7	1,2
Média da Região Norte-Nordeste	**202,5**	**53,5**	**6,3**	**4,7**	**1,3**
BRASIL	**343,3**	**84,3**	**11,4**	**7,1**	**4,2**

Fonte dos quadros 13a, 13b e 13c: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros apresentados a seguir, os dados da energia gerada estão associados à quantidade de bagaço queimado, ou seja, à quantidade de combustível utilizada. Esta é uma informação de grande relevância, pois é a base para a elaboração de todos os exercícios que constam no capítulo IV.

Como abordagem preliminar, são mostrados os dados referentes a todas as unidades de produção dos estados participantes desta atividade. É enfatizado que a distinção feita entre energia por tonelada de bagaço e por tonelada de cana é necessária porque este último indicador, apesar de ser derivado do primeiro, auxilia na compreensão dos cálculos efetuados e facilita o entendimento dos exercícios ao longo do estudo. Ou seja, é muito mais fácil visualizar a dimensão dos dados quando relacionados com a quantidade de cana do que com a quantidade de bagaço queimado como combustível.

Quadro 14a, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Energia gerada por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades de classe (kwh)	Energia gerada por tonelada de cana moída por todas as unidades da classe (kwh)	Energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades da classe (kwh)	Energia vendida por tonelada de bagaço por todas as unidades da classe (kwh)
SP	11.239,3	2.839,6	5.038,5	6.143,6
PR	1.026	289,6	438	588,1
MG	1.982,4	479,6	974,4	990,1
GO	1.331,4	369,7	561,1	769,2
MS	1.017,9	266,2	444,2	538,7
MT	245,7	65,8	147,9	97,8
RJ	-	-	-	-
ES	124,8	34,9	83,2	41,6
Total da região Centro-Sul	**16.967,4**	**4.345,4**	**7.687,3**	**9.169,1**
AL	1.221,7	295,4	768	406
PE	1.006,7	296,1	598,2	400
PB	213,2	58,9	102,3	110,9
RN	105	27,9	70,6	34,3
BA	136,2	39,5	84,3	51,9
SE	359,8	100,5	144,8	215
MA, PI, CE	107,1	26,6	90,8	16,3
AM, TO, PA	177,8	49,8	78,4	99,4
Total da Região Norte-Nordeste	**3.327,5**	**894,7**	**1.937,5**	**1.333,8**
BRASIL	**20.295**	**5.240,1**	**9.624,8**	**10.502,9**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 14b, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Energia gerada por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades de classe (kwh)	Energia gerada por tonelada de cana moída por todas as unidades da classe (kwh)	Energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades da classe (kwh)
SP	9.797,8	2.225	9,790,2
PR	2.213,6	507,8	2.173,9
MG	2.081,7	496,3	2.046,7
GO	2.679,5	667,2	2.679,5
MS	1.135,7	226	1.135,7
MT	559,4	143,4	559,4
RJ	343,6	91	343,6
ES	541,7	129,4	541,7
Total da região Centro-Sul	**19.353**	**4.486,1**	**19.270,6**

Estado/Região	Energia gerada por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades de classe (kwh)	Energia gerada por tonelada de cana moída por todas as unidades da classe (kwh)	Energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades da classe (kwh)
AL	1.398,6	369,4	1.331
PE	1.280,6	345,9	1.201,2
PB	906,4	229	833,3
RN	347,1	78	330,7
BA	252,2	67,3	252,2
SE	454,3	94,2	454,3
MA, PI, CE	847,9	221,4	847,9
AM, TO, PA	233,1	60	233,1
Total da Região Norte-Nordeste	**5.720,2**	**1.465,2**	**5.483,7**
BRASIL	**25.073,2**	**5.951,3**	**24.754,3**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 14c, Cap. II - INDICADORES DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR ESTADO E REGIÃO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Energia gerada por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades de classe (kwh)	Energia gerada por tonelada de cana moída por todas as unidades da classe (kwh)	Energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado por todas as unidades da classe (kwh)	Energia vendida por tonelada de bagaço por todas as unidades da classe (kwh)
SP	21.037,1	5.064,7	14.828,7	6.143,6
PR	3.239,6	797,4	2.611,8	588,1
MG	4.064	975,9	3.240,6	769,2
GO	4.010,8	1.036,8	3.240,6	769,2
MS	2.153,6	492,2	1.579,9	538,7
MT	805,1	209,2	707,3	97,8
RJ	343,6	91	343,6	-
ES	666,5	164,4	624,9	41,6
Total da região Centro-Sul	**36.320,4**	**8.831,5**	**26.957,9**	**9.169,1**
AL	2.620,3	664,8	2.099,1	406
PE	2.287,3	642	1799,4	400
PB	1.119,6	287,9	935,6	110,9
RN	452,1	105,9	401,3	34,3
BA	388,4	106,8	336,5	51,9
SE	814,1	194,7	599,1	215
MA, PI, CE	955,1	248	938,7	16,3
AM, TO, PA	410,9	109,7	311,5	99,4
Total da Região Norte-Nordeste	**9.047,8**	**2.359,9**	**7.421,2**	**1.333,8**
BRASIL	**45.368,2**	**11.191,4**	**34.379,1**	**10.502,9**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Na leitura dos dados apresentados deve ser notado que eles mostram, por estado, a quantidade média de energia elétrica que foi obtida com a moagem de uma tonelada de bagaço (que tem um equivalente por tonelada de cana moída) em todo o período da safra. Este volume está diretamente associado à participação dos estados no total da safra nacional de cana e nos modelos de equipamentos em uso pelas unidades.

A partir desses dados, é possível chegar à informação de maior relevância do estudo: **a quantidade de energia elétrica que o setor estava obtendo por unidade de combustível queimado,** neste caso a tonelada de bagaço na safra em análise. Esses números indicam o nível de eficiência técnica atual no aproveitamento do potencial energético do bagaço da cana. Obviamente, este resultado está diretamente relacionado com a capacidade operacional das fornalhas e caldeiras onde ele é queimado.

Quadro 15a, Cap. II - INDICADORES MÉDIOS DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR TONELADA DE BAGAÇO QUEIMADO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)	Média da energia vendida por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)
SP	193	83,9	107,5
PR	204,8	85,9	118,9
MG	176,1	82,7	92,5
GO	221,9	93,5	128,2
MS	195,4	90,5	103,6
MT	120	71,4	48,5
RJ	-	-	-
ES	124,8	83,2	41,6
Média da região Centro-Sul	**191,8**	**84,1**	**106,3**
AL	150,4	95,1	51,3
PE	157,6	86,7	69,8
PB	213,2	102,3	110,9
RN	105	70,6	34,3
BA	136,2	84,3	51,9
SE	171,9	74,1	97,8
MA, PI, CE	107,1	90,8	16,3
AM, TO, PA	177,8	78,4	99,4
Média da Região Norte-Nordeste	**150,8**	**89,4**	**59,3**
BRASIL	**188,2**	**84,6**	**102,2**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 15b, Cap. II - INDICADORES MÉDIOS DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR TONELADA DE BAGAÇO QUEIMADO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)
SP	83,4	83,3
PR	89,4	88,3
MG	80,6	78,5
GO	89,3	89,3
MS	95,7	95,7
MT	74,9	74,9
RJ	65,7	65,7
ES	74,3	74,3
Média da região Centro-Sul	**84,5**	**84,1**

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)
AL	87,3	83,2
PE	94,8	82,7
PB	112,3	102,9
RN	109,8	107,9
BA	99	99
SE	119,5	119,5
MA, PI, CE	87,5	87,5
AM, TO, PA	77,5	77,5
Média da Região Norte-Nordeste	**94,9**	**88,1**
BRASIL	**85,8**	**84,6**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 15c, Cap. II - INDICADORES MÉDIOS DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR TONELADA DE BAGAÇO QUEIMADO
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)	Média da energia vendida por tonelada de bagaço queimado nas unidades da classe (kwh)
SP	143,5	83,6	59
PR	123,1	87,6	34,7
MG	129,8	80,7	47,6
GO	111,4	90	21,4
MS	134,6	98,7	33,7
MT	98,2	73,1	25,1
RJ	65,7	65,7	-
ES	84,5	76,1	8,4
Média da região Centro-Sul	**137,5**	**84,1**	**52,5**
AL	114,9	88,4	22,4
PE	119,1	84,2	27
PB	130,6	102,8	20,1
RN	107	85,9	20,2
BA	116,5	92,1	24,4
SE	141	100,9	40,1
MA, PI, CE	92,6	88,3	4,3
AM, TO, PA	133,9	78	55,8
Média da Região Norte-Nordeste	**117**	**88,6**	**23,4**
BRASIL	**135,3**	**84,6**	**49,4**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A comparação entre os quadros 15a e 15b explicita uma consequência natural da presente situação: as unidades que reformam e/ou substituem seus equipamentos de geração elétrica passam a ter uma eficiência técnica na queima do bagaço muito maior que suas congêneres que não operaram as transformações necessárias: esta relação é 2,3 nos estados da região Centro-Sul e 1,59 na região Norte-Nordeste. Esta diferença revela um fato notável: existe uma enorme quantidade de energia térmica no bagaço da cana que tem sido ignorada por décadas e que somente nos anos recentes começou a ser aproveitada. Um exercício para dimensionar, a partir do padrão

tecnológico atualmente disponível, a quantidade dessa energia contida no bagaço está desenvolvido no capítulo IV.

Para finalizar esta seção, com o objetivo de complementar a apresentação anterior, os quadros seguintes mostram os resultados equivalentes quando medidos em tonelada moída de cana-de-açúcar, que é a matéria-prima básica para a produção do bagaço.

Quadro 16a, Cap. II - INDICADORES MÉDIOS DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR TONELADA DE CANA MOÍDA
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)	Média da energia vendida por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)
SP	48,4	21	26,9
PR	56,3	23,6	32,7
MG	42,2	19,8	22,2
GO	61,6	26	35,6
MS	48,5	22,4	25,7
MT	31,4	18,7	12,7
RJ	-	-	-
ES	34,9	23,3	11,6
Média da região Centro-Sul	**46,7**	**20,5**	**25,9**
AL	36,8	23,3	12,6
PE	45,5	25	20,2
PB	58,9	28,3	30,6
RN	27,9	18,8	9,1
BA	39,5	24,5	15
SE	47	20,2	26,7
MA, PI, CE	26,6	22,6	4,1
AM, TO, PA	49,8	22	27,8
Média da Região Norte-Nordeste	**39,8**	**23,6**	**15,7**
BRASIL	**46,2**	**20,8**	**25,1**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 16b, Cap. II - INDICADORES MÉDIOS DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR TONELADA DE CANA MOÍDA
Unidades que não comercializam energia elétrica

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)
SP	19,5	19,5
PR	20,5	20,2
MG	19,1	18,6
GO	22,2	22,2
MS	19,7	19,7
MT	20,4	20,4
RJ	16,4	16,4
ES	21,5	21,5
Média da região Centro-Sul	**20,6**	**20,5**

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)
AL	23,5	22,4
PE	26,2	22,9
PB	28,2	25,9
RN	23,6	23,2
BA	24,8	24,8
SE	24,2	24,2
MA, PI, CE	24,4	24,4
AM, TO, PA	20	20
Média da Região Norte-Nordeste	**25,1**	**23,3**
BRASIL	**21,1**	**20,8**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 16c, Cap. II - INDICADORES MÉDIOS DE DESEMPENHO DE GERAÇÃO ELÉTRICA DAS UNIDADES POR TONELADA DE CANA MOÍDA
Todas as unidades visitadas

Estado/Região	Média da energia gerada por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)	Média da energia autoconsumida por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)	Média da energia vendida por tonelada de cana moída nas unidades da classe (kwh)
SP	34,9	20,3	14,3
PR	29,6	21,1	8,4
MG	30,9	19,2	11,3
GO	28,8	23,3	5,5
MS	30,8	22,6	7,7
MT	26,2	19,5	6,7
RJ	16,4	16,4	-
ES	24,3	21,9	2,4
Média da região Centro-Sul	**33,5**	**20,5**	**12,8**
AL	29,6	22,8	5,8
PE	33,5	23,7	7,6
PB	33,3	26,3	5,1
RN	25,9	20,8	4,9
BA	31,2	24,6	6,5
SE	32	22,9	9,1
MA, PI, CE	25	23,9	1,2
AM, TO, PA	36,1	21,1	15,1
Média da Região Norte-Nordeste	**30,9**	**23,4**	**6,2**
BRASIL	**33,2**	**20,8**	**12,5**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Observamos que nos dados apresentados nesses quadros está dimensionada a quantidade média de energia elétrica, medida em *kilowatts*, que é necessária para o processamento de uma tonelada de cana, indicando que estes números estão, em média, muito próximos entre si em todos os estados envolvidos.

Seção 6 - Estimativa da receita realizada com a venda da energia termoelétrica

Nesta seção, elaboramos uma estimativa dos valores faturados com a energia vendida por estado e grande região. É um cálculo ilustrativo e bastante simples admitindo que o preço médio de venda em todos os estados foi de R$ 140,00 por megawatt/hora. A partir dos números da energia vendida a terceiros antes apresentado, construímos o quadro abaixo que inclui o total das receitas auferidas pelos estados e que somou R$1,024 bilhão. É necessário enfatizar que este exercício numérico tem como propósito principal indicar a grandeza dos valores associados a este comércio e não reflete, necessariamente, o observado na realidade.

Da mesma forma, como conhecemos a quantidade do bagaço combustível queimado para a geração da energia comercializada é possível estimar também quanto esse faturamento representa por tonelada de bagaço e também por tonelada de cana moída. Mais ainda, nesta mesma linha de raciocínio, é possível mensurar também, a partir do rendimento físico médio da cana nos estados envolvidos, o valor que corresponde a um hectare de cultivo dessa gramínea. Todas essas informações estão consolidadas no quadro 17:

Quadro 17, Cap. II - ESTIMATIVA DA RECEITA FATURADA COM A VENDA DA ENERGIA ELÉTRICA POR ESTADO E REGIÃO
Unidades que comercializam energia elétrica

Estado/Região	Valor da venda da energia R$140,00 por MWH (R$1000,00)	Receita gerada por tonelada de bagaço queimado para venda (R$ por tonelada)	Receita equivalente gerada por tonelada de cana (R$ por tonelada)	Receita equivalente gerada por hectare de cana cortada (R$ por hectare)
SP	727.540,76	30,89	8,48	744,89
PR	53.230,87	30,72	8,45	717,17
MG	79.249,67	27,90	6,69	567,03
GO	67.380,88	34,05	8,16	693,46
MS	30.406,48	27,86	6,17	541,53
MT	13.198,56	16,75	4,39	354,06
RJ	-	-	-	-
ES	1.354,72	17,47	5,03	296,18
Total da região Centro-Sul	**972.361,95**	**30,33**	**7,39**	**635,39**
AL	19.667,07	22,97	5,93	324,32
PE	19.369,06	27,26	7,66	424,50
PB	4.480,89	29,85	7,62	416,92
RN	2.412,00	14,69	3,56	184,22
BA	1.911,76	19,07	5,10	402,09
SE	1.885,82	24,27	5,50	326,62
MA, PI, CE	545,35	15,00	4,06	247,67
AM, TO, PA	1,856,98	24,89	6,72	383,76
Total da Região Norte-Nordeste	**52.128,93**	**24,02**	**6,35**	**356,01**
BRASIL	**1.024.490,89**	**29,93**	**7,35**	**599,66**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Finalmente, é importante mencionar dois pontos que devem ser notados na leitura desse quadro:

1) os valores estimados por tonelada de bagaço queimado estão associados à eficiência

técnica dos equipamentos em uso nas unidades de produção: quanto mais eficientes forem tais equipamentos, maior a receita possível de ser apurada;

2) o valor por tonelada de cana mostrado no quadro está associado à parcela da cana processada que produziu o bagaço queimado para gerar a energia comercializada. Se for considerada toda a cana processada pela mesma unidade, este valor será menor e proporcional à energia vendida do total gerado. Para as unidades que não vendem energia, não existe receita dessa natureza. Uma análise mais completa deste assunto é apresentada no capítulo IV.

Capítulo III

Análise da Geração Termoelétrica de Acordo com a Dimensão das Unidades de Produção nas Principais Regiões de Cana-de-Açúcar

Neste capítulo, a abordagem do assunto será feita em maior detalhamento. Primeiramente, as unidades de produção visitadas foram separadas em três espaços geográficos distintos: o estado de São Paulo; a região Centro-Sul (exceto São Paulo) e a região Norte-Nordeste. Dentro dessas regiões, foram organizadas as unidades de produção em classes, juntando a unidades com dimensão semelhante. Os dois propósitos são deslindar como a localização e a dimensão afetam o comportamento das unidades na decisão de fazer as reformas ou substituição de seus equipamentos de geração elétrica e de que forma a mudança altera os parâmetros técnicos de geração e aproveitamento energético do agrocombustível.

A classificação das unidades por dimensão foi feita de acordo com cada milhão de tonelada de cana processada na safra 2009-10, conforme a lista abaixo, onde também foi criada uma designação genérica para cada classe que facilitará as referências feitas nos textos que se seguirão:

Moagem de mais de 5 milhões de toneladas (muito grande)
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas (grande)
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas (média alta)
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas (média)
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas (pequena)
Moagem de menos de 1 milhão de toneladas (muito pequena)

O modelo de apresentação é o mesmo para as três regiões escolhidas, tendo como única exceção a distribuição das unidades por mesorregião no estado de São Paulo. A exceção se justifica pelo fato desse estado concentrar um grande contingente de unidades num espaço geográfico relativamente pequeno. A observação das mesorregiões pode facilitar a formulação de programas orientados de acordo com o potencial de geração regional.

Seção 1 – O Estado de São Paulo

O estado de São Paulo é a unidade da federação hegemônica na exploração da atividade sucroalcooleira e processou 60,2% da safra nacional da cana-de-açúcar na temporada 2009-10. Essa predominância está associada à ótima qualidade dos solos de grande parte de seu território, que são planos, profundos e bem drenados e com boa fertilidade natural; às excelentes condições ambientais para a produção daquela gramínea que proporcionam chuvas em volume e regularidade adequadas e temperatura ambiente durante o ano que favorece o desenvolvimento

vegetativo das plantas jovens e o repouso vegetativo quando elas estão maduras e prontas para o corte. Ademais, os meses de inverno propiciam umidade suficiente para que cana cortada rebrote naturalmente sem necessidade de qualquer tipo de irrigação sistematizada, evitando os acréscimos de custo decorrentes. Essas condições permitem que este estado obtenha ótimos níveis de rendimento físico por hectare de área cultivada, bem como elevado rendimento industrial em sacarose, que é a matéria-prima básica para a produção de açúcar e álcool etílico.

Aliado a este privilégio geográfico, o estado estabeleceu uma enorme tradição na gestão da atividade sucroalcooleira, desenvolveu um elevado nível de conhecimento científico e tecnológico sobre os diversos ângulos agrícolas e industriais dessa atividade, consolidou uma classe dirigente inovadora e progressista e tornou-se modelo para os demais estados produtores.

Este estudo da indústria sucroalcooleira paulista será feito de duas formas distintas: a avaliação do conjunto das unidades do estado e, a análise dos mesmos dados desagregados por mesorregião.

1) Avaliação do comportamento do conjunto das unidades de produção do estado de acordo com o volume da cana moída

O panorama atual da situação das unidades paulistas na geração elétrica indica que as de grande dimensão já aderiram com grande contingente ao novo negócio. As médias ainda têm um grande número fora desse mercado e a adesão das pequenas ainda é inexpressiva. O resumo geral da situação no final da temporada 2009-10 indica que tão somente 34,1% das unidades paulistas já se integraram à rede geral e as demais, na proporção de 65,9%, continuam gerando apenas para seu próprio consumo:

Unidade produtora por dimensão	Participação das unidades que vendem energia		Participação das unidades que não vendem energia	
	Nº	Participação	Nº	Participação
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	9	100%	-	0%
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	8	80%	2	20%
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	9	50%	9	50%
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	20	52,6%	18	47,4%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	12	19,4%	50	80,6%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	-	0%	33	100%
Todos	**58**	**34,1%**	**112**	**65,9%**

A consolidação dos dados sobre o **tamanho das unidades de produção** no estado, de acordo com as classes, aparece nos quadros adiante, que também separam as unidades que têm comércio de energia daquelas que somente cuidam de sua autossuficiência.

Quadro 1a, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NO ESTADO DE SÃO PAULO

Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	9	57.999	14.580	1.615	16.195
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	8	35.929	8.787	910	9.697
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	9	30.142	7.726	479	8.204
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	20	50.108	12.430	1.450	13.880
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	12	18.774	4.815	194	5.009
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	0	-	-	-	-
Todos	**58**	**192.952**	**48.338**	**4.647**	**52.985**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 1b, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NO ESTADO DE SÃO PAULO

Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	0	-	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	2	8.178	1.991	214	2.205
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	9	30.241	6.713	1.160	7.873
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	18	40.544	9.546	1.816	11.363
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	50	72.347	17.299	2.954	20.254
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	33	18.383	4.235	831	5.066
Todos	**112**	**169.693**	**39.784**	**6.976**	**46.760**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 1c, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NO ESTADO DE SÃO PAULO

Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	9	57.999	14.580	1.615	16.195
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	10	44.107	10.778	1.124	11.902
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	18	60.382	14.438	1.638	16.077
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	38	90.652	21.976	3.266	25.243
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	62	91.122	22.114	3.148	25.262
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	33	18.383	4.235	831	5.066
Todos	**170**	**362.645**	**88.122**	**11.623**	**99.745**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O primeiro ponto a ser registrado é que todas as unidades que moem volume acima de 5 milhões de toneladas já se integraram à geração e transmissão de energia elétrica ao sistema integrado. Da mesma forma, nenhuma das unidades muito pequenas fez as transformações necessárias para gerar excedentes comercializáveis. O segundo ponto é que a proporção da

cana moída pelas classes escolhidas mostra que não existe grande concentração em qualquer uma delas, cabendo notar apenas que as unidades classificadas como muito pequenas têm pouca expressão no total. Essa grande dispersão é consequência da própria natureza da atividade que limita a dimensão das unidades aos canaviais disponíveis em sua periferia. A distância média do canavial até o ponto de recepção e processamento, que define o custo do transporte dessa matéria-prima, limita o poder de competição das unidades. Ou seja, neste setor pode haver concentração da capacidade industrial em grandes grupos econômicos, porém não é viável concentrar a produção em poucas megaunidades. A participação de cada classe na produção é a seguinte:

Dimensão da unidade (em tonelada de cana moída)	Participação percentual no total da moagem
Mais de 5 milhões de toneladas	16%
Entre 4 e 5 milhões de toneladas	12,2%
Entre 3 e 4 milhões de toneladas	16,7%
Entre 2 e 3 milhões de toneladas	25%
Entre 1 e 2 milhões de toneladas	25,1%
Menos de 1 milhão de toneladas	5,1%

No quadro 2 adiante, são mostrados os números com a **disponibilidade de bagaço** nas unidades que vendem energia e a quantidade queimada na geração para a venda e para o auto-consumo, cabendo observar que a parcela destinada à venda é majoritária nas três maiores classes de unidades e minoritária nas duas classes que congregam as unidades menores:

Quadro 2, Cap. III - DESTINAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL QUEIMADO EM TODAS AS UNIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Bagaço destinado à geração para o autoconsumo (mil t)	Bagaço destinado à geração para a venda (mil t)	Total do bagaço queimado como combustível (mil t)	Participação percentual no total	
				Autoconsumo	Venda
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	7.022	7.558	14.580	48,2%	51,8%
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	4.113	4.675	8.787	46,8%	53,2%
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	3.444	4.282	7.726	44,6%	55,4%
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	7,721	4.709	12.430	62,1%	37,9%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	2.486	2.329	4.815	51,6%	48,4%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	-	-	-	-	-
Todos	**24.786**	**23.552**	**48.338**	**51,3%**	**48,7%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros a seguir são apresentados os resultados encontrados para o estado sobre a **capacidade de geração e o total gerado na safra 2009-10**, de acordo com as classes. O total apurado da potência instalada no estado, 3.253,6 *megawatts*, representa 55,0% do total nacional e o total da energia gerada de 12,65 milhões de *megawatts* significa uma parcela de 63,1% do total nacional. Estes números indicam que os demais estados produtores de cana, que processam 39,8% da safra nacional e comportam uma parcela de 45,0% dessa capacidade para gerar 36,9% da energia, estão mais atrasados no processo de adesão ao novo negócio.

Do total da energia gerada na safra pelas unidades paulistas, 73,8% é de responsabilidade

das unidades que vendem energia e 26,2% das unidades que somente geram para consumo próprio. Esta desproporção entre as duas categorias de unidades de produção se explica pelo fato de que as unidades transformadas passam a ser muito mais eficientes no aproveitamento da energia térmica do bagaço.

Quadro 3a, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE EM TODAS AS UNIDADES DE PRODUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada(kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total Comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	741.940	2.938.308	1.198.329	1.684.280
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	437.000	1.803.019	737.034	1.055.995
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	362.860	1.505.141	597.234	900.228
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	509.540	2.087.342	1.087.551	994.939
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	323.200	997.232	435.952	561.278
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	-	-	-	-
Todos	**2.374.540**	**9.331.041**	**4.056.101**	**5.196.720**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 3b, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE EM TODAS AS UNIDADES DE PRODUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada(kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	57.000	169.426	169.426
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	114.525	564.865	564.865
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	171.450	750.816	748.077
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	398.147	1.459.399	1.459.399
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	137.980	371.574	371.501
Todos	**879.102**	**3.316.080**	**3.313.268**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 3c, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE EM TODAS AS UNIDADES DE PRODUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada(kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total Comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	741.940	2.938.308	1.198.329	1.684.280
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	494.000	1.972.444	906.460	1.055.995
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	477.385	2.070.006	1.162.099	900.228
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	680.990	2.838.158	1.835.628	994.939
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	721.347	2.456.631	1.895.351	561.278
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	137.980	371.574	371.501	-
Todos	**3.253.642**	**12.647.121**	**7.369.369**	**5.196.720**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros seguintes estão apresentados os **valores médios da geração elétrica** informada por unidade, de acordo com a classe. Um ponto óbvio que pode ser notado está em que existe

uma relação direta entre o tamanho das usinas e destilarias e a dimensão dos valores da potência instalada e da geração na safra: quanto maior a unidade maior a necessidade de energia.

Quadro4a, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade (kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)	Venda média na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	82.438	326.479	133.148	187.142
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	54.625	225.377	92.129	131.999
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	40.318	167.238	66.359	100.025
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	25.477	104.367	54.378	49.747
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	26.933	83.103	36.329	46.773
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	-	-	-	-
Todos	**39.037**	**160.880**	**69.933**	**89.599**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro4b, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade (kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	28.500	84.713	84.713
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	12.725	62.763	62.763
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	9.525	41.712	41.560
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	7.963	29.188	29.188
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	4.181	11.260	11.258
Todos	**7.849**	**29.608**	**29.583**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro4c, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade (kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)	Venda média na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	82.438	326.479	133.148	187.142
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	49.400	197.244	90.646	105.600
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	26.521	115.000	64.561	50.013
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	17.921	74.688	48.306	26.183
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	11.695	39.623	30.570	9.053
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	4.181	11.260	11.258	-
Todos	**19.139**	**74.395**	**43.349**	**30.569**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A partir dos dados apresentados, pode-se construir alguns indicadores que permitem identificar o nível de desempenho da geração elétrica nas classes escolhidas para análise,

separando as categorias dos vendedores e não vendedores. O quadro 5 apresenta os dados do **rendimento energético do bagaço para cada tonelada queimada** e a destinação da energia gerada. As três classes superiores têm, em média, um desempenho bastante assemelhado, em torno de 200*kilowatts* de energia por tonelada de agrocombustível.

Quadro5, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Unidade produtora por dimensão	Unidades que comercializam energia elétrica			Unidades que não comercializam energia elétrica	
	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Venda por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	201,5	81,8	115,5	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	205,2	83,9	120,2	85,1	85,1
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	194,8	77,3	116,5	84,1	84,1
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	167,9	87,5	80	78,7	78,4
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	207,1	90,5	116,6	84,4	84,4
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	-	-	-	87,7	87,7
Todos	**193**	**83,9**	**107,5**	**83,4**	**83,3**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Um comentário importante a ser feito, e que não aparece na apresentação, é que existe, em todas as classes, uma grande variância entre os dados individuais das unidades revelando que não existe um modelo comum a balizar as decisões empresarias na reforma ou na substituição de seus equipamentos. A grande diferença observada entre as empresas mais eficientes no uso do bagaço e as demais é uma questão preocupante e será objeto de exame no capítulo IV.

Outra observação a ser feita é que os resultados para as classes mais baixas estão influenciados pelos dados das unidades de produção instaladas nos anos recentes e cujo processo de maturação ainda está em andamento e estão moendo quantidades menores do que a programada para a fase madura[13]. Como os equipamentos utilizados na geração elétrica estão dimensionados para o total da capacidade nominal prevista, os rendimentos de unidade por tonelada utilizada estão bem acima das demais participantes da classe cujos processos industriais já estão maduros. A presença dessas unidades faz subir o rendimento médio da classe de forma artificial. Essas ocorrências, de forma mais atenuada, também são percebidas na categoria das unidades que geram apenas para autoconsumo. A explicação para essa ocorrência está em que algumas unidades novas ainda não fizeram as interligações necessárias ao despacho da energia para terceiros e ainda não estão comercializando seus excedentes. Essa constatação indica que as novas unidades que estão sendo instaladas já incluem em sua lista de negócios a geração de excedentes de energia elétrica para venda a terceiros.

Com o mesmo propósito, o quadro 6 apresenta os indicadores de **capacidade instalada**

[13] Em geral, as novas unidades programam a formação das lavouras canavieiras para um período médio de três anos sucessivos. Essa prática é necessária para a formação de um perfil de idade do canavial que facilite o manejo da colheita, permitindo que a renovação dos canaviais mais antigos possa ser feita sem reduzir, de forma significativa, a oferta da cana no período da safra.

por cada mil toneladas de cana moída e a **geração por hora de atividade** na safra, e denota um comportamento semelhante ao apresentado no quadro anterior no tocante ao desempenho das classes de unidades:

Quadro6, Cap. III - INDICADORES DE CAPACIDADE INSTALADA POR MIL TONELADAS DE CANA PROCESSADA E GERAÇÃO POR HORA DE ATIVIDADE POR CLASSE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Unidade produtora por dimensão	Unidades que vendem energia elétrica		Unidades que não vendem energia elétrica	
	Capacidade instalada para cada mil toneladas de cana moída (kw)	Geração por hora de atividade (mwh)	Capacidade instalada para cada mil toneladas de cana moída (kwh)	Geração por hora de atividade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	12,79	60,87	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	12,16	45,95	6,97	14,65
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	12,04	36,28	3,79	12,27
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	10,17	20,83	4,23	8,06
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	17,21	16,74	5,5	5,8
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	-	-	7,51	2,42
Todos	**12,31**	**32,31**	**5,18**	**5,97**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

2) Análise dos dados do estado de São Paulo desagregados por mesorregião.

Por último, e exclusivamente para o estado de São Paulo, foram separadas as unidades de produção que integram o estudo de acordo com as mesorregiões em que estão localizadas no estado[14]. Essa exclusividade se explica pela grande densidade da produção canavieira num espaço geográfico relativamente pequeno e que concentra um número expressivo de unidades. Esse mapeamento do estado proporciona também uma visão conjunta da importância local na produção da cana e na geração elétrica. Como nos demais capítulos, esta seção apresenta uma sequência padrão de informações: o número de unidades em atividade e os dados sobre a produção de cana-de-açúcar e oferta do bagaço, para o total das unidades e a média local; a capacidade instalada de geração e a energia produzida no período da safra 2009-10 para todas as unidades e a média local, separando a energia autoconsumida, o excedente comercializado e os indicadores de desempenho e eficiência desenhados para permitir a observação visual desse comportamento. Da mesma forma, estão sempre separados os dados das unidades que participam do comércio regular desse produto, aquelas que geram apenas para autoconsumo e o total para todas as unidades participantes da amostra.

No quadro 7 é apresentado o **número de unidades e a quantidade de cana** que é processada nas dez mesorregiões do estado onde a atividade canavieira está instalada. A posição das mesorregiões no quadro está associada ao volume da cana processada, cabendo observar a predominância da região de Ribeirão Preto (que representa 28,6% da safra paulista). Outro ponto a ser notado está no grande número de unidades (66%) que, até o final da safra 2009-10, ainda não havia feito a opção pelo novo negócio.

[14] O estado de São Paulo está oficialmente dividido em 15 mesoregiões (1 - S. José do R. Preto; 2 – Ribeirão Preto; 3 – Araçatuba; 4 – Bauru; 5 – Araraquara; 6 – Piracicaba; 7 – Campinas; 8 - Presidente Prudente; 9 – Marília; 10 – Assis; 11 – Itapetininga; 12 – Macro Metropolitana Paulista; 13 – Vale do Paraíba Paulista; 14 – Litoral Sul-Paulista; 15 – Metropolitana de São Paulo) das quais 10 têm unidades de produção sucroalcooleiras em seu território. Para os propósitos do estudo, não é levada em conta a classificação numérica oficial. A posição delas nas tabelas está associada à dimensão da capacidade de processamento de suas unidades de produção.

Quadro 7, Cap. III - NÚMERO DE UNIDADES E TOTAL DA CANA MOÍDA POR MESORREGIÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Número de unidades visitadas			Total da cana moída na safra		
	Unidades que vendem energia	Unidades que não vendem energia	Todas as unidades visitadas no estado	Unidades que vendem energia (mil t)	Unidades que não vendem energia (mil t)	Todas as unidades visitadas no estado (mil t)
Ribeirão Preto	15	21	36	59.516,9	44.341,2	103.858,1
São José do Rio Preto	12	15	27	41.849,3	20.009,4	61.858,7
Bauru	6	14	20	26.112,9	20.629,5	46.742,4
Araçatuba	5	13	18	9.431	21,776,5	31.207,5
Piracicaba	4	11	15	14.269,9	15.914,5	31.184,4
Assis	6	12	18	17.141,4	11.522,1	28.663,5
Presidente Prudente	4	10	14	9.370,8	12.773,8	22.144,6
Campinas	3	8	11	6.847,3	10.103,5	16.943,7
Araraquara	2	6	8	6.682	10.261,4	16.943,7
Itapetininga	1	2	3	1.729,9	2.361,1	4.091
Total do estado	**58**	**112**	**170**	**192.951,7**	**169.693,1**	**362.644,8**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Relativamente ao **tamanho médio das unidades** das mesorregiões, conforme o quadro abaixo, a região de Ribeirão Preto também tem um expressivo destaque e suas unidades moem, em média, quase 2,9 milhões de toneladas a cada ano:

Quadro 8, Cap. III - MÉDIA DA CANA MOÍDA POR MESORREGIÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Média da cana moída na safra		
	Unidades que vendem energia (mil t)	Unidades que não vendem energia (mil t)	Todas as unidades visitadas no estado (mil t)
Ribeirão Preto	3.967,8	2.111,5	2.884,9
São José do Rio Preto	3.487,4	1.334	2.291,1
Bauru	4.352,1	1.473,5	2.337,1
Araçatuba	1.886,2	1.675,1	1.733,7
Piracicaba	3.567,5	1.446,8	2.012,3
Assis	2.856,9	960,2	1.592,4
Presidente Prudente	2.342,7	1.277,4	1.541,8
Campinas	2.282,4	1.262,9	1.541
Araraquara	3.341	1.710,2	2.118
Itapetininga	1.729,9	1.180,6	1.363,7
Média do estado	**3.326,8**	**1.515,1**	**2.133,2**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A **participação percentual das mesorregiões** no total da cana moída no estado e a **proporção das unidades que já participam do novo negócio** constam no quadro 9 adiante. A partir dos percentuais indicados é possível observar também que o tamanho médio das unidades que já fizeram as transformações em seus equipamentos é mais de duas vezes maior do que as unidades que ainda estão fora desse mercado. Apesar de serem apenas 34,2% do total das unidades, as mesmas representam 53,2% da cana processada no estado.

Quadro 9, Cap. III - PARTICIPAÇÃO DAS MESORREGIÕES NA PRODUÇÃO DE CANA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Participação da mesorregião no total da moagem do estado	Participação no total da cana moída na mesorregião	
		pelas unidades que vendem energia	Pelas unidades que não vendem energia
Ribeirão Preto	28,6%	57,3%	42,7%
São José do Rio Preto	17,1%	67,7%	32,3%
Bauru	12,9%	55,9%	44,1%
Araçatuba	8,6%	30,2%	69,8%
Piracicaba	8,3%	47,3%	52,7%
Assis	7,9%	59,8%	40,2%
Presidente Prudente	6,1%	42,3%	57,7%
Campinas	4,7%	40,4%	59,6%
Araraquara	4,7%	39,4%	60,6%
Itapetininga	1,1%	42,3%	57,7%
Total do estado	**100%**	**53,2%**	**46,8%**

Nos quadros 10 e 11 são mostrados os totais referentes à **disponibilidade mesorregional de bagaço combustível** para o total das regiões e por unidade. O total do estado atingiu um volume de 88,1 milhões de toneladas na temporada 2009-10 cabendo, em média, um total de 518,4 mil toneladas para cada unidade.

Quadro 10, Cap. III - TOTAL DO BAGAÇO DISPONÍVEL NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total do bagaço combustível disponível em todas as unidades da mesorregião (em mil t)		
	Que vendem energia	Que não vendem energia	Todas as unidades visitadas
Ribeirão Preto	14.922,2	9.709,7	24.631,9
São José do Rio Preto	9.879,8	5.100,9	14.980,7
Bauru	6.708	4.829,1	11.537,1
Araçatuba	2.395,7	5.126,8	7.522,6
Piracicaba	3.635,4	3.962,1	7.597,5
Assis	4.335	2.725,1	7.060,1
Presidente Prudente	2.538	2.734,9	5.272,9
Campinas	1.541,2	2.650,6	4.191,8
Araraquara	1.938,3	2.408,4	4.346,7
Itapetininga	444,6	535,9	980,5
Total do estado	**48.338,1**	**39.783,6**	**88.121,7**

Quadro 11, Cap. III - MÉDIA POR UNIDADE DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL DISPONÍVEL NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total médio por unidade do bagaço combustível disponível nas unidades (em mil t)		
	que vendem energia	que não vendem energia	Todas as unidades visitadas
Ribeirão Preto	994,8	462,4	684,2
São José do Rio Preto	823,3	340,1	554,8
Bauru	1.118	344,9	576,9
Araçatuba	479,1	394,4	417,9
Piracicaba	908,9	360,2	506,5
Assis	722,5	227,1	392,2
Presidente Prudente	634,5	273,5	376,6
Campinas	513,7	331,3	381,1
Araraquara	969,2	401,4	543,3
Itapetininga	444,6	268	326,8
Média do estado	**833,4**	**355,2**	**518,4**

Fonte dos quadros 9, 10 e 11:: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros seguintes são mostradas as informações referentes à atual situação dos equipamentos de geração e ao desempenho da geração elétrica no âmbito das usinas das mesorregiões paulistas.

O quadro 12 trata do total da **potência instalada** das dez mesorregiões em análise. Novamente aqui, a região de Ribeirão Preto se destaca na liderança na capacidade de geração para o total das unidades, com um total de 791,4 *megawatts*. No entanto, quando observada a **potência média instalada** por unidade, a região de Bauru se destaca das demais. Esta predominância se explica pela grande dimensão dos geradores de duas unidades localizadas em cidades que fazem parte dessa mesorregião, fato que afeta positivamente a média regional. Como já apresentado no capítulo II, o total da capacidade de geração do estado de São Paulo, ao final da safra 2009-10, era calculado em 3.253 mil *megawatts* e a capacidade média de suas unidades em 19,1 *megawatts*.

Quadro 12, Cap. III - TOTAL DA POTÊNCIA INSTALADA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total da potência instalada por mesorregião		
	Unidades que vendem energia (kw)	Unidades que não vendem energia(kw)	Todas as unidades visitadas (kw)
Ribeirão Preto	610.560	180.865	791.425
São José do Rio Preto	431.700	135.692	567.392
Bauru	460.980,2	141.170	602.150,2
Araçatuba	267.000	138.800	405.800
Piracicaba	165.600	59.050	224.650
Assis	157.860	53.700	211.560
Presidente Prudente	102.200	68.475	170.675
Campinas	58.640	46.100	104.740
Araraquara	85.000	46.800	131.800
Itapetininga	35.000	8.450	43.450
Total do estado	**2.374.540,2**	**879.102**	**3.253.642,2**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 13, Cap. III - MÉDIA POR UNIDADE DA POTÊNCIA INSTALADA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total médio da potência instalada por mesorregião		
	Unidades que vendem energia (kw)	Unidades que não vendem energia(kw)	Todas as unidades visitadas (kw)
Ribeirão Preto	40.704	8.613	21.984
São José do Rio Preto	35.975	9.046	21.015
Bauru	76.830	10.084	30.108
Araçatuba	53.400	10.677	22.544
Piracicaba	41.400	5.368	14.977
Assis	26.310	4.475	11.753
Presidente Prudente	25.550	6.848	12.191
Campinas	19.547	5.763	9.522
Araraquara	42.500	7.800	16.475
Itapetininga	35.000	4.225	14.483
Média do estado	**40.940**	**7.849**	**19.139**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Os quadros seguintes apresentam os números referentes ao **total da energia gerada** pelas unidades das dez mesorregiões, no período da safra, cujo total estadual ascende a 12,65 milhões de *megawatts*. Novamente aqui, a região de Ribeirão Preto, que tem uma participação de 27,2% no total, é a região de maior geração elétrica do estado no total das unidades. Quando observado o comportamento médio por unidade, a região de Bauru tem um claro destaque, decorrente da maior capacidade média das unidades instaladas nas cidades dessa mesorregião.

Quadro 14, Cap. III - TOTAL DA GERAÇÃO ELÉTRICA NO PERÍODO DA SAFRA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total da geração na safra por mesorregião		
	Unidades que vendem energia (MWH)	Unidades que não vendem energia(MWH)	Todas as unidades visitadas (MWH)
Ribeirão Preto	2.615.207,4	828.402,3	3.443.609,8
São José do Rio Preto	1.815.017,3	394.956,7	2.209.974
Bauru	1.687.390,5	418.964,5	2.106.354,9
Araçatuba	870.137,8	492.106,7	1.362.244,5
Piracicaba	562.265,7	282.052,4	844.318,1
Assis	698.509,9	209.594,7	908.104,6
Presidente Prudente	410.320,2	244.104,5	654.424,7
Campinas	248.903,9	191.524,2	440.428
Araraquara	299.948,8	210.608,8	510.557,5
Itapetininga	123.340	43.764,9	167.104,9
Total do estado	**9.331.041,4**	**3.316.079,7**	**12.647.121,2**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 15, Cap. III - MÉDIA POR UNIDADE DA GERAÇÃO ELÉTRICA NO PERÍODO DA SAFRA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total médio por unidade da geração na safra por mesorregião		
	Unidades que vendem energia (MW)	Unidades que não vendem energia(MW)	Todas as unidades visitadas (MW)
Ribeirão Preto	174.347,2	39.447,7	95.655,8
São José do Rio Preto	151.251,4	26.330,4	81.850,9
Bauru	281.231,7	29.926	105.317,7
Araçatuba	174.027,6	37.854,4	75.680,3
Piracicaba	140.566,4	25.641,1	56.287,9
Assis	116.418,3	17.466,2	50.450,3
Presidente Prudente	102.580	24.410,5	46.744,6
Campinas	82.968	23.940,5	40.038,9
Araraquara	149.974,4	35.101,5	63.819,7
Itapetininga	123.340	21.882,5	55.701,6
Média do estado	**160.880**	**29.607,9**	**74.394,8**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O ponto seguinte examina **o destino da energia gerada** para o consumo próprio das unidades e o total da energia vendida a terceiros para todas as dez mesorregiões produtoras do estado. Como mostrado no quadro 16, da energia útil gerada na safra, o total de 7,37 *gigawatts* foi destinado ao autoconsumo e 5,19 *gigawatts* foi destinado ao despacho para a rede integrada.

Quadro 16, Cap. III - TOTAL DA ENERGIA AUTOCONSUMIDA E COMERCIALIZADA NO PERÍODO DA SAFRA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total do autoconsumo na safra por mesorregião			Total da energia vendida por mesorregião (mwh)
	Unidades que vendem energia (mwh)	Unidades que não vendem energia(mwh)	Todas as unidades visitadas (mwh)	
Ribeirão Preto	1.255.838,1	825.663,8	2.081.501,9	1.349.380,5
São José do Rio Preto	861.189	394.956,7	1.256.145,7	953.828,4
Bauru	598.564,1	418.967,4	1.017.531,5	1.033.128
Araçatuba	259.536	492.106,7	751.642,7	602.921,2
Piracicaba	234.295,5	281.976,4	516.271,9	327.970,2
Assis	334.536,3	209.594,7	544.131	363.973,6
Presidente Prudente	174.514,5	244.104,5	418.619,1	230.952,3
Campinas	175.880,7	191.524,2	367.404,8	73.023,2
Araraquara	118.214,7	210.608,8	328.823,5	181.734,1
Itapetininga	43.531,8	43.764,9	87.296,7	79.808,3
Total do estado	**4.056.100,6**	**3.313.238,1**	**7.369.368,7**	**5.196.719,7**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 17, Cap. III - MÉDIA POR UNIDADE DA ENERGIA AUTOCONSUMIDA E COMERCIALIZADA NO PERÍODO DA SAFRA NAS MESORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO

Mesorregião	Total médio por unidade do autoconsumo na safra por mesorregião			Total médio da energia vendida por mesorregião (mwh)
	Unidades que vendem energia (mwh)	Unidades que não vendem energia (mwh)	Todas as unidades visitadas (mwh)	
Ribeirão Preto	83.723	39.317	57.819	37.483
São José do Rio Preto	71.766	26.330	46.524	35.327
Bauru	99.761	29.926	50.877	51.656
Araçatuba	51.907	37.854	41.758	33.496
Piracicaba	58.574	25.634	34.418	21.865
Assis	55.756	17.466	30.230	20.221
Presidente Prudente	43.629	24.410	29.901	16.497
Campinas	58.627	23.941	33.400	6.638
Araraquara	59.107	35.101	41.103	22.717
Itapetininga	43.532	21.882	29.099	26.603
Média do estado	**69.933**	**29.583**	**43.349**	**30.569**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Em termos da participação percentual de cada parcela no total da energia útil gerada para todas as mesorregiões, uma fração de 41,4% é vendida a terceiros e a diferença de 58,6% é destinada ao consumo próprio das unidades. No tocante ao comportamento de cada uma das regiões, os dados indicam que, com exceção da região de Campinas, cuja participação nas vendas ainda é muito incipiente, todas as demais se encontram em estágio bastante semelhante nesta participação, indicando que não existe concentração no comércio dessa energia no estado de São Paulo. Esses indicadores constam do quadro adiante.

Quadro 18, Cap. III - PARTICIPAÇÃO ESPECIAL DO AUTOCONSUMO E COMERCIALIZAÇÃO NO TOTAL DA ENERGIA GERADA

Mesorregião	Total da energia útil gerada (MWH)	Participação do autoconsumo no total (%)	Participação da parcela vendida no total (%)
Ribeirão Preto	3.430.882	60,7%	39,3%
São José do Rio Preto	2.209.974	56,8%	43,2%
Bauru	2.050.660	49,6%	50,4%
Araçatuba	1.354.564	55,5%	44,5%
Piracicaba	844.242	61,2%	38,8%
Assis	908.105	59,9%	40,1%
Presidente Prudente	649.571	64,4%	35,6%
Campinas	440.428	83,4%	16,6%
Araraquara	510.558	64,4%	35,6%
Itapetininga	167.105	52,2%	47,8%
Total do estado	**12.566.088**	**58,6%**	**41,4%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Na sequência da análise, são apresentados os **indicadores do comportamento por hora de atividade** das unidades de produção. Os quadros 19 e 20 apresentam a disponibilidade horária para queima do agrocombustível para o conjunto das unidades das dez mesorregiões e, também, a quantidade média relativa a cada unidade das mesmas regiões.

Quadro 19, Cap. III - TOTAL DO BAGAÇO QUEIMADO POR HORA EM TODAS AS UNIDADES DA MESORREGIÃO

Mesorregião	Bagaço queimado por hora por todas as unidades da mesorregião		
	Bagaço queimado pelas unidades que vendem energia (t)	Bagaço queimado pelas unidades que não vendem energia (t)	Bagaço queimado por todas as unidades visitadas (t)
Ribeirão Preto	3.029	1.840	4.800
São José do Rio Preto	1.901	1.113	3.085
Bauru	1.378	951	2.301
Araçatuba	523	1.032	1.548
Piracicaba	728	839	1.548
Assis	846	545	1.401
Presidente Prudente	550	565	1.104
Campinas	334	489	805
Araraquara	358	509	886
Itapetininga	61	98	161
Total do estado	**9.886**	**8.015**	**17.901**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 20, Cap. III - MÉDIA POR UNIDADE DO BAGAÇO QUEIMADO POR HORA EM TODAS AS UNIDADES DA MESORREGIÃO

Mesorregião	Média do bagaço queimado por hora pelas unidades da mesorregião		
	Bagaço queimado pelas unidades que vendem energia (t)	Bagaço queimado pelas unidades que não vendem energia (t)	Bagaço queimado por todas as unidades visitadas (t)
Ribeirão Preto	201,9	87,6	133,3
São José do Rio Preto	158,4	74,2	114,2
Bauru	229,7	68	115,1
Araçatuba	104,5	79,4	86
Piracicaba	182,1	76,3	105,7
Assis	141,1	45,4	77,8
Presidente Prudente	137,6	56,5	78,8
Campinas	111,3	61,1	73,2
Araraquara	178,9	84,8	110,8
Itapetininga	60,5	49,2	53,7
Média do estado	**167,7**	**71,5**	**104,3**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Outro indicador horário disponível diz respeito ao **total de energia gerada por unidade de produção** nas dez mesorregiões analisadas. Esses dados, apresentados no quadro 21 adiante, indicam uma grande dispersão no volume da geração horária de energia, não apenas entre as unidades vendedoras e aquelas fora desse mercado, como também entre as mesorregiões arroladas. Esse comportamento se explica pelas diferentes capacidades de moagem médias das unidades de produção entre a mesorregiões, como também pela diferenciação dos modelos e potência dos equipamentos de produção de vapor e geração elétrica nas mesmas regiões.

Quadro 21, Cap. III - ÍNDICE MÉDIO DA ENERGIA GERADA POR HORA DE FUNCIONAMENTO NAS UNIDADES DA MESORREGIÃO

Mesorregião	Índice de geração elétrica média por unidade por hora de atividade		
	Geração pelas unidades que vendem energia (MWH)	Geração pelas unidades que não vendem energia (MWH)	Geração média por todas as unidades visitadas (MWH)
Ribeirão Preto	37,4	7,4	19,9
São José do Rio Preto	29,6	5,7	16,3
Bauru	57,1	5,9	21,2
Araçatuba	38,7	8,1	16,6
Piracicaba	28,4	5,2	11,4
Assis	22,7	3,2	9,7
Presidente Prudente	22,6	5,3	10,3
Campinas	18,1	4,5	8,2
Araraquara	31,6	7,5	13,5
Itapetininga	16,8	4,1	8,3
Média do estado	**32,3**	**6**	**15**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O outro modo de visualizar os indicadores de desempenho consiste em estabelecer os **parâmetros por tonelada de bagaço queimado** e seu correspondente em tonelada de cana-de-açúcar. Esta apresentação duplicada se explica porque os indicadores que mostram as relações da energia gerada com o volume de cana processada facilitam a compreensão dos números expostos.

O primeiro indicador apresentado mostra a **capacidade instalada de geração por cada mil toneladas de cana moída**. Esse número, que varia bastante entre as mesorregiões, revela o potencial de geração de excedente vendável de energia elétrica e a vocação vendedora das unidades locais: quanto maior essa capacidade maior é também a capacidade de gerar energia elétrica excedente. Todavia, é importante observar que nas mesorregiões que têm poucas unidades vendedoras na amostra, os resultados são fortemente influenciados por eventuais unidades que se destacam das demais por seu grande porte. Este é o caso da mesorregião de Araçatuba (cinco unidades na amostra, conforme quadro 1 deste capítulo) e de Itapetininga (com apenas uma unidade na amostra). Nas demais mesorregiões com poucas unidades na amostra, mas que não têm unidades com valores muito altos ou muito baixos que pudessem influenciar a média, ou com um grande número de unidades e, portanto menos influenciáveis por valores extremos, as médias têm grande semelhança entre si, tanto no que diz respeito às unidades integradas à rede como naquelas gerando para seu próprio consumo.

Quadro 22, Cap. III - POTÊNCIA INSTALADA PARA GERAÇÃO ELÉTRICA POR CADA MIL TONELADAS DE CANA MOÍDA NAS UNIDADES DA MESORREGIÃO

Mesorregião	Capacidade instalada de geração para cada mil toneladas de cana moída		
	Capacidade média das unidades que vendem energia (kw)	Capacidade média das unidades que não vendem energia (kw)	Capacidade média por todas as unidades visitadas (kw)
Ribeirão Preto	10,3	4,1	7,6
São José do Rio Preto	10,3	6,8	9,2
Bauru	17,7	6,8	12,9
Araçatuba	28,3	6,4	13
Piracicaba	11,6	3,7	7,4
Assis	9,2	4,7	7,4
Presidente Prudente	10,9	5,4	7,7
Campinas	8,6	4,6	6,2
Araraquara	12,7	4,6	7,8
Itapetininga	20,2	3,6	10,6
Média do estado	**12,3**	**5,2**	**9**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Por fim, como último ponto desta avaliação, são apresentados os números concernentes ao **rendimento energético da queima de uma tonelada de bagaço**. Este indicador tem uma representatividade muito importante porque revela o nível de eficiência das mesorregiões no aproveitamento do agrocombustível. Quanto melhor a qualidade dos equipamentos instalados, em termos de resistência das caldeiras e da temperatura do vapor obtido, maior a quantidade de energia que pode ser retirada do agrocombustível. Esta constatação se torna evidente quando comparados os dados médios das unidades vendedoras (193,8 *kilowatts* por tonelada de bagaço queimado) com os indicados para as unidades que apenas geram para seu próprio consumo (87,5 *kilowatts*), conforme mostrado no quadro 23.

No mesmo quadro, pode-se observar também que o comportamento dos resultados encontrados tem grande semelhança com os dados do quadro anterior, que mostra a capacidade instalada por mil toneladas de cana. Esta semelhança é natural porque os equipamentos de maior porte, em geral, têm maior eficiência energética no uso do bagaço. No entanto, como no caso do quadro anterior, não é possível avançar nas conclusões desse comportamento, pois os resultados estão influenciados pelo tamanho da amostra e da existência de unidades com capacidade diferenciada em algumas regiões. A análise pormenorizada do aproveitamento energético do bagaço onde estes efeitos estatísticos estão suprimidos consta no Capítulo IV.

Quadro 23, Cap. III - MÉDIA DA ENERGIA GERADA POR TONELADA DE BAGAÇO QUEIMADO POR UNIDADE DA MESORREGIÃO

Mesorregião	Índice de rendimento médio por tonelada de bagaço queimado e por unidade		
	Geração média pelas unidades que vendem energia (kwh)	Geração média pelas unidades que não vendem energia (kwh)	Geração média por todas as unidades visitadas (kwh)
Ribeirão Preto	170,1	86,4	139,8
São José do Rio Preto	182,9	81,9	147,5
Bauru	228,7	87,6	182,6
Araçatuba	350,4	113,3	181,1
Piracicaba	162,7	90	111,1
Assis	162,2	70,2	128,6
Presidente Prudente	155	90,3	124,1
Campinas	188,5	76,1	105,1
Araraquara	141	90,7	117,5
Itapetininga	277,4	83	170,4
Média do estado	**193,8**	**83,4**	**143,5**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Uma forma complementar de apresentar essas mesmas informações é separando a **destinação da energia gerada para autoconsumo e para comercialização**, conforme o quadro 24. O ponto relevante a ser notado está em que os números que indicam o autoconsumo das mesorregiões são bastante semelhantes entre si, independentemente da unidade ser ou não vendedora de energia. Essa similitude se deve ao fato de que a quantidade de energia necessária para o processamento de uma tonelada de matéria-prima (ou seja, moer a cana, cozinhar o açúcar e/ou destilar o álcool etílico) é, praticamente, a mesma em todos os tipos de unidades. Essa quantidade está diretamente associada ao modelo de equipamentos industriais de produção em uso e tem pouca relação com a dimensão e capacidade dos equipamentos de produção de vapor e geração elétrica.

Quadro 24, Cap. III - MÉDIA DO AUTOCONSUMO E VENDA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE NA QUEIMA DO BAGAÇO POR MESORREGIÃO

Mesorregião	Índice de autoconsumo médio por tonelada de bagaço queimado e por unidade			Índice da energia média vendida por tonelada de bagaço por unidade (kwh)
	unidades que vendem energia (kwh)	unidades que não vendem energia (kwh)	todas as unidades visitadas (kwh)	
Ribeirão Preto	85,7	86,2	84,5	54,8
São José do Rio Preto	89,4	81,9	83,9	63,7
Bauru	86,9	87,6	88,2	89,5
Araçatuba	107,2	113,3	99,9	80,1
Piracicaba	67,8	89,7	68	43,2
Assis	79	70,2	77,1	51,6
Presidente Prudente	69,7	90,3	79,4	43,8
Campinas	126,8	76,1	87,6	17,4
Araraquara	60,6	90,7	75,6	41,8
Itapetininga	97,9	83	89	81,4
Média do estado	**83,9**	**83,3**	**83,6**	**59**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Como mencionado, para efeitos ilustrativos, apresentamos também os mesmos números referidos por tonelada de cana processada nas unidades. A semelhança entre ambos os

quadros, que apresentam o mesmo padrão comportamental, decorre do fato de que o bagaço é uma fração bastante estável da cana moída, e as eventuais variações se explicam pela parcela regional do bagaço que não é queimada como combustível e tem uma destinação alternativa.

Quadro 25, Cap. III - ÍNDICE MÉDIO DA ENERGIA GERADA POR TONELADA DE CANA MOÍDA NAS UNIDADES DA MESORREGIÃO

Mesorregião	Índice de rendimento médio por tonelada de cana moída e por unidade		
	Geração média pelas unidades que vendem energia (MWH)	Geração média pelas unidades que não vendem energia (MWH)	Geração média por todas as unidades visitadas (MWH)
Ribeirão Preto	43,2	18,8	33,2
São José do Rio Preto	43,6	20,3	35,7
Bauru	59,7	19,9	45,1
Araçatuba	90	26,5	43,7
Piracicaba	41,4	19,7	28
Assis	41,9	14,8	31,7
Presidente Prudente	43,7	19	29,6
Campinas	37,7	19,3	26
Araraquara	41,5	20,8	30,1
Itapetininga	71,3	19,2	40,8
Média do estado	**48,4**	**19,5**	**34,9**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Seção 2 – A Região Centro-Sul, exceto São Paulo

Avaliação do comportamento do conjunto das unidades de produção da região Centro-Sul (exceto São Paulo) de acordo com o volume da cana moída

Nesta seção é feita uma análise dos dados referentes aos demais estados da região Centro-Sul, com a exclusão do estado de São Paulo. Conforme pode ser visto no capítulo II, todos os estados dessa região produzem e processam cana-de-açúcar. A participação de cada um desses estados no total regional consta no quadro-resumo abaixo.

Estado/Região	Total da cana moída no período da safra (t)	Participação por estado, exceto São Paulo (%)	Participação por estado na região Centro-Sul (%)
PR	45.502.881	25,3%	8,4%
MG	49.923.378	27,7%	9,2%
GO	40.092.429	22,3%	7,4%
MS	23.297.818	12,9%	4,3%
MT	14.045.632	7,8%	2,6%
RJ	3.259.987	1,8%	0,6%
ES	4.009.626	2,2%	0,7%
Total da região Centro-Sul (exceto SP)	**180.131.751**	**100%**	**33,2%**
SP	**362.644.755**	**-**	**66,8%**
TOTAL DA REGIÃO CENTRO-SUL	**542.776.506**	**-**	**100%**

A posição relativa dos estados tem se modificado nos últimos anos devido ao crescimento acelerado da produção e os estados que dispõem de terras aptas e inexploradas para a expansão têm crescido mais rapidamente que os demais, como os estados de Minas Gerais, Goiás

e Mato Grosso do Sul. Os demais estados têm observado taxas menores ou nulas de crescimento em face das características locais: o estado do Paraná, além de dispor de poucas áreas inexploradas, tem uma forte limitação climática e concentra sua produção na região norte do estado; o estado de Mato Grosso, apesar de ter condições ambientais e disponibilidade de terras aptas, está distante dos centros de consumo e portos e sofre a concorrência dos estados melhor localizados e; os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, além da pouca disponibilidade de terras aptas, têm menos tradição que os demais e uma menor vocação para a produção da cana-de-açúcar.

Em termos da proporção das unidades desta região que já se integraram à rede geral de distribuição e despacham energia e aquelas ocupadas apenas com o autoconsumo, o resumo geral da situação no final da temporada 2009-10, de acordo com o porte, consta na tabela adiante. Os resultados apurados indicam que 31 unidades dessa região (22,3% do total em atividade) já tomaram a decisão de interligar-se à rede geral e comercializar sua energia excedente. A grande maioria delas (108 unidades), entretanto, ainda permanece operando dentro dos padrões tradicionais. É necessário, porém, salientar que as integradas têm uma dimensão maior que a média geral e representam 36,8% do total da cana-de-açúcar moída nessa região na safra 2009-10, cabendo às demais uma proporção de 63,2%. A conclusão inicial que decorre desses resultados é que, também nessa região, existe muito bagaço sendo queimado de forma ineficiente e com baixo aproveitamento de seu poder calorífico.

Unidade produtora por dimensão	Participação das unidades que vendem energia		articipação das unidades que não vendem energia	
	Nº	Participação	Nº	Participação
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	1	100%	-	0%
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	3	100%	-	0%
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	5	71,4%	2	28,6%
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	6	37,5%	10	62,5%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	10	20%	40	80%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	6	9,7%	56	90,3%
Todos	**31**	**22,3%**	**108**	**77,7%**

A consolidação dos dados sobre o **tamanho das unidades de produção** na região, de acordo com as classes, aparece nos quadros adiante que também separam as unidades que têm comércio de energia daquelas que somente cuidam de sua autossuficiência.

Quadro 26a, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	1	5.131	1.302	183	1.485
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	3	12.980	2.912	549	3.461
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	5	16.185	3.996	431	4.428
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	6	13.734	3.850	5	3.854
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	10	14.023	3.622	471	4.093
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	6	4.170	1.095	44	1.139
Todos	**31**	**66.223**	**16.778**	**1.682**	**18.461**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 26b, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	0	-	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	0	-	-	-	-
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	2	6.371	1.579	174	1.753
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	10	22.320	4.641	1.429	6.070
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	40	54.445	13.112	1.748	14.860
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	56	30.773	7.749	857	8.606
Todos	**108**	**113.908**	**27.080**	**4.209**	**31.289**

Quadro 26c, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	1	5.131	1.302	183	1.485
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	3	12.980	2.912	549	3.461
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	7	22.556	5.575	605	6.180
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	16	36.054	8.491	1.434	9.924
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	50	68.468	16.734	2.219	18.953
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	62	34.943	8.844	901	9.745
Todos	**139**	**180.132**	**43.859**	**5.891**	**49.750**

Fonte dos quadros 26b e 26c: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nestes quadros sobressaem-se alguns pontos a serem registrados:

1) todas as unidades que moem volume acima de 4,0 milhões de toneladas já se integraram à geração e transmissão de energia elétrica do sistema integrado;

2) nesta região, contrariamente ao estado de São Paulo, já existem unidades classificadas como muito pequenas que fizeram as transformações necessárias para gerar excedentes comercializáveis;

3) a proporção da cana moída pelas classes escolhidas mostra que predomina o padrão 'médio pequeno' e 'muito pequeno' de indústria (quase 80% da moagem) e há poucas unidades classificadas como 'grandes' e 'muito grandes' e;

4) a média da moagem por unidade nesses estados (1,296 milhões de toneladas) na safra 2009-10 representa 60,7 % da média das unidades paulistas (2,133 milhões de toneladas).

O quadro resumo, com a participação de cada classe na produção, é o seguinte:

Dimensão da unidade (em tonelada de cana moída)	Participação percentual
Mais de 5 milhões	2,8%
Entre 4 e 5 milhões	7,2%
Entre 3 e 4 milhões	12,5%
Entre 2 e 3 milhões	20%
Entre 1 e 2 milhões	38%
Menos de 1 milhão	19,4%

No quadro 27 abaixo, são mostrados os números da **disponibilidade de bagaço** nas unidades que vendem energia e a quantidade queimada na geração para a venda e para o autoconsumo, cabendo observar que a parcela destinada à venda é majoritária na maioria das classes de unidades.

Quadro 27, Cap. III - DESTINAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL QUEIMADO NAS UNIDADES NA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Bagaço destinado à geração para o autoconsumo (mil t)	Bagaço destinado à geração para a venda (mil t)	Total do bagaço queimado como combustível (mil t)	Participação percentual no total	
				Autoconsumo	Venda
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	758	544	1.302	58,2%	41,8%
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	1.296	1.616	2.912	44,5%	55,5%
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	1.840	2.157	3.996	46%	54%
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	1.900	1.949	3.850	49,4%	50,6%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	2.050	1.572	3.622	56,6%	43,4%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	540	555	1.095	49,3%	50,7%
Todos	**8.385**	**8.393**	**16.778**	**50%**	**50%**

Fonte dos quadros 26b e 26c: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros adiante, são apresentados os resultados encontrados para a região sobre a **capacidade de geração e o total gerado na safra 2009-10**, de acordo com as classes. O total apurado da potência instalada de 1.908,1 *megawatts* representa 32,3% da soma de todas as unidades do país e a geração de 5.525 milhões de *megawatts* significa 27,6% daquele total. Essa sub-região, que processa em conjunto 29,9% da safra nacional, está aderindo ao novo negócio de forma mais lenta que seus congêneres das outras regiões analisadas.

Quadro 28a, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-10
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada (kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total Comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	42.500	149.077	86.781	62.296
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	144.000	626.334	256.184	370.150
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	220.125	783.507	333.392	462.809
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	247.000	766.731	333.528	433.203
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	297.000	677.161	338.969	316.274
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	105.200	191.325	87.856	103.991
Todos	**1.055.825**	**3.194.135**	**1.436.710**	**1.748.723**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 28b, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-10
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada(kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	32.530	133.072	133.072
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	101.950	431.373	420.591
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	356.240	1.094.479	1.092.909
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	361.550	672.548	663.813
Todos	**852.270**	**2.331.471**	**2.310.384**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 28c, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-10
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada (kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total Comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	42.500	149.077	86.781	62.296
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	144.000	626.334	256.184	370.150
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	252.655	916.578	499.464	462.809
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	648.950	1.198.105	754.119	433.203
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	653.240	1.771.640	1.431.877	316.274
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	466.750	863.873	751.669	103.991
Todos	**1.908.095**	**5.525.606**	**3.747.094**	**1.748.723**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Do total da energia gerada na safra pelas unidades regionais, no total de 5,53 milhões de *megawatts*, 57,8% (3,194 milhões de *megawatts*) são de responsabilidade das unidades que vendem energia e 42,2% (2,331 milhões de *megawatts*) das unidades que somente geram para consumo próprio. Esta proporção entre as duas categorias de unidades de produção indica que existe uma enorme capacidade de geração ainda inexplorada nesta região.

Nos quadros seguintes, são apresentados os **valores médios da geração elétrica** informada por unidade, de acordo com a classe. A geração média das unidades que vendem energia, 103,037 mil *megawatts*, está muito acima da média das unidades que não geram para terceiros, 21,588 mil *megawatts*. Esta diferença reflete o uso de equipamentos mais potentes naquelas unidades que já fizeram as transformações para gerar energia excedente.

Quadro 29a, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência média instalada por unidade (kW)	Geração média na safra por unidade (MWh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (MWh)	Venda média na safra por unidade (MWh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	42.500	149.077	86.781	62.296
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	48.000	208.778	85.395	123.383
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	44.025	156.701	66.678	92.562
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	41.167	127.789	55.588	72.200
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	29.700	67.716	33.897	31.627
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	17.533	31.887	14.643	17.332
Média de todas as unidades	**34.059**	**103.037**	**46.345**	**56.410**

Quadro 29b, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência média instalada por unidade (kW)	Geração média na safra por unidade (MWh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (MWh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	16.265	66.536	66.536
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	10.195	43.137	42.059
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	8.906	27.362	27.323
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	6.456	12.010	11.854
Média de todas as unidades	**7.891**	**21.588**	**21.392**

Quadro 29c, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Potência média instalada por unidade (kW)	Geração média na safra por unidade (MWh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (MWh)	Venda média na safra por unidade (MWh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	42.500	149.077	86.781	62.296
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	48.000	208.778	85.395	123.383
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	36.094	130.940	66.638	66.116
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	21.809	74.882	47.132	27.075
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	13.065	35.433	28.638	6.325
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	7.528	13.933	12.124	1.677
Média de todas as unidades	**13.727**	**39.753**	**26.958**	**12.581**

Fonte dos quadros 29a, 29b e 29c: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A partir dos dados apresentados, é possível construir alguns indicadores que permitem identificar o nível de desempenho na geração elétrica nas classes escolhidas para análise, separadas as categorias dos vendedores e não vendedores. O quadro 30 apresenta os dados do **rendimento energético do bagaço para cada tonelada queimada** e a destinação da energia gerada. As classes superiores têm, em média, um desempenho bastante assemelhado em torno de 200,0 *kilowatts* de energia por tonelada de agrocombustível. A exceção referente à classe acima da 5 milhões de toneladas deve-se ao número de unidades da amostra (apenas 1 unidade) e, portanto, com muito baixo nível de significância estatística.

Quadro 30, Cap. III - INDICADORES DE UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL NA SAFRA 2009-10 NA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)

Unidade produtora por dimensão	Unidades que comercializam energia elétrica			Unidades que não comercializam energia elétrica	
	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Venda por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	114,5	66,6	47,8	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	215,1	88	127,1	-	-
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	196,1	83,4	115,8	84,3	84,3
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	199,2	86,6	112,5	92,9	90,6
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	186,9	93,6	87,3	83,5	83,4
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	174,7	80,2	94,9	86,8	85,7
Todos	**190,4**	**85,6**	**104,2**	**86,8**	**85,7**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Outra observação que deve ser feita é que, nesta região, os resultados apresentados para todas as classes parecem ter pouca influência nos dados das unidades de produção instaladas nos anos recentes, como observado no estado de São Paulo, cujo processo de maturação ainda está em andamento e onde estão moendo quantidades menores do que a programada para a fase madura. A média do rendimento energético das unidades integradas à rede geral está em 190,4 *kilowatts* enquanto que a média das unidades gerando apenas para sua autossuficiência está em 86,8 *kilowatts* por tonelada de bagaço queimado.

Com o mesmo propósito, o quadro 31 apresenta os indicadores de **capacidade instalada por cada mil toneladas de cana moída** e a **geração por hora de atividade** na safra, e denotam um comportamento semelhante ao apresentado no quadro anterior no tocante ao desempenho das classes de unidades:

Quadro 30, Cap. III - INDICADORES DE CAPACIDADE INSTALADA POR MIL TONELADAS DE CANA PROCESSADA E GERAÇÃO POR HORA DE ATIVIDADE POR CLASSE NA REGIÃO CENTRO-SUL (EXCETO SÃO PAULO)

Unidade produtora por dimensão	Unidades que comercializam energia elétrica		Unidades que não comercializam energia elétrica	
	Capacidade instalada para cada mil t de cana moída(kw)	Geração por hora de atividade (mwh)	Capacidade instalada para cada mil t de cana moída (kw)	Geração por hora de atividade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	8,28	25,35	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	11,09	40,29	-	-
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	13,6	29,16	5,11	14,49
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	17,98	27,57	4,57	8,05
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	21,18	15,92	6,54	5,59
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	25,23	8,77	11,75	3,12
Todos	**15,94**	**22,74**	**7,48**	**4,92**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Seção 3 – A Região Norte-Nordeste

Avaliação do comportamento do conjunto das unidades de produção da região Norte-Nordeste de acordo com o volume da cana moída

Nesta seção é feita uma análise dos dados referentes aos estados da região Norte-Nordeste. Conforme apresentado no capítulo II, esta região tem uma pequena participação no total da produção nacional (9,97%), porém são muitos os estados que desenvolvem esta atividade. A participação regional e estadual consta no quadro resumo abaixo:

Estado/Região	Total da cana moída no período da safra (t)	Participação por estado, Região Nordeste (%)	Participação por estado na região Norte-Nordeste (%)
AL	24.269.759	41%	40,4%
PE	18.259.333	30,8%	30,4%
PB	6.241.756	10,5%	10,4%
RN	3.515.678	5,9%	5,8%
BA	2.094.547	3,5%	3,5%
SE	1.480.831	2,5%	2,5%
MA, PI, CE	3.377.932	5,7%	5,6%
Total da região Nordeste	**59.239.836**	**100%**	**98,5%**
AM, TO, PA	**880.319**	-	**1,5%**
TOTAL DA REGIÃO NORTE-NORDESTE	**60.120.155**	-	**100%**

A região Nordeste tem uma longa e consolidada tradição no setor açucareiro, particularmente nas regiões litorâneas dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Entretanto, como as áreas aptas para a cultura da cana nessa região estão, praticamente, esgotadas sua posição relativa na produção nacional vem decrescendo continuamente em face da rápida expansão da produção nos estados da região Centro-Sul. A região Norte, ao contrário, tem escassa tradição nessa lavoura e os estados do Pará e Tocantins estão surgindo, de forma ainda modesta, como nova fronteira para essa atividade.

Em termos da proporção das unidades desta região que já se integraram à rede geral de distribuição e despacham energia e aquelas ocupadas apenas com o autoconsumo, o resumo geral da situação no final da temporada 2009-10, de acordo com o porte, consta na tabela adiante. Os resultados apurados indicam que 22 unidades dessa região (26,2% do total em atividade) já tomaram a decisão de interligar-se à rede geral e comercializar sua energia excedente. A grande maioria delas (62 unidades), entretanto, ainda permanece operando dentro dos padrões tradicionais. As unidades integradas processaram uma proporção de 39,6% do total da cana-de-açúcar moída nessa região na safra 2009-10, cabendo às demais uma proporção de 60,4%. Também nessa região se observa que existe muito bagaço que poderia estar sendo queimado de forma mais eficiente e com melhor aproveitamento de seu poder calorífico.

Unidade produtora por dimensão	Participação das unidades que vendem energia		Participação das unidades que não vendem energia	
	Nº	Participação	Nº	Participação
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	1	100%	-	-
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	13	56,5%	10	43,5%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	8	13,3%	52	86,7%
Todos	**22**	**26,2%**	**62**	**73,8%**

A consolidação dos dados sobre o tamanho das unidades de produção na região Norte-Nordeste, de acordo com as classes, aparece nos quadros adiante, que também separam as unidades que têm comércio de energia com aqueles que somente cuidam de sua autossuficiência. O primeiro ponto a salientar está na enorme diferença da dimensão das unidades dessa região quando comparada com dimensão das unidades das outras regiões analisadas. O predomínio absoluto é de unidades do tipo 'pequenas' e 'muito pequenas'.

Quadro 31a, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total de cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	1	2.172	459	126	585
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	13	16.877	4.476	403	4.879
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	8	4.772	1.346	64	1.410
Todos	**22**	**23.820**	**6.281**	**593**	**6.874**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 31b, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total de cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 2 milhões de toneladas	-	-	-	-	-
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	10	11.998	3.148	193	3.341
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	52	24.301	6.460	704	7.164
Todos	**62**	**36.300**	**9.608**	**898**	**10.506**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 31c, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES NA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total de cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	1	2.172	459	126	585
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	23	28.875	7.624	596	8.220
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	60	29.074	7.806	768	8.575
Todos	**84**	**60.120**	**15.889**	**1.491**	**17.389**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O ponto que chama atenção é que um contingente de oito unidades classificadas como muito pequenas fez as transformações necessárias para gerar excedentes comercializáveis e, no total, 22 unidades já estão integradas à rede geral. Outro ponto de registro é que nessa região, mais ainda que nas demais, inexiste concentração na produção e a moagem média é de apenas, 715,6 mil de toneladas por unidade, portanto, muito abaixo da média de toda a região Centro-Sul, que ascendeu a 1,76 milhões de tonelada na safra 2009-10. A participação de cada classe na produção é a seguinte:

Dimensão da unidade (em toneladas de cana moída)	Participação percentual
Mais de 3 milhões	0%
Entre 2 e 3 milhões	3,6%
Entre 1 e 2 milhões	48%
Menos de 1 milhão	48,4%

No quadro 32 adiante, são mostrados os números com a **disponibilidade de bagaço** nas unidades que vendem energia e a quantidade queimada na geração para a venda e para o autoconsumo, cabendo observar que a parcela destinada à venda, ao contrário das duas outras regiões, é minoritária em todas as classes de unidades.

Quadro 32, Cap. III - DESTINAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL QUEIMADO NAS UNIDADES DA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Bagaço destinado à geração para o autoconsumo (mil t)	Bagaço destinado à geração para a venda (mil t)	Total do bagaço queimado como combustível (mil t)	Participação percentual no total	
				Autoconsumo	venda
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	240	219	459	52,3%	47,7%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	2.979	1.496	4.476	66,6%	33,4%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	891	455	1.346	66,2%	33,8%
Todos	**4.111**	**2.170**	**6.281**	**60,1%**	**39,9%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros adiante são apresentados os resultados para esta região sobre a **capacidade de geração e o total gerado na safra 2009-10**, de acordo com as classes. O total apurado da potência instalada na região foi de 753,5 *megawatts* e representa 12,7% do total nacional. Do total da energia gerada na safra pelas unidades regionais, 50,9% são de responsabilidade das unidades que vendem energia e 49,12% das unidades que somente geram para consumo próprio. O total gerado representa 9,3% do total nacional. Esta desproporção entre a capacidade instalada e a energia gerada se explica principalmente pelo fato de que, por diversos motivos, várias unidades reduziram, nos últimos anos, o total da cana moída e a quantidade de bagaço disponível com a consequente subutilização de seus equipamentos de geração elétrica.

Quadro 33a, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-2010
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada (kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	32.000	107.248	56.070	51.178
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	305.600	661.661	391.336	257.659
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	76.200	178.016	114.053	63.512
Todos	**413.800**	**946.925**	**561.459**	**372.350**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 33b, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-2010
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada (kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)
Moagem acima de 2 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	111.700	349.601	311.525
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	228.030	562.169	534.900
Todos	**339.730**	**911.770**	**846.425**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 33c, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-2010
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada (kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	32.000	107.248	56.070	51.178
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	417.300	1.011.262	702.861	257.659
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	304.230	740.186	648.953	63.512
Todos	**753.530**	**1.858.695**	**1.407.884**	**372.350**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros seguintes, são apresentados os **valores médios da geração elétrica** informados por unidade, de acordo com a classe. Um ponto óbvio que pode ser notado é que existe uma relação direta entre o tamanho das usinas e destilarias e a dimensão dos valores da potência instalada e da geração na safra: quanto maior a unidade maior a necessidade de energia.

Quadro 34a, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade(kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)	Venda média na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	32.000	107.248	56.070	51.178
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	23.508	50.897	30.103	19.820
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	9.525	22.252	14.257	7.939
Média de todas as unidades	**18.809**	**43.042**	**25.521**	**16.925**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 34b, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade(kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 2 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	11.170	34.960	31.152
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	4.385	10.811	10.287
Média de todas as unidades	**5.480**	**14.706**	**13.652**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 34c, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DA REGIÃO NORTE-NORDESTE
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade(kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)	Venda média na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	32.000	107.248	56.070	51.178
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	18.143	48.968	30.559	11.203
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	5.071	12.336	10.816	1.059
Média de todas as unidades	**8.971**	**22.127**	**16.761**	**4.433**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A partir dos dados apresentados, pode-se construir alguns indicadores que permitem identificar o nível de desempenho da geração elétrica nas classes escolhidas para análise, separando-se as categorias dos vendedores e não vendedores. O quadro 35 apresenta os dados do rendimento energético do bagaço para cada tonelada queimado e a destinação da energia gerada e mostra que o desempenho das classes de unidades é decrescente, de acordo com seu tamanho.

Quadro 35, Cap. III - INDICADORES DE UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL NA SAFRA 2009-2010 NA REGIÃO NORTE-NORDESTE

Unidade produtora por dimensão	Unidades que comercializam energia elétrica			Unidades que não comercializam energia elétrica	
	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Venda por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	233,7	122,2	111,5	-	-
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	147,8	87,4	57,6	111	99
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	132,2	84,7	-	87	82,8
Média das unidades	**150,8**	**89,4**	**59,3**	**94,9**	**88,1**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A média do rendimento energético das unidades integradas à rede geral está em 150,8 *kilowatts,* enquanto a média das unidades gerando apenas para sua autossuficiência está em 94,9 *kilowatts* por tonelada de bagaço queimado.

Com o mesmo propósito, o quadro 36 apresenta os indicadores de **capacidade instalada por cada mil toneladas de cana moída** e a **geração por hora de atividade** na safra, e denotam um comportamento semelhante ao apresentado no quadro anterior no tocante ao desempenho das classes de unidades.

Quadro 36, Cap. III - INDICADORES DECAPACIDADE INSTALADA POR MIL TONELADAS DE CANA PROCESSADA E GERAÇÃO POR HORA DE ATIVIDADE POR CLASSE NA REGIÃO NORTE-NORDESTE

Unidade produtora por dimensão	Unidades que vendem energia elétrica		Unidades que não vendem energia elétrica	
	Capacidade instalada para cada mil t de cana moída (kw)	Geração por hora de atividade (mwh)	Capacidade instalada para cada mil t de cana moída (kw)	Geração por hora de atividade (mwh)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	-	-	-	-
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	14,74	25,28	-	-
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	18,11	12,43	9,31	9,25
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	15,97	5,66	9,38	3,3
Média das unidades	**17,37**	**10,26**	**9,36**	**3,99**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Seção 4 – Agregado das regiões analisadas

Avaliação do comportamento do conjunto das unidades de produção de todas as regiões produtoras de acordo com o volume da cana moída

Nesta seção, usando a mesma sequência das três seções anteriores, é feita uma análise dos dados referentes ao somatório das três regiões analisadas: o estado de São Paulo, a região Centro-Sul (exceto São Paulo) e a região Norte-Nordeste, congregando toda a produção nacional. O volume de produção e a participação de cada uma delas no total nacional, inclusive separando vendedoras e não-vendedoras, constam no quadro resumo abaixo.

Região	Total da cana moída no período da safra (T)	Participação das unidades vendedoras e não vendedoras na região (%)	Participação das regiões no total nacional (%)
Estado de São Paulo			
Unidades que vendem energia	192.952	53,2%	68,2%
Unidades que não vendem energia	169.693	46,8%	53%
Total de todas as unidades	362.645	100%	60,2%
Região Centro-Sul (Exceto São Paulo)			
Unidades que vendem energia	66.223	36,8%	23,4%
Unidades que não vendem energia	113.908	63,2%	35,6%
Total de todas as unidades	180.132	100%	29,9%
Região Norte-Nordeste			
Unidades que vendem energia	23.820	39,6%	8,4%
Unidades que não vendem energia	36.300	60,4%	11,3%
Total de todas as unidades	60.120	100%	10%

Região	Total da cana moída no período da safra (T)	Participação das unidades vendedoras e não vendedoras na região (%)	Participação das regiões no total nacional (%)
Todas as regiões			
Unidades que vendem energia	282.996	46,9%	100%
Unidades que não vendem energia	319.901	53,1%	100%
Total de todas as unidades	602.897	100%	100%

Em termos de participação relativa das regiões, o perfil tem se modificado pouco nos últimos anos; sendo de notar que a região Norte-Nordeste está reduzindo sua participação relativa, ocupada pela região Centro-Sul (exceto São Paulo). O estado de São Paulo tem mantido constante seu quinhão tradicional no total da safra nacional.

O movimento de migração da posição de autossuficiência para a posição de vendedor está bastante adiantado em São Paulo, quando se considera o volume da cana processada. A proporção das unidades paulistas que já se integraram à rede geral de distribuição e despacham energia (53,2%) está muito acima das demais regiões analisadas: 36,8% na região Centro-Sul e 39,6% na região Norte-Nordeste.

A consolidação dos dados sobre o tamanho das unidades de produção na região, de acordo com as classes, aparece nos quadros adiante que também separam as unidades que têm comércio de energia com aquelas que somente cuidam de sua autossuficiência.

Unidade produtora por dimensão	Participação das unidades que vendem energia		Participação das unidades que não vendem energia	
	Nº	Participação	Nº	Participação
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	10	100%	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	11	84,6%	2	15,4%
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	14	56%	11	44%
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	27	49,1%	28	50,9%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	35	25,9%	100	74,1%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	14	9%	141	91%
Todos	**111**	**28,2%**	**282**	**71,8%**

Quadro 37a, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES EM TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	10	63.130	15.882	1.798	17.680
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	11	48.909	11.700	1.459	13.159
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	14	46.327	11.865	767	12.632
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	27	66.013	16.738	1.581	18.319
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	35	49.682	12.940	962	13.902
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	14	8.935	2.470	60	2.530
Todos	**111**	**282.996**	**71.595**	**6.628**	**78.223**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 37b, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES EM TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	0	-	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	2	8.178	1.991	214	2.205
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	11	36.612	8.292	1.334	9.625
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	28	62.876	14.200	3.340	17.539
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	99	137.836	33.289	4.788	38.077
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	142	74.399	18.701	2.407	21.108
Todos	**282**	**319.76.472**	**76.472**	**12.082**	**88.554**

Quadro 37c, Cap. III - PRODUÇÃO DE CANA E DESTINAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA POR CLASSE DE UNIDADES EM TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Nº de unidades visitadas	Total da cana moída na safra (mil t)	Total do bagaço para combustível (mil t)	Total do bagaço para outros usos (mil t)	Total do bagaço produzido (mil t)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	10	63.130	15.882	1.798	17.680
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	13	57.087	13.691	1.673	15.364
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	25	82.939	20.156	2.101	22.257
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	55	128.889	30.938	4.921	35.859
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	134	187.518	46.229	5.750	51.979
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	156	83.334	21.170	2.467	23.638
Todos	**393**	**602.897**	**148.067**	**18.710**	**166.777**

Fonte dos quadros 37b e 37c: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nestes quadros sobressaem-se alguns pontos a serem registrados:

1) das 23 unidades que moem volume acima de 4,0 milhões de toneladas, 21 já se integraram à geração e transmissão de energia elétrica ao sistema integrado,;

2) no conjunto, somente 35 das unidades classificadas como 'pequenas' e 14 como 'muito pequenas', no total de 290 unidades, fizeram as transformações necessárias para gerar excedentes comercializáveis;

3) apesar desse pequeno contingente, esta observação é importante porque mostra que não existem restrições técnicas que limitem a inclusão de unidades de qualquer dimensão no rol daquelas que fazem as reformas e passam a gerar excedentes vendáveis;

4) a proporção da cana moída pelas classes de produção mostra que predomina o padrão de indústria com capacidade de moagem abaixo de 3 milhões de toneladas ('médio', 'pequeno' e 'muito pequeno'), que tem participação de 66,3% no total da moagem e;

5) existe um número modesto de unidades (48) que são classificadas como 'médias', 'grandes' e 'muito grandes'.

No quadro 2 a seguir, são mostrados os números com a **disponibilidade de bagaço** nas unidades que vendem energia e a **quantidade queimada na geração para a venda e para o autoconsumo**, cabendo observar que a parcela destinada à venda é majoritária nas unidades de maior porte e minoritária nas classes de média e baixa capacidade de moagem.

Quadro 38, Cap. III - DESTINAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL QUEIMADO NAS UNIDADES DE TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS

Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Bagaço destinado à geração para o autoconsumo (mil t)	Bagaço destinado à geração para a venda (mil t)	Total do bagaço queimado como combustível (mil t)	Participação percentual no total	
				Autoconsumo	Venda
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	7.780	8.103	15.882	49%	51%
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	5.409	6.291	11.700	46,2%	53,8%
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	5.339	6.526	11.865	45%	55%
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	9.861	6.877	16.738	58,9%	41,1%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	7.503	5.437	12.940	58%	42%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	1.471	998	2.470	59,6%	40,4%
Todos	**37.363**	**34.232**	**71.595**	**52,2**	**47,8%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos quadros apresentados adiante constam os resultados encontrados para todas as regiões estudadas tratando da capacidade de geração e o total gerado na safra 2009-10, de acordo com as classes. Para uma melhor visualização da atual realidade nacional, é apresentado também um quadro-resumo com a importância relativa das classes selecionadas, inclusive considerando a participação no total da cana moída.

Unidade produtora por dimensão	Participação no total da cana moída (%)	Participação no total da potência instalada (%)	Participação no total da energia gerada (%)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	10,5%	13,3%	15,4%
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	9,5%	10,8%	13%
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	13,8%	12,3%	14,9%
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	21,4%	18%	20,8%
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	31,1%	29,3%	25,9%
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	13,8%	16,2%	10%
Todos	**100%**	**100%**	**100%**

Os dados acima apresentados indicam que existe uma ampla dispersão da capacidade de moagem que é acompanhada por uma dispersão bastante similar na dimensão da potência instalada e no total da energia elétrica gerada na safra 2009-10. Isto significa que este setor é constituído por um grande conjunto de unidades independentes e, mesmo as maiores, têm pequena expressão individual no total. O sucesso na tarefa de operar a transformação das unidades da autossuficiência para a geração de excedentes vendáveis depende de uma ação persistente e duradoura de convencimento de um grande conjunto de agentes que, mesmo sendo importantes em sua individualidade, têm peso diminuto na soma das possibilidades. Se a distribuição das unidades for observada com mais detalhes, constata-se que as médias e pequenas não são apenas maioria quando observado o número de unidades, mas têm também igual influência na produção nacional e na geração termelétrica com o bagaço.

Unidade produtora por dimensão	Participação no total da cana moída (%)	Participação no total da potência instalada (%)	Participação no total da energia gerada (%)
Moagem acima de 3 milhões de toneladas	33,7%	36,4%	43,3%
Moagem abaixo de 3 milhão de toneladas	66,3%	63,6%	56,7%

Na sequência, são apresentados os dados correntes, por classe de unidade, sobre o total da potência instalada, o volume da energia gerada e a destinação da energia. De acordo com o padrão adotado, os quadros separam o conjunto das unidades integradas à rede de transmissão do conjunto das unidades autossuficientes.

Quadro 39a, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DE TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-2010
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada(kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total Comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	784.440	3.087.385	1.285.110	1.746.576
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	581.000	2.429.353	993.219	1.426.145
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	582.985	2.288.648	930.626	1.363.036
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	788.540	2.961.322	1.477.149	1.479.320
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	879.000	2.330.943	1.160.105	1.136.252
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	228.200	374.452	208.061	166.462
Todos	**3.844.165**	**13.472.102**	**6.054.270**	**7.317.792**

Quadro 39b, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DE TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-2010
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada(kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	57.000	169.426	169.426
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	147.055	697.937	697.937
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	278.400	1.205.458	1.191.937
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	856.087	2.862.687	2.823.042
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	732.560	1.623.814	1.587.736
Todos	**2.071.102**	**6.559.321**	**6.470.077**

Quadro 39c, Cap. III - GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR CLASSE NAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DE TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS
Indicadores totais de capacidade e geração por classe de unidades na safra 2009-2010
Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Total da potência instalada(kw)	Total da geração na safra (mwh)	Total do autoconsumo na safra (mwh)	Total Comercializado na safra (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	784.440	3.087.385	1.285.110	1.746.576
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	638.000	2.598.778	1.162.644	1.426.145
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	730.040	2.986.585	1.628.563	1.363.036
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	1.066.940	4.166.779	2.669.085	1.479.320
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	1.735.087	5.193.630	3.983.147	1.136.252
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	960.760	1.998.266	1.795.797	166.462
Todos	**5.915.267**	**20.031.423**	**12.524.346**	**7.317.792**

Fonte dos quadros 39a, 39b e 39c: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Do total da energia gerada na safra por todas as unidades, no total de 20,03 milhões de *megawatts*, 67,3% (13,47 milhões de *megawatts*) são de responsabilidade das unidades que vendem energia e 32,7% (6,56 milhões de *megawatts*) das unidades que somente geram para consumo próprio.

Nos quadros seguintes são apresentados os **valores médios da geração elétrica** informados por unidade, de acordo com a classe. A geração média das unidades que vendem energia, 121,37 mil *megawatts*, está muito acima da média das unidades que não geram para terceiros, 23,26 mil *megawatts*. Esta diferença reflete o uso de equipamentos mais potentes naquelas unidades que já fizeram as transformações para gerar energia excedente. Em média, a energia vendida representa 65,9 *megawatts* do total médio gerado pelas unidades.

Quadro40a, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DE TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS NO PERÍODO DA SAFRA
Unidades que comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade (kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)	Venda média na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	78.444	308.738	128.511	174.658
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	52.818	220.850	90.293	129.650
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	41.642	163.475	66.473	97.360
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	29.205	109.679	54.709	54.709
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	25.114	66.598	33.146	32.464
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	16.300	26.747	14.862	11.890
Todos	**34.632**	**121.370**	**54.543**	**65.926**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro40b, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DE TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS NO PERÍODO DA SAFRA
Unidades que não comercializam energia elétrica

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade (kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	-	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	28.500	84.713	84.713
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	13.369	63.449	63.449
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	9.943	43.052	42.569
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	8.647	28.916	28.516
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	5.159	11.435	11.181
Todos	**7.344**	**23.260**	**22.944**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro40c, Cap. III - GERAÇÃO MÉDIA DE ENERGIA ELÉTRICA POR UNIDADE DE PRODUÇÃO DE TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS NO PERÍODO DA SAFRA

Todas as unidades separadas por dimensão

Unidade produtora por dimensão	Potência instalada média por unidade (kw)	Geração média na safra por unidade (mwh)	Autoconsumo médio na safra por unidade (mwh)	Venda média na safra por unidade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	78.444	308.738	128.511	174.658
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	49.077	199.906	89.434	109.703
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	29.202	119.463	65.143	54.521
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	19.399	75.760	48.529	26.897
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	12.948	38.758	29.725	8.479
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	6.159	12.809	11.512	1.067
Todos	**15.052**	**50.971**	**31.869**	**18.620**

Fonte: Conab

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A partir dos dados apresentados foram construídos alguns indicadores que permitem identificar o nível de desempenho na geração elétrica nas classes escolhidas para análise, separando as categorias dos vendedores e não vendedores. O quadro 41 apresenta os dados do **rendimento energético do bagaço para cada tonelada queimada** e a destinação da energia gerada. As classes superiores para as unidades vendedoras têm, em média, um desempenho bastante assemelhado em torno de 200 *kilowatts* de energia por tonelada do agrocombustível, e as demais têm médias 20% a 30% menores. Para aquelas que geram apenas para autoconsumo, sem preocupação com a formação de excedentes, os valores são bastante semelhantes entre si, indicando que a quantidade de energia necessária para processar uma tonelada de cana-de-açúcar e fabricar seus principais produtos, açúcar e álcool etílico, é uma relação física e tem pouca relação com a capacidade de moagem das unidades.

Quadro41, Cap. III - INDICADORES DE UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO COMBUSTÍVEL NA SAFRA 2009-2010 EM TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS

Unidade produtora por dimensão	Unidades que comercializam energia elétrica			Unidades que não comercializam energia elétrica	
	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Venda por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Geração por tonelada de bagaço queimado (kwh)	Autoconsumo por tonelada de bagaço queimado (kwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	194,4	80,9	110	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	207,6	84,9	121,9	85,1	85,1
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	192,9	78,4	114,9	84,2	84,2
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	176,9	88,2	88,4	84,9	83,9
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	180,1	89,7	87,8	86	84,8
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	151,6	84,2	67,4	86,8	84,9
Todos	**188,2**	**84,6**	**102,2**	**85,8**	**84,6**

Fonte: Conab

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

No conjunto, a média do rendimento energético das unidades integradas à rede geral está em 188,2 *kilowatts* enquanto que média das unidades gerando apenas para sua autossuficiência está em 85,8 *kilowatts* por tonelada de bagaço queimado.

Com o mesmo propósito, o quadro 42 apresenta os indicadores de **capacidade instalada por cada mil toneladas de cana moída** e a **geração por hora de atividade** na safra, e denota um comportamento semelhante ao apresentado no quadro anterior no tocante ao desempenho das classes de unidades.

Quadro42, Cap. III - INDICADORES DE CAPACIDADE INSTALADA POR MIL TONELADAS DE CANA PROCESSADA E GERAÇÃO POR HORA DE ATIVIDADE POR CLASSE EM TODAS AS REGIÕES PRODUTORAS

Unidade produtora por dimensão	Unidades que vendem energia elétrica		Unidades que não vendem energia elétrica	
	Capacidade instalada para cada mil toneladas de cana moída (kwh)	Geração por hora de atividade (mwh)	Capacidade instalada para cada mil toneladas de cana moída (kwh)	Geração por hora de atividade (mwh)
Moagem acima de 5 milhões de toneladas	12,43	57,02	-	-
Moagem entre 4 e 5 milhões de toneladas	11,88	44,34	6,97	14,65
Moagem entre 3 e 4 milhões de toneladas	12,58	33,48	4,02	12,64
Moagem entre 2 e 3 milhões de toneladas	11,95	22,39	4,43	8,22
Moagem entre 1 e 2 milhões de toneladas	17,69	14,95	6,21	5,96
Moagem abaixo de 1 milhão de toneladas	25,54	7,12	9,85	2,98
Todos	**15,20**	**26,56**	**6,47**	**5,30**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Para esta seção vale também a mesma observação feita para o estado de São Paulo: os resultados para as classes mais baixas estão influenciados pelos dados das unidades de produção instaladas nos anos recentes e cujo processo de maturação ainda está em andamento e estão moendo quantidades menores do que a programada para a fase madura. Como os equipamentos utilizados na geração elétrica estão dimensionados para o total da capacidade nominal prevista, os rendimentos por unidade por tonelada utilizada estão bastante acima das demais participantes da classe cujos processos industriais já estão maduros. A presença dessas unidades aumenta a capacidade média instalada da classe, de forma artificial. Como mencionado antes, essa constatação indica que as novas unidades que estão sendo instaladas já incluem em sua lista de negócios a geração de excedentes de energia elétrica para venda a terceiros.

Capítulo IV

Simulação do Potencial Não-Aproveitado de Energia Elétrica no Total do Bagaço Queimado na Safra 2009-2010

Este capítulo é dedicado à elaboração de um exercício onde está simulado o montante da energia elétrica que poderia ser gerada com a quantidade de bagaço disponível para queima na safra passada. O propósito principal é melhorar o nível do conhecimento atual sobre o assunto e obter, mesmo que de forma teórica, o volume de energia elétrica que está contido no imenso estoque de bagaço que o país produz a cada safra agrícola canavieira.

Para a realização dos cálculos foi necessário assumir algumas premissas que produzissem resultados realistas e verossímeis. Essas premissas e a forma de realizar os cálculos foram as seguintes:

1) Todas as 393 unidades de produção visitadas foram separadas em classes de acordo com a quantidade de bagaço combustível disponível para queima por hora de atividade foram separadas. As dez classes escolhidas foram as seguintes:

	Classe de unidade de produção (bagaço por hora)	Moagem média de cana na safra (em toneladas)
1	acima de 220 t	5.362 t
2	entre 180 e 220 t	3.542 t
3	entre 160 e 180 t	3.516 t
4	entre 140 e 160 t	2.785 t
5	entre 120 e 140 t	2.393 t
6	entre 100 e 120 t	1.953 t
7	entre 80 e 100 t	1.645 t
8	entre 60 e 80 t	1.298 t
9	entre 40 e 60 t	985 t
10	abaixo de 40 t	450 t

2) É assumido, como variável importante no modelo de cálculo, que existe uma relação direta entre a quantidade de bagaço disponível para queima e a dimensão ótima dos equipamentos de produção de vapor e de geração elétrica. Pequenas unidades não têm bagaço suficiente para otimizar o uso de equipamentos muito grandes e conseguem obter o máximo de rendimento com equipamentos dimensionados para sua capacidade de moagem. Grandes unidades com equipamentos de baixa potência precisam incinerar o bagaço excedente para não formar estoques sem destino desse produto e desperdiçar matéria-prima.

3) O bagaço disponível para as unidades corresponde à quantidade de cana-de-açúcar processada em suas próprias moendas, e foi desconsiderado o eventual comércio de bagaço combustível.

4) **Foi definido como parâmetro básico de cálculo a quantidade de energia gerada, em *kilowatts*, por tonelada de bagaço queimado** e as mais eficientes foram designadas como empresas líderes da classe.

5) **As empresas líderes em eficiência das classes foram eleitas como modelos que podem ser imitadas pelas demais.**

6) Para melhorar o realismo da experiência e evitar qualquer viés estatístico, foi estabelecido o seguinte procedimento: para as quatro classes maiores usa-se como parâmetro de cálculo a média aritmética simples dos valores encontrados para os dois líderes em eficiência na relação entre bagaço queimado e energia gerada. Para as demais classes foi utilizada a média ponderada das dez melhores na relação bagaço queimado *versus* energia gerada.

6) Como não existe qualquer tipo de segredo tecnológico nesta matéria foi assumido que, **se os líderes e melhores são capazes de tirar mais energia da mesma quantidade de bagaço, não existe restrição para que as demais venham a ter o mesmo desempenho.** Esta mudança de processo é uma simples questão de decisão empresarial.

7) A melhora do desempenho na geração elétrica, com todas as consequências financeiras, energéticas, ambientais e econômicas decorrentes, está na dependência direta da criação de fatores de atração para o novo negócio.

Com base no exposto, o procedimento adotado para apuração do montante de energia que o país está deixando de gerar com a queima do mesmo volume de bagaço foi substituir o rendimento observado por tonelada de bagaço em cada classe pelo rendimento obtido pelas unidades líderes e melhores da mesma classe.

A partir dos novos números sobre a geração foi possível calcular também quanto deveria crescer a capacidade instalada de geração, como seria alterada a quantidade de energia autoconsumida para o processamento de uma tonelada de cana-de-açúcar, qual o volume de energia excedente que poderia ser vendida a terceiros e quanto de receita esta venda proporcionaria a todas as unidades, de acordo com sua classe.

Para facilitar o entendimento da forma de elaboração dos cálculos e os resultados alcançados, a apresentação foi dividida da seguinte forma:

- Seção 1: o comportamento dos parâmetros observados na safra 2009-10;
- Seção 2: quais seriam estes parâmetros se todos estivessem operando com a mesma competência dos líderes e melhores;
- Seção 3: cotejo entre a situação observada e a situação simulada, com destaque para o tamanho do desperdício em energia elétrica não-gerada e a receita financeira não-realizada decorrente do uso ineficiente do agrocombustível e;
- Seção 4: localização, por sub-região, da energia não gerada e a capacidade de geração que precisa ser instalada para possibilitar a fruição de toda a energia contida no bagaço atualmente queimado.

Seção 1 – Os parâmetros de cálculos observados na safra 2009-10

Nesta seção estão apresentados os dados com o comportamento de alguns parâmetros que interessam para os cálculos, de acordo com as classes de unidades selecionadas. A seleção feita buscou colocar na mesma classe as unidades que dispõem de quantidade assemelhada do agrocombustível por hora de funcionamento. Essa identidade virtual da situação das unidades de uma mesma classe parte do pressuposto que o padrão tecnológico em uso pelas líderes e melhores poderia ser usada por todas suas congêneres e, com isso, obter o mesmo rendimento médio em energia elétrica gerada por cada tonelada de bagaço queimado. Quanto mais razoáveis forem as premissas, maior será a fidedignidade das conclusões.

No quadro 1 são mostrados os dados básicos do comportamento das unidades das dez classe escolhidas. Os dados totais já são conhecidos dos demais capítulos, mudando apenas a forma de distribuição entre as classes. O ponto importante a ser notado é que existe um claro comportamento decrescente na média de todas unidades que compõem as classes.

Quadro 1, Cap. IV - DADOS BÁSICOS OBSERVADOS DE ACORDO COM A DISPONIBILIDADE HORÁRIA DE BAGAÇO

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Cana moída na safra por classe de unidade de produção moagem (mil t)	Disponibilidade total de bagaço combustível na safra disponível por classe de unidade de produção moagem (mil t)	Disponibilidade de bagaço por hora de moagem da classe de produtor (T)	Geração observada por t de bagaço queimado nas unidades da classe (kw)
Mais de 220 t	96.512	24.486	330,8	196,8
180 a 220 t	31.880	7.995	200	170,6
160 a 180 t	38.675	9.240	178,9	153,5
140 a 160 t	47.352	12.463	154,6	140,7
120 a 140 t	50.259	12.895	144,4	128
100 a 120 t	56.637	14.092	107,9	143,4
80 a 100 t	82.266	20.432	87,7	105,4
60 a 80 t	80.476	19.342	70,7	114,3
40 a 60 t	73.864	17.238	51,2	96,4
abaixo de 40 t	44.976	9.884	26,8	99
Total/média	**602.897**	**148.067**	**139**	**135,3**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O quadro 2 apresenta a quantidade de energia gerada na safra nas classes escolhidas e o destino da mesma, se para autoconsumo ou para venda a terceiros. É importante notar que todos esses números estão associados ao número de unidades existentes na classe e, dessa forma, sua aleatoriedade não apresenta nenhum padrão de comportamento previsível.

Quadro 2, Cap. IV - DADOS BÁSICOS OBSERVADOS DE GERAÇÃO DE CONSUMO E VENDA DE ENERGIA NO PERÍODO DA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total da geração observada na safra (mwh)	Total do autoconsumo observado na safra (mwh)	Total observado da energia vendida na safra (mwh)
Mais de 220 t	4.819.991,9	1.976.603,6	2.777.701,1
180 a 220 t	1.363.624,5	654.631,2	701.313,6
160 a 180 t	1.418.709,5	801.289,4	616.468,5
140 a 160 t	1.753.479,8	987.557,1	779.568,2
120 a 140 t	1.650.659,8	1.008.303,1	599.326
100 a 120 t	2.020.906,4	1.300.220	720.686,4
80 a 100 t	2.153.296,3	1.698.606,4	452.053,3
60 a 80 t	2.210.250,2	1.684.230,7	496.171,7
40 a 60 t	1.662.259,8	1.477.763,9	132.590,4
abaixo de 40 t	978.244,6	935.140,9	41.912,8
Total	**20.031.422,9**	**12.524.346,3**	**7.317.792**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O quadro 3 consta com os mesmos números divididos pela quantidade de cana moída e mostra o **desempenho médio da classe**. Nesse quadro é possível identificar o comportamento diferenciado das classes de unidade de acordo com sua dimensão. Como regra geral, quanto maior

o porte da unidade, maior a quantidade e energia elétrica extraída de uma tonelada de bagaço. É preciso observar que, como as classes incluem todas as unidades pertinentes, os resultados médios apresentados estão influenciados pela proporção daquelas que vendem e que não vendem energia e pela eficiência média das unidades da classe. As maiores vendem em torno de 70,0% da energia gerada enquanto as menores estão próximas de 50%.

Quadro 3, Cap. IV - ÍNDICES TÉCNICOS POR TONELADA DE CANA MOÍDA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Geração elétrica observada por t de cana moída por classe nas unidades (kwh)	Autoconsumo de energia elétrica observado por t de cana moída nas classes de unidade (kwh)	Excedente de energia elétrica comercializada por t de cana moída nas classes de unidades (kwh)	Participação da energia vendida no total gerado (%)
Mais de 220 t	49,9	20,5	29,5	59%
180 a 220 t	42,8	20,5	22,2	52%
160 a 180 t	36,7	20,7	16	43,5%
140 a 160 t	37	20,9	16,2	43,7%
120 a 140 t	32,8	20,1	12,8	38,9%
100 a 120 t	35,7	23	12,7	35,7%
80 a 100 t	26,2	20,6	5,5	21,1%
60 a 80 t	27,5	20,9	6,5	23,8%
40 a 60 t	22,5	20	2,5	11,1%
abaixo de 40 t	21,8	20,8	1	4,4%
Média	**33,2**	**20,8**	**12,5**	**37,5%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

No quadro 4 é mostrada a **distribuição da capacidade instalada por classe de unidades** e o total de cada uma delas. Esse total dividido pela cana processada na safra pelas mesmas classes indica a capacidade média de geração equivalente a uma certa quantidade de cana. No nosso exercício escolhemos o volume de mil toneladas. Esse indicador, calculado com os dados da safra 2009-10, é o elemento-chave para as extrapolações de cálculo de capacidade para qualquer outra quantidade de cana-de-açúcar que venha a ser processada. Da observação dos resultados cabe ressaltar a proximidade das médias entre todas as classes de unidades, no item capacidade instalada. Como está mostrado nas duas seções seguintes, essa proximidade se explica pelo grande número de unidades, em todas as classes, gerando com equipamentos de baixa potência.

Quadro 4, Cap. IV - POTÊNCIA INSTALADA OBSERVADA PARA TODAS AS UNIDADES POR MIL TONELADAS DA CANA MOÍDA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Capacidade média instalada observada por mil t de cana moída (kw)	Total da capacidade instalada observada para o conjunto das unidades de classe (kw)
Mais de 220 t	12,7	1.226.440
180 a 220 t	10,4	331.700
160 a 180 t	10	385.530
140 a 160 t	9,9	469.785
120 a 140 t	8,8	443.300
100 a 120 t	9,2	522.625
80 a 100 t	10,2	839.990
60 a 80 t	9,6	771.032
40 a 60 t	6,9	512.740
abaixo de 40 t	9,2	412.125
Total/média	**9,8**	**5.915.267**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Finalmente, no quadro 5 são feitos os cálculos da **receita pecuniária gerada nas vendas de energia** realizadas da safra pelas classes escolhidas. Como já apresentado no capítulo 2, o procedimento padrão foi assumir um preço médio de venda de R$ 140,00 por *megawatt* despachado. É um cálculo bastante sumário e tem apenas papel ilustrativo. A receita efetiva das unidades nesse comércio não faz parte das perguntas do questionário.

O valor médio da receita estimada por tonelada de cana não pode ser comparado com o exercício elaborado na seção 6 do capítulo II. No presente caso, o cálculo feito incluiu toda a cana processada pela classe correspondente, sem distinguir as unidades vendedoras daquelas que limitam sua geração para o autoconsumo. Dessa forma, classes que comercializam pequenas quantidades de energia têm receita média insignificante. O propósito desse cálculo é tão somente balizar a comparação com a receita média que seria gerada se todas as unidades estivessem gerando energia excedente, conforme desenvolvido na seção seguinte.

Quadro 5, Cap. IV - ESTIMATIVA DA RECEITA FATURADA COM A VENDA DO EXCEDENTE DE ENERGIA GERADO NA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total do excedente de energia comercializado na safra (MWh)	Total estimado da receita faturada na safra (R$140,00 por MWh)	Total estimado da receita por tonelada da cana moída (R$140,00 por MWh)
Mais de 220 t	2.777.701	388.878.148	4,03
180 a 220 t	701.314	98.183.909	3,08
160 a 180 t	616.469	86.305.591	2,23
140 a 160 t	779.568	109.139.542	2,30
120 a 140 t	599.326	83.905.645	1,67
100 a 120 t	720.686	100.896.102	1,78
80 a 100 t	452.053	63.287.462	0,77
60 a 80 t	496.172	69.464.040	0,86
40 a 60 t	132.590	18.562.661	0,25
abaixo de 40 t	41.913	5.867.787	0,13
Total	**7.317.792**	**1.024.490.886**	**1,70**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Seção 2 – Simulação dos resultados que seriam obtidos com a substituição dos equipamentos e aumento da eficiência na queima do bagaço

Nesta seção são apresentados os dados com a simulação dos resultados que seriam obtidos se todas as unidades estivessem gerando a mesma quantidade de energia por tonelada de bagaço conseguida pelos líderes e melhores da classe correspondente.

No quadro 6 constam os dados primários para elaboração do exercício, representados pelo alto nível de geração por tonelada de bagaço, obtida pelos líderes e melhores das classes, que foram assumidos estar usando equipamentos de padrão moderno e elevado. **Consta também o destino da energia, se para autoconsumo nas unidades ou formação de excedentes disponíveis para a venda a terceiros.**

Observa-se também que o comportamento dos índices de rendimento das classes arroladas corrobora com o pressuposto operacional de que existe uma relação direta entre a

disponibilidade de bagaço e o tamanho adequado dos equipamentos: à medida que diminui a quantidade de bagaço disponível por hora de funcionamento, menos potentes são os equipamentos de produção de vapor e geração elétrica em uso e menor o rendimento por unidade de combustível utilizado.

Quadro 6, Cap. IV - SIMULAÇÃO DO TOTAL DA GERAÇÃO, DO AUTOCONSUMO E DO EXCEDENTE VENDÁVEL POR TONELADA DE BAGAÇO COM BASE NOS LÍDERES E MELHORES

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Geração por t de bagaço queimado nas unidades líderes e melhores da classe (kwh)	Simulação do autoconsumo por t de bagaço por classe de unidade (kwh)	Simulação do excedente vendável de energia com base nos líderes e melhores (kwh)
Mais de 220 t	377,3	101,6	275,8
180 a 220 t	369,5	110,8	258,7
160 a 180 t	276,9	88,3	188,5
140 a 160 t	254,2	92	162,2
120 a 140 t	252,8	105	147,8
100 a 120 t	238,5	94,3	144,2
80 a 100 t	218,3	109,7	108,6
60 a 80 t	230,3	96	134,3
40 a 60 t	173,2	90,3	82,9
abaixo de 40 t	155,6	89,1	66,5
Média geral	**269,8**	**102,7**	**167,1**

Nota: Para as classes com mais de 120 t por hora foi utilizada a média dos dois líderes de cada classe. Para os demais, foram utilizadas as médias das dez melhores unidades de cada classe.
Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

No quadro 7 são mostrados os números correspondentes por tonelada de cana processada, que têm a mesma natureza do quadro 6, que estão calculados por tonelada de bagaço. Essa transformação tem o papel de facilitar a apresentação dos resultados obtidos.

Quadro 7, Cap. IV - SIMULAÇÃO DOS ÍNDICES TÉCNICOS POR TONELADA DE CANA COM BASE NOS LÍDERES E MELHORES

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Simulação da geração elétrica por t de cana moída (kwh)	Simulação do autoconsumo por t de cana por classe de unidade (kwh)	Simulação do excedente vendável de energia com base nos líderes e melhores (kwh)
Mais de 220 t	99,4	26,8	72,7
180 a 220 t	98,7	29,4	69,3
160 a 180 t	65,6	21,3	44,3
140 a 160 t	71	25,7	45,3
120 a 140 t	68,1	27,5	40,6
100 a 120 t	62,1	24,4	37,7
80 a 100 t	55,1	27	28,1
60 a 80 t	58,1	25	33,1
40 a 60 t	44,6	23,2	21,4
abaixo de 40 t	41,6	20,9	20,7
Total/média	**66,3**	**25,2**	**41**

Nota: Para as classes com mais de 120 t por hora foi utilizada a média dos dois líderes de cada classe. Para os demais, foram utilizadas as médias das dez melhores unidades de cada classe.
Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O quadro 8 apresenta a **simulação com o volume possível de energia** que seria gerado se todas as unidades fizessem a transformação em seus equipamentos e passassem a gerar com a eficiência dos líderes e melhores da classe, e atinge o montante de 39,95 milhões de *megawatts*[15] (o mesmo que 39,95 *terawatts*). Apresenta também o total da energia que seria autoconsumida e o total do excedente que estaria disponível para despacho para a rede integrada.

Quadro 8, Cap. IV - CÁLCULO DO POTENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA QUE PODERIA TER SIDO GERADA NA SAFRA COM BASE NOS LÍDERES E MELHORES DA CLASSE

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Geração elétrica total que poderia ter sido gerada na safra (MWH)	Total do autoconsumo de energia elétrica que teria sido verificada na safra (MWH)	Total do excedente de energia elétrica que estaria disponível para venda na safra (MWH)
Mais de 220 t	9.597.027	2.583.058	7.013.969
180 a 220 t	3.146.278	937.768	2.208.510
160 a 180 t	2.538.401	825.657	1.712.744
140 a 160 t	3.360.050	1.215.110	2.144.939
120 a 140 t	3.422.390	1.383.614	2.038.776
100 a 120 t	3.515.769	1.381.432	2.134.337
80 a 100 t	4.532.167	2.217.150	2.315.0116
60 a 80 t	4.675.760	2.011.666	2.664.094
40 a 60 t	3.291.478	1.711.088	1.580.389
abaixo de 40 t	1.870.059	938.249	931.809
Total/média	**39.949.382**	**15.204.796**	**24.744.596**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O quadro 9, com base na capacidade de geração em uso pelos líderes e melhores das classes para cada mil toneladas de cana processada e com a mesma quantidade de bagaço queimado na safra 2009-10, faz uma **simulação do total da potência instalada que seria necessária** para gerar a quantidade de energia simulada no quadro 8, atingindo um total de 13,57 milhões de *kilowatts* (equivalentes a 13,57 mil *megawatts*)[16].

Quadro 8, Cap. IV - CÁLCULO DA POTÊNCIA INSTALADA NECESSÁRIA PARA GERAR ENERGIA ELÉTRICA POTENCIAL

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Simulação da capacidade de geração necessária por mil t de cana moída (KW)	Simulação do total da capacidade de geração necessária do conjunto das unidades das classes (KW)
Mais de 220 t	28,3	2.731.055
180 a 220 t	21,4	682.562
160 a 180 t	19,2	742.520
140 a 160 t	24,2	1.144.157
120 a 140 t	21	1.056.906
100 a 120 t	17,2	973.239
80 a 100 t	23,8	1.960.402
60 a 80 t	23	1.850.858

[15] Conforme os dados da ONS, o total da energia elétrica despachada por todas as fontes geradoras no Brasil em 2009, foi de 445,6 milhões de *megawatts* (445,6 *terawatts*). Ou seja, o montante simulado de energia gerada com a queima do bagaço representaria uma proporção de 9,0% do total nacional e o excedente comercializável corresponderia a 5,6% do mesmo total. Estes números referem-se apenas ao uso do bagaço, não consideram o aumento futuro da dimensão da safra de cana-de-açúcar e o bagaço correspondente e tampouco o uso combustível da palha, folhas e ponteiros por parte das unidades de produção.

[16] O total da potência instalada no Brasil no ano de 2009, de acordo com a Aneel, era de 106,5 mil *megawatts*, conforme analisado no capítulo I. O número encontrado de 13,57 mil megawatts representaria 12,5% da capacidade de geração do país.

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Simulação da capacidade de geração necessária por mil t de cana moída (kw)	Simulação do total da capacidade de geração necessária do conjunto das unidades das classes (kw)
40 a 60 t	15,4	1.134.822
abaixo de 40 t	28,9	1.300.286
Total/média	**22,5**	**13.576.806**

Nota: Para as classes com mais de 120 t por hora foi utilizada a média dos dois líderes de cada classe. Para os demais, foram utilizadas as médias das dez melhores unidades de cada classe.
Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Por último, o quadro 9 faz um **cálculo figurativo de qual seria a receita financeira** que poderia ser realizada por este setor de produção se toda a energia excedente, que totaliza 24,74 milhões de *megawatts*, fosse vendida pelos valores correntes de mercado de R$ 140,00 por *megawatt*. De acordo com o resultado do quadro este valor ascenderia a um montante de R$ 3,464 bilhões e corresponderia a um valor médio de R$ 5,75 por tonelada de cana processada, variando de acordo com a classe de unidades. Esta informação mostra o considerável montante de agregação de valor desta matéria-prima, consequência do aproveitamento mais racional de seu principal subproduto, o bagaço.

Quadro 9, Cap. IV - RECEITA QUE PODERIA TER SIDO GERADA COM A VENDA DE TODO O EXCEDENTE POSSÍVEL DE SER GERADO NA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total do excedente vendável de energia com base nos líderes e melhores por classe (mwh)	Total simulado da receita que poderia ter sido faturada na safra (R$ 140,00 por mwh)	Total simulado da receita por tonelada de cana moída (R$ 140,00 por mwh)
Mais de 220 t	7.013.969	981.955.657,93	10,17
180 a 220 t	2.208.510,2	309.191.432,88	9,70
160 a 180 t	1.712.743,9	239.784.146,12	6,20
140 a 160 t	2.144.939,7	300.291.562,62	6,34
120 a 140 t	2.038.776,2	285.428.671,04	5,68
100 a 120 t	2.134.337,8	298.807.293,65	5,28
80 a 100 t	2.315.016,5	324.102.303,26	3,94
60 a 80 t	2.664.094,1	372.973.171,86	4,63
40 a 60 t	1.580.389,5	221.254.532,79	3,00
abaixo de 40 t	931.809,4	130.453.318,80	2,90
Total/média	**24.744.586,4**	**3.464.242.091,00**	**5,75**

Nota: Para as classes com mais de 120 t por hora foi utilizada a média dos dois líderes de cada classe. Para os demais, foram utilizadas as médias das dez melhores unidades de cada classe.
Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Na avaliação desses resultados é preciso levar em conta que o valor decrescente por tonelada de cana, de acordo com a classe de unidades, reflete a diferença de eficiência na queima do bagaço: quanto maior o porte da unidade, mais energia é gerada por tonelada de bagaço, conforme mostrado no quadro 7, e maior o total da energia excedente disponibilizada para venda, por tonelada de cana moída. Além disso, no cálculo realizado assume-se que todas as unidades, grandes, médias e pequenas, estão interligadas na rede geral de distribuição e todas realizam receita vendendo o excedente da energia gerada. Essa situação hipotética simula um comércio de energia que teria deixado de ser um apêndice nos negócios sucroalcooleiros e se transformado numa atividade corrente e rotineira das usinas e destilarias que processam cana e produzem bagaço.

Com os dados disponíveis é possível fazer um exercício semelhante ao efetuado no Capítulo II e calcular a receita correspondente à parcela queimada do bagaço para gerar a energia

vendida e retirar do cálculo o combustível queimado para gerar a energia destinada ao autoconsumo. Como o mesmo valor da receita será dividido por uma quantidade menor de cana (correspondente ao bagaço queimado para venda) esses valores serão maiores que os apresentados no quadro 9. Ademais, como indicador da parcela da energia gerada destinada à venda por cada classe, foi usado o mesmo percentual dos líderes e melhores da cada classe.

Classes de unidades separadas por tonelada de bagaço disponível por hora										
mais de 220	180 a 220	160 a 180	140 a 160	120 a 140	100 a 120	80 a 100	60 a 80	40 a 60	abaixo de 40	média
Receita média por tonelada de cana referente ao bagaço queimado para a geração para venda (R$)										
13,91	14,03	9,09	9,76	9,32	8,70	7,87	7,92	6,41	5,08	9,22

Seção 3 – Avaliação das consequências causadas pela indefinição sobre o aproveitamento adequado do agrocombustível ecológico; o bagaço da cana-de-açúcar

Nesta seção, é feita uma comparação entre a situação observada e a situação simulada. **Um cotejo entre o que é e o que poderia ser**. O propósito é consolidar a dimensão do que ainda está por ser feito e ajudar desmistificar uma questão que tem sido recorrente no noticiário que cerca o setor.

O primeiro quadro a ser apresentado refere-se ao total da geração elétrica no período da safra. A energia não-gerada tem, praticamente, a mesma dimensão da energia efetivamente gerada. Ou seja, se todas as reformas nos equipamentos fossem realizadas, a energia gerada seria o dobro da obtida atualmente. Passar-se-ia de um total de 20,03 milhões de *megawatts* no período da safra para 39,95 milhões de *megawatts*.

Quadro 10, Cap. IV - RECEITA QUE PODERIA TER SIDO GERADA COM A VENDA DE TODO O EXCEDENTE POSSÍVEL DE SER GERADO NA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total da geração observada na safra (MWH)	Total simulado da energia que poderia ter sido gerada (MWH)	Energia não-gerada na safra (MWH)
Mais de 220 t	4.819.992	9.597.028	4.777.036
180 a 220 t	1.363.625	3.146.279	1.782.654
160 a 180 t	1.418.709	2.538.401	1.119.692
140 a 160 t	1.753.480	3.360.050	1.606.571
120 a 140 t	1.650.660	3.422.391	1.771.731
100 a 120 t	2.020.906	3.515.770	1.494.863
80 a 100 t	2.153.296	4.532.167	2.378.871
60 a 80 t	2.210.250	4.675.760	2.465.510
40 a 60 t	1.662.260	3.291.478	1.629.218
abaixo de 40 t	978.245	1.870.059	891.814
Total/média	**20.031.423**	**39.949.383**	**19.917.960**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nos dois quadros seguintes estão dispostos os números referentes ao destino da energia, para o autoconsumo das unidades (quadro 11) e para a venda a terceiros (quadro 12). O ponto mais importante a ser observado nesses quadros refere-se a que, após as reformas nos equipamentos, a quantidade de energia para o funcionamento da própria unidade tem aumento

muito pequeno em relação á situação anterior. Nessas condições, a parcela da energia excedente disponível para venda aumenta de forma exponencial na nova situação. Enquanto, na média, o aumento do autoconsumo situa-se em 21,4%, a disponibilidade de energia multiplica-se por 2,38. Esta constatação tem uma explicação bastante simples, pois é admitido que a quantidade de cana processada mantém-se a mesma e, portanto, a energia necessária para fazer funcionar o complexo produtivo somente aumenta se, juntamente com a mudança dos equipamentos de produção de vapor e geração elétrica, forem modernizados os processos de fabricação de açúcar e álcool etílico com tecnologia intensiva em energia elétrica (como, por exemplo, passar a mover as moendas com motores elétricos ao invés de turbinas a vapor). Ou seja, quase toda a energia nova gerada tem como destino o comércio com terceiros.

Quadro 11, Cap. IV - COMPARATIVO DO AUTOCONSUMO POTENCIAL DAS UNIDADES COM A ENERGIA EFETIVAMENTE CONSUMIDA NA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total observado da energia autoconsumida na safra (MWH)	Total simulado da energia para autoconsumo com base nas unidades líderes e melhores (MWH)	Total simulado do aumento do autoconsumo de energia com base nas unidades líderes e melhores (MWH)
Mais de 220 t	1.976.604	2.583.059	606.455
180 a 220 t	654.631	937.769	283.137
160 a 180 t	801.289	825.657	24.368
140 a 160 t	987.557	1.215.111	227.554
120 a 140 t	1.008.303	1.383.614	375.311
100 a 120 t	1.300.220	1.381.432	81.212
80 a 100 t	1.698.606	2.217.151	518.544
60 a 80 t	1.684.231	2.011.666	327.435
40 a 60 t	1.477.764	1.711.089	233.325
abaixo de 40 t	935.141	938.250	3.109
Total	**12.524.346**	**15.204.796**	**2.680.450**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Quadro 12, Cap. IV - COMPARATIVO DO EXCEDENTE POTENCIAL QUE ESTARIA DISPONÍVEL COM A ENERGIA EFETIVAMENTE COMERCIALIZADA NA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total observado da energia excedente vendida na safra (MWH)	Total simulado da energia excedente que poderia estar disponível para venda (MWH)	Total simulado da energia excedente não-gerada na safra (MWH)
Mais de 220 t	2.777.701	7.013.969	1.236.268
180 a 220 t	701.314	2.208..510	1.507.197
160 a 180 t	616.469	1.712.744	1.096.275
140 a 160 t	779.568	2.144.940	1.365.372
120 a 140 t	599.326	2.038.776	1.439.450
100 a 120 t	720.686	2.134.338	1.413.651
80 a 100 t	452.053	2.315.016	1.862.963
60 a 80 t	496.172	2.664.094	2.167.922
40 a 60 t	132.590	1.580.390	1.447.799
abaixo de 40 t	41.913	931.809	889.897
Total	**7.317.792**	**24.744.586**	**17.426.794**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Este grande aumento na produção de energia elétrica está diretamente relacionado com a acentuada e generalizada melhora na eficiência obtida na queima do bagaço em equipamentos

de melhor rendimento, conforme pode ser visto no quadro 13. Convém observar também que a coluna com os indicadores dos líderes e melhores, que são os paradigmas das classes, mostra que existe uma relação direta entre a dimensão da unidade e sua eficiência na geração elétrica: quanto maior a dimensão da unidade, maior a quantidade de energia que é possível retirar do bagaço correspondente a cada tonelada de cana processada.

Quadro 13, Cap. IV - COMPARATIVO DA GERAÇÃO ELÉTRICA POR TONELADA DE CANA MOÍDA SE TODOS GERASSEM COM A EFICIÊNCIA DOS LÍDERES E MELHORES

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Geração elétrica observada por tonelada de cana moída por classe de unidades (MWH)	Simulação da geração elétrica por tonelada de cana moída com base nos líderes e melhores (MWH)	Total simulado do aumento da geração por tonelada de cana moída (MWH)	Aumento percentual na geração por tonelada de cana moída (%)
Mais de 220 t	49,9	99,4	49,5	99,1%
180 a 220 t	42,8	98,7	55,9	130,7%
160 a 180 t	36,7	65,6	29	78,9%
140 a 160 t	37	71	33,9	91,6%
120 a 140 t	32,8	68,1	35,3	107,3%
100 a 120 t	35,7	62,1	26,4	74%
80 a 100 t	26,2	55,1	28,9	110,5%
60 a 80 t	27,5	58,1	30,6	111,5%
40 a 60 t	22,5	44,6	22,1	98%
abaixo de 40 t	21,8	41,6	19,8	91,2%
Total	**33,2**	**66,3**	**33**	**99,4%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

No quadro 14, são mostrados os resultados do exercício sobre a mudança necessária na potência instalada média nas unidades. Para que todas as classes passem a gerar com a mesma eficiência dos líderes e melhores é preciso mais que dobrar a capacidade de seus equipamentos em, praticamente, todas as classes de unidades. O elevado valor apresentado pelas unidades classificadas como 'abaixo de 40 ton' deve-se à presença de unidades que têm equipamentos de grande capacidade, mas estão na fase inicial do projeto e moendo uma quantidade modesta de cana-de-açúcar.

Quadro 14, Cap. IV - CÁLCULO DA POTÊNCIA INSTALADA POR MIL TONELADAS DE CANA NECESSÁRIA PARA GERAR A ENERGIA ELÉTRICA POTENCIAL

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Capacidade de geração observada por mil toneladas de cana moída (kw)	Simulação da capacidade potencial de geração por mil toneladas de cana moída (kw)	Aumento necessário na capacidade de geração por mil toneladas de cana moída (kw)	Percentual do aumento necessário na capacidade de geração (%)
Mais de 220 t	12,7	28,3	15,6	122,7%
180 a 220 t	10,4	21,4	11	105,8%
160 a 180 t	10	19,2	9,2	92,6%
140 a 160 t	9,9	24,2	14,2	143,5%
120 a 140 t	8,8	21	12,2	138,4%
100 a 120 t	9,2	17,2	8	86,2%
80 a 100 t	10,2	23,8	13,6	133,4%
60 a 80 t	9,6	23	13,4	140%
40 a 60 t	6,9	15,4	8,4	121,3%
abaixo de 40 t	9,2	28,9	19,7	215,5%
Total/média	**9,8**	**22,5**	**12,7**	**129,5%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Os mesmos dados, extrapolados para as classes de unidades, são mostrados no quadro 15. Os números apresentados indicam que o aproveitamento pleno da energia elétrica contida no total do bagaço correspondente ao produzido na safra 2009-10 requereria a incorporação de novos equipamentos de geração da ordem de 7,66 milhões de ***kilowatts*** de potência instalada (7,66 mil *megawatts*). Um aumento de 129,5% em relação ao que está disponível atualmente.

Quadro 15, Cap. IV - CÁLCULO DA POTÊNCIA INSTALADA TOTAL NECESSÁRIA PARA GERAR A ENERGIA ELÉTRICA POTENCIAL

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Capacidade instalada total de geração observada (kw)	Simulação da capacidade instalada de geração necessária para gerar energia potencial (kw)	Simulação do aumento na capacidade instalada para gerar toda a energia potencial (kw)
Mais de 220 t	1.2226.440	2.731.055	1.504.615
180 a 220 t	331.700	682.562	350.862
160 a 180 t	385.530	742.520	356.990
140 a 160 t	469.785	1.144.157	674.372
120 a 140 t	443.300	1.056.906	613.606
100 a 120 t	522.625	973.239	450.614
80 a 100 t	839.990	1.960.402	1.120.412
60 a 80 t	771.032	1.850.858	1.079.826
40 a 60 t	512.740	1.134.822	622.082
abaixo de 40 t	412.125	1.300.286	888.161
Total/média	**5.915.267**	**13.576.806**	**7.661.539**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Esse enorme aumento de capacidade de geração e de excedente de energia comercializável teria um efeito mais que proporcional no tamanho da receita passível de ser faturada pelo setor sucroalcooleiro fechando, no total, com um aumento de 238,1%. Esse aumento exponencial é proporcional à melhora na eficiência do aproveitamento energético de acordo com a classe: as classes mais atrasadas nas transformações de seus equipamentos seriam aquinhoadas com um aumento de receita maior e inversamente proporcional ao seu nível de ineficiência atual. Estes resultados estão apresentados no quadro 16, adiante.

Para a simulação desse resultado, é admitido que os novos negócios com a venda da energia seriam feitos com um valor semelhante ao preço médio utilizado nos demais cálculos, ou seja, R$ 140,00 por *megawatt*/hora. Mesmo que os negócios viessem a se realizar com valores mais baixos, o aumento da receita para o setor seria elevado. Outro comentário pertinente diz respeito à representatividade do valor do faturamento com a venda da energia elétrica na receita bruta do setor sucroalcooleiro. Se for admitido que a receita bruta auferida no comércio do açúcar e do álcool na safra 2009-10 esteve próxima de R$ 45,0 bilhões, conclui-se que o novo produto representaria uma fração de 8,0% dos negócios do setor.

Quadro 16, Cap. IV - COMPARATIVO DA RECEITA QUE PODERIA TER SIDO GERADA COM A EFETIVAMENTE FATURADA NA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total da receita faturada na safra (R$ 140,00 por mwh)	Total simulado da receita que poderia ter sido faturada na safra (R$ 140,00 por mwh)	Simulação da receita não-gerada na safra (R$ 140,00 por mwh)	Percentual do aumento da receita por classe de unidade (%)
Mais de 220 t	388.878.147,97	981.955.657,93	593.077.509,96	152,5%
180 a 220 t	98.183.908,90	309.191.432,88	211.007.523,98	214,9%
160 a 180 t	86.305.590,87	239.784.146,12	153.478.555,26	177,8%
140 a 160 t	109.139.541,98	300.291.562,62	191.152.020,64	175,1%

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total da receita faturada na safra (R$ 140,00 por MWH)	Total simulado da receita que poderia ter sido faturada na safra (R$ 140,00 por MWH)	Simulação da receita não-gerada na safra (R$ 140,00 por MWH)	Percentual do aumento da receita por classe de unidade (%)
120 a 140 t	83.905.645,14	285.428.671,04	201.523.025,90	240,2%
100 a 120 t	100.896.101,69	298.807.293,65	197.911.191,95	196,2%
80 a 100 t	63.287.462,06	324.102.303,26	260.814.841,20	412,1%
60 a 80 t	69.464.039,59	372.973.171,86	303.509.132,27	436,9%
40 a 60 t	18.562.661,45	221.254.532,79	202.691.871,34	1.091,9%
abaixo de 40 t	5.867.786,56	130.453.318,84	124.585.532,28	2.123,2%
Total	**1.024.490.886,20**	**3.464.242.090,98**	**2.439.751.204,78**	**238,1%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A realização de maior receita para o setor com o processamento da mesma quantidade de cana-de-açúcar tem como consequência o aumento do valor da tonelada dessa matéria-prima. Esses cálculos são mostrados no quadro 17. Novamente aqui, é observado que os valores decrescentes, de acordo com a classe, estão associados aos níveis de eficiência assumidos para os cálculos: a quantidade excedente de energia passível de comércio é proporcional ao tamanho da unidade de produção. Todas as classes obteriam um acentuado aumento de receita porque todas elas teriam que passar por um processo de transformação e melhoria da eficiência no aproveitamento energético do bagaço. O valor médio de R$ 5,75 por tonelada de cana processada representa uma proporção aproximada de 12% sobre os preços médios praticados para a tonelada de cana-de-açúcar, estimado em R$ 50,00.

Quadro 17, Cap. IV - COMPARATIVO DA RECEITA POR TONELADA DE CANA MOÍDA QUE PODERIA TER SIDO GERADA COM A EFETIVAMENTE FATURADA NA SAFRA

Classificação de acordo com a quantidade de bagaço disponível por hora de moagem	Total da receita faturada na safra considerando-se R$ 140,00 por MWH (R$)	Total simulado da receita que poderia ter sido faturada na safra por considerando-se R$ 140,00 por MWH (R$)	Simulação da receita não-gerada na safra considerando-se RR$140 por MWH (R$)
Mais de 220 t	4,03	10,17	6,15
180 a 220 t	3,08	9,70	6,62
160 a 180 t	2,23	6,20	3,97
140 a 160 t	2,30	6,34	4,04
120 a 140 t	1,67	5,68	4,01
100 a 120 t	1,78	5,28	3,49
80 a 100 t	0,77	3,94	3,17
60 a 80 t	0,86	4,63	3,77
40 a 60 t	0,25	3,00	2,74
abaixo de 40 t	0,13	2,90	2,77
Média	**1,70**	**5,75**	**4,05**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Seção 4– Montante por sub-região da energia elétrica que não está sendo gerada e o total adicional da capacidade de geração a ser instalada

Esta seção apresenta as mesmas informações anteriores recompostas para as subregiões que desenvolvem a atividade sucroalcooleira.

O quadro 18 apresenta o resultado do total da energia elétrica que poderia estar sendo gerada nas três sub-regiões escolhidas e inclui uma coluna com o percentual do aumento possível em relação à situação na data da coleta dos dados. Obviamente, os dados desse quadro são os mesmos daqueles mostrados por classe de unidade e, apesar de agrupados para as três subregiões, mantêm o mesmo princípio de cálculo usado para as outras formas de apresentação.

As informações das grandes regiões mostram as mudanças que podem ocorrer se as unidades de cada classe, no âmbito de seus estados, passassem a gerar com a mesma competência dos líderes ou os melhores de sua classe. O baixo índice registrado para a região Norte-Nordeste se explica pela baixa dimensão média da maioria das unidades dessa região que, como mostrado no quadro 13 deste capítulo, tem um ganho modesto com as transformações.

Quadro 18, Cap. IV - LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ENERGIA ELÉTRICA QUE NÃO ESTÁ SENDO GERADA POR SUBREGIÃO

Região	Total da geração observada na safra por região (MWH)	Total da energia elétrica que poderia ter sido gerada na safra por região (MWH)	Energia não-gerada na safra por região (MWH)	Crescimento possível no total da energia gerada (%)
Estado de São Paulo	12.647.121,2	26.118.525,7	13.471.404,5	106,5%
Região Centro-Sul (Exceto São Paulo)	5.525.606,4	10.691.367,7	5.165.761,3	93,5%
Região Norte-Nordeste	1.858.695,3	3.139.489,3	1.280.794	68,9%
Brasil	**20.031.422,9**	**39.949.382,7**	**19.917.959,8**	**99,4%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O quadro seguinte trata do total da energia que passaria a ser auto-consumida na nova situação e, como já comentado, com um pequeno acréscimo de consumo energético.

Quadro 19, Cap. IV - LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ENERGIA ELÉTRICA AUTOCONSUMIDA POR SUBREGIÃO

Região	Total da geração autoconsumida na safra por região (MWH)	Total da energia elétrica para autoconsumo por região (MWH)	Variação no total do autoconsumo na safra por região (MWH)	Crescimento possível no total da energia autoconsumida (%)
Estado de São Paulo	7.369.368,7	9.311.181,7	1.941.813	26,3%
Região Centro-Sul (Exceto São Paulo)	3.747.093,8	4.439.538,4	692.444,6	18,5%
Região Norte-Nordeste	1.407.883,8	1.454.076,3	46.192,4	3,3%
Brasil	**12.524.346,3**	**15.204.796,3**	**2.680.450**	**21,4%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

No quadro 20, consta o aumento do excedente regional que passaria a estar disponível para a venda e é mostrado o expressivo aumento possível para todas as regiões arroladas. No caso da região Norte-Nordeste, o grande aumento apontado deriva do fato de que, do total de 62 unidades em atividade, apenas 22 estão gerando excedentes de energia, o que representa uma parcela de apenas 20 % do total da energia gerada. Dessa forma, o espaço para crescer é muito grande.

Quadro 20, Cap. IV - LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA ENERGIA ELÉTRICA EXCEDENTE DISPONÍVEL PARA VENDA POR SUBREGIÃO

Região	Total da geração vendida na safra por região (MWh)	Total da energia elétrica que poderia estar disponível para venda na safra por região (MWh)	Excedente de energia não-vendida na safra por região (MWh)	Crescimento possível no total da energia disponível para venda (%)
Estado de São Paulo	5.196.719,7	16.807.344	11.610.624,3	223,4%
Região Centro-Sul (Exceto São Paulo)	1.748.722,8	6.251.829,4	4.503.106,6	257,5%
Região Norte-Nordeste	372.349,5	1.685.413	1.313.063,5	352,6%
Brasil	**7.317.792**	**24.744.586,4**	**17.426.794,3**	**238,1%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O quadro 21 usa o mesmo procedimento para calcular o aumento na potência instalada das três subregiões que deveria acompanhar o crescimento da geração. Como a potência instalada nas grandes unidades tem um rendimento por tonelada de bagaço queimado proporcional maior que as pequenas e médias, o total do crescimento necessário é maior nas regiões onde as mesmas estão instaladas. No caso da predominância de unidades pequenas, como na região Norte-Nordeste, o crescimento dessa capacidade de geração é bastante menor.

Quadro 20, Cap. IV - LOCALIZAÇÃO ESPACIAL DA POTÊNCIA INSTALADA ADICIONAL POR SUBREGIÃO

Região	Total da potência instalada observada na safra por região (kW)	Total simulado da potência instalada necessária por região (kW)	Total do aumento necessário na potência instalada por região (kW)	Percentual de aumento da potência instalada para atender às novas necessidades (%)
Estado de São Paulo	3.253.642,2	8.346.544,5	5.092.902,2	156,5%
Região Centro-Sul (Exceto São Paulo)	1.908.095	3.898.106,6	1.990.011,6	104,3%
Região Norte-Nordeste	753.530	1.332.155	578.625	76,8%
Brasil	**5.915.267,2**	**13.576.806,1**	**7.661.538,9**	**129,5%**

Fonte: Conab
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Capítulo V

Projeção da Produção de Cana-de-Açúcar nos Próximos Dez Anos e a Disponibilidade de Bagaço Combustível

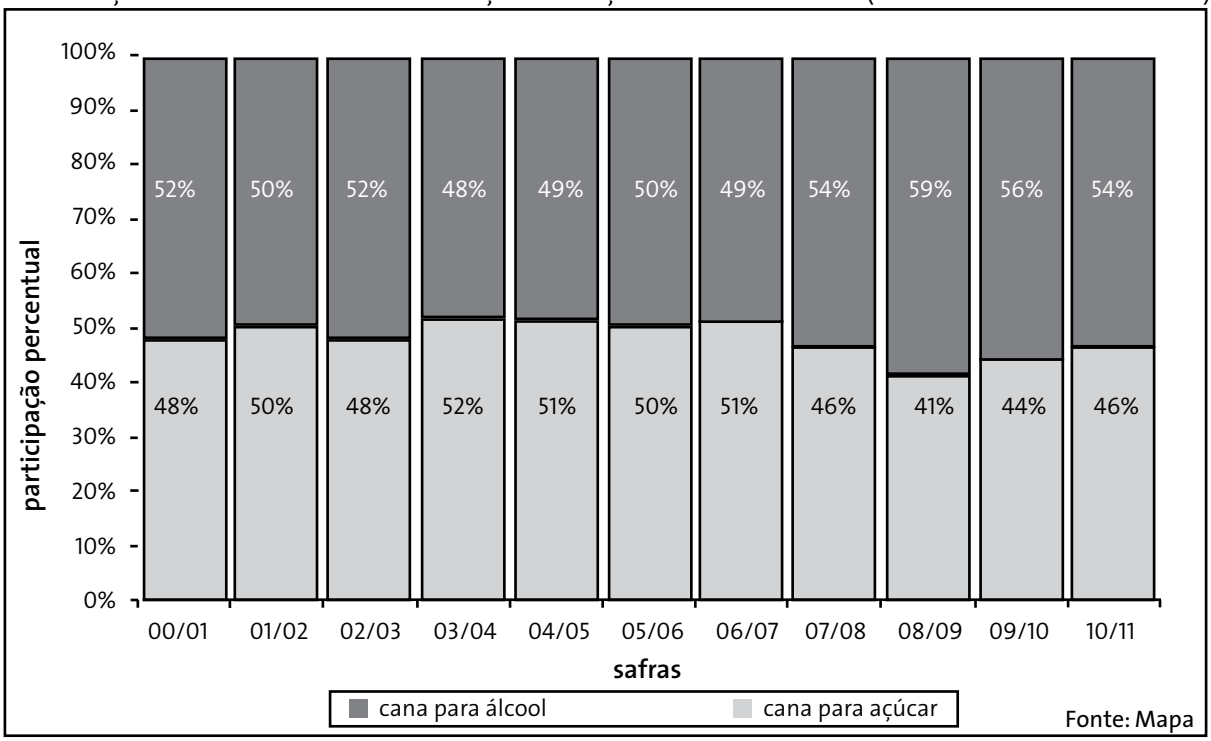
Este capítulo trata de outro aspecto relevante da questão da energia elétrica gerada com a queima do bagaço da cana-de-açúcar: a quantidade desse combustível que estará disponível para a queima nos anos futuros. O setor sucroalcooleiro tem uma longa e contínua história de crescimento da produção no Brasil e, com base no passado e em algumas variáveis apropriadas, é possível desenhar um cenário para o comportamento da demanda de seus produtos básicos na década que está começando.

Da mesma forma que no capítulo anterior, em que foi desenvolvido um grande exercício de mensuração espacial da quantidade de energia que não está sendo gerada por causa da baixa eficiência na queima do bagaço, neste capítulo o esforço está aplicado em um exercício que avalia as chances de crescimento temporal dessa geração elétrica com base nas perspectivas de crescimento do mercado dos produtos derivados da cana-de-açúcar. Os resultados obtidos proporcionam uma antevisão anual da quantidade de bagaço que poderá estar disponível para queima nos próximos dez anos, e a quantidade de energia que será possível gerar no futuro, se o setor responder adequadamente aos sinais da demanda por açúcar e por álcool etílico.

Como já mencionado, a quantidade de bagaço produzida a cada ano é uma proporção fixa do volume da cana processada nas usinas e destilarias. Portanto, o ponto a ser estudado refere-se ao tamanho da safra anual dessa gramínea que será moída nas unidades de produção. Para facilitar a percepção do que deverá ocorrer neste ramo de atividade, faz-se necessário avaliar, de forma separada, as perspectivas do comportamento dos mercados do açúcar e do álcool etílico, e os fatores que estarão afetando a demanda e a oferta de cada um deles. Como a produção agrícola está associada aos ciclos anuais da natureza, sempre existe um hiato de tempo na reação dos produtores aos sinais dos mercados consumidores. Assim, é preciso estimular a visão de futuro para tornar possível as decisões tempestivas e corretas sobre como atender às exigências dos mercados.

A dinâmica de funcionamento desses dois mercados é regida por fatores completamente diferentes e, enquanto o açúcar brasileiro tem uma forte vocação exportadora, o álcool etílico é um produto típico de mercado interno. Apesar dessa distinção, ambos têm uma importância equitativa na atividade setorial. Este fato pode ser constatado quando comparamos o volume da cana destinada a cada um deles ao longo da última década, conforme mostrado no gráfico adiante, que retrata a distribuição da cana processada entre os dois produtos nas safras 2000-01 a 2010-11:

DESTINAÇÃO DA CANA PARA A PRODUÇÃO DE AÇÚCAR E DE ÁLCOOL (SAFRAS 2000/01 A 2010/11)



Como mencionado, esta distribuição da cana-de-açúcar entre os dois principais produtos derivados se explica por uma simples coincidência, pois os principais fatores que influenciam a demanda de ambos os produtos são completamente independentes entre si. Para deixar mais clara esta afirmação será examinado, de forma separada, o comportamento dos dois mercados e será feito um exercício de projeção da demanda pelos dois produtos nos próximos dez anos.

Na seção 1, é apresentada uma análise tratando do funcionamento do mercado mundial do açúcar com ênfase na participação brasileira e uma projeção da quantidade desse produto que será necessário produzir para atender à demanda prevista até o ano 2020.

Na seção 2, é feita uma análise semelhante para o álcool etílico com a quantificação da necessidade de combustível que será requerida para mover a frota nacional de veículos do tipo 'ignição por centelha' (ciclo Otto) para os próximos dez anos e a participação do etanol hidratado nessa demanda. Para possibilitar as projeções, também foi desenvolvido um modelo de cálculo sobre o comportamento da frota nacional desses veículos.

Na seção 3, é calculada a quantidade de cana-de-açúcar necessária para atender a todas essas demandas e a quantidade de bagaço que estaria disponível para uso combustível na hipótese de que seja possível fazer crescer a dimensão da safra nas proporções requeridas.

Na seção 4, é feita uma pequena avaliação dos entraves que deveriam ser superados para permitir um crescimento contínuo da safra canavieira e, na seção 5, é calculada a quantidade de energia elétrica que poderia ser gerada, a cada ano, com o uso das quantidades de bagaço que estariam disponíveis.

Seção 1 - O mercado para o açúcar brasileiro

O açúcar é considerado um produto de tipo universal e é consumido, em suas diversas formas de apresentação e como componente de um enorme conjunto de alimentos processados, em todos os países do globo. Sua produção requer não apenas condições climáticas adequadas, mas também a instalação de um complexo agrícola-industrial para sua fabricação. Assim, são limitados os países que conseguem produzir, de forma abundante e competitiva, este produto e faz com que um total de 34% de sua produção, em nível mundial, seja comercializado no mercado internacional.

O Brasil, em face da tradição estabelecida e das ótimas condições naturais para sua produção, detém uma parcela acima de 50% do total dos negócios açucareiros mundiais. Conforme os dados apresentados adiante, esta posição de destaque neste comércio já está consolidada e é irreversível, salvo se algum tipo de problema vier a perturbar o funcionamento da produção nacional. Do total do açúcar produzido no Brasil, um volume próximo a 72% tem como destino o mercado internacional e a parcela restante de 28% é direcionada para atender os consumidores domésticos.

Dessa forma, com base no comportamento desse mercado na última década, vamos elaborar um exercício de previsão para os próximos dez anos e estabelecer a quantidade de cana que será necessária para atender à demanda projetada. Os dados básicos para embasar o exercício constam da tabela adiante:

Quadro 1, Cap. V - DADOS MUNDIAIS E BRASILEIROS SOBRE PRODUÇÃO, CONSUMO E COMÉRCIO DE AÇÚCAR

Itens	Ano							
	1999	2001	2003	2005	2007	2008	2009	2010
O açúcar no mundo (em milhões de toneladas)								
Produção mundial	136,4	130,6	148,4	141,3	166,3	161,5	143,9	153,5
Consumo mundial	127,1	130,9	140,8	147,4	157,7	155,2	152,2	154,9
Exportação mundial	32	40,9	44,8	47,9	48,8	49,6	48,9	51,8
O açúcar no Brasil (em milhões de toneladas)								
Produção brasileira	20,6	20,3	26	26,2	31,3	31,5	33,1	38,7
Consumo brasileiro	9,5	9,8	10,2	10,9	12,5	12,6	12,9	13,1
Exportação brasileira	12,5	11,2	13,4	18,1	19,4	19,5	24,3	28

Fonte: USDA, OIA, Mapa e Conab

A partir desses números, é possível construir alguns indicadores que revelam a posição relativa do país nesse mercado, conforme a tabela apresentada abaixo:

INDICADORES SOBRE A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA

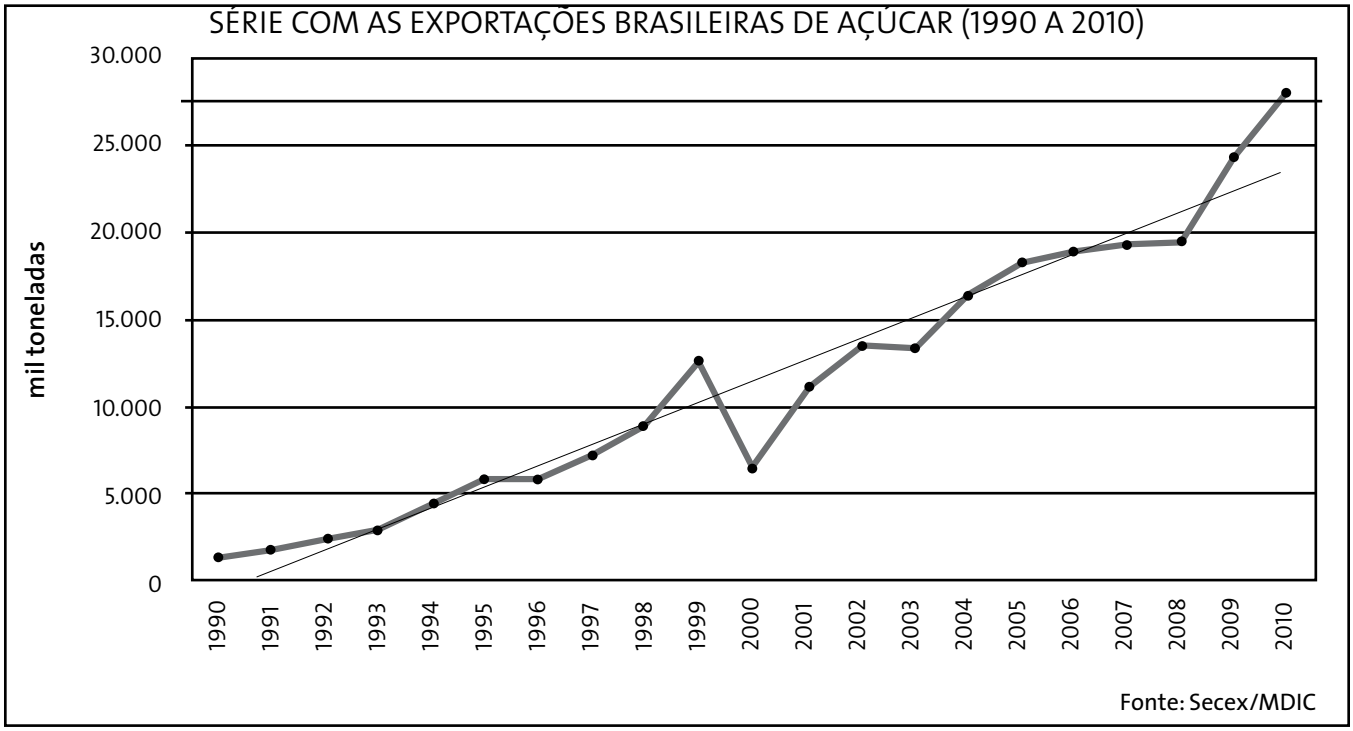
Itens	Ano							
	1999	2001	2003	2005	2007	2008	2009	2010
Participação do comércio mundial no total da produção	23,5%	31,3%	30,2%	33,9%	29,4%	30,7%	34%	33,8%
Participação das exportações brasileiras no total do comércio mundial	38,9%	27,3%	29,9%	37,9%	39,7%	39,3%	49,7%	54%
Participação da produção brasileira na produção mundial	15,1%	15,6%	17,5%	18,6%	18,8%	19,5%	23%	25,2%

Fonte: USDA,OIA, Mapa e Conab

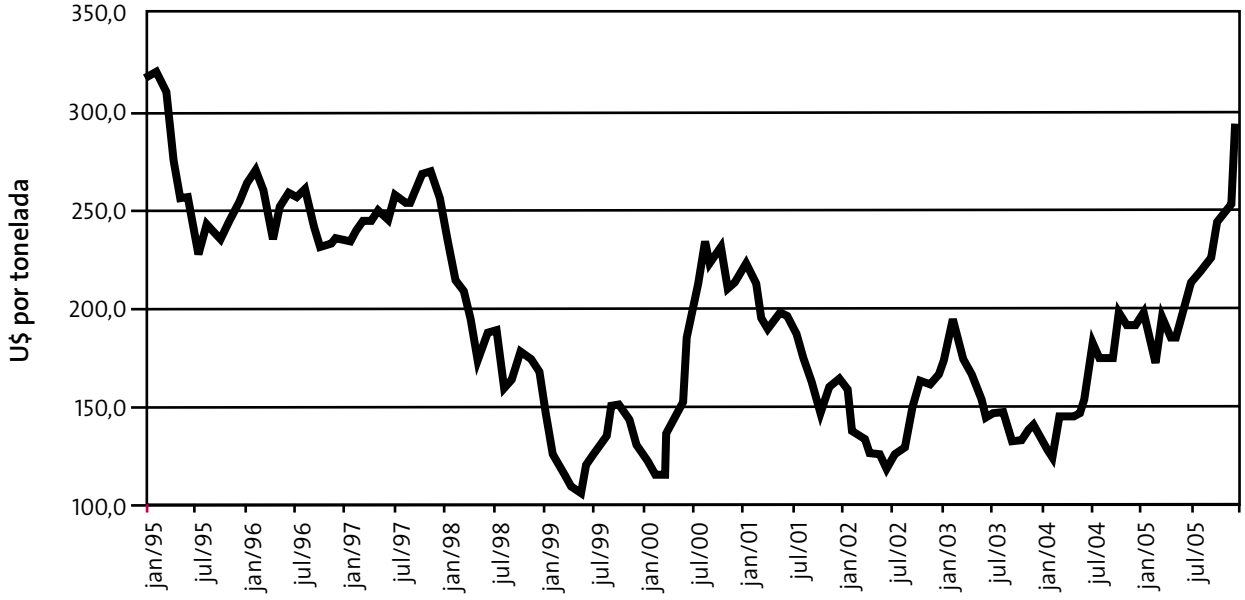
Como é possível observar nesses dados, o Brasil é o principal supridor desse produto aos países importadores e tem uma carteira de dezenas de clientes espalhados por quase todas as regiões do mundo. A alavancagem do país como grande exportador ocorreu a partir do início dos anos 90, quando a política de controle das exportações foi revogada e as exportações liberadas para todos os estados interessados. A invejável vocação brasileira para a prática dessa atividade, tanto ambiental como climática, e também a forte tradição empresarial, possibilitaram ao país expandir a produção de forma muito rápida.

O rápido crescimento da produção brasileira teve um efeito intenso sobre os preços mundiais dessa *commodity* e minou a capacidade competitiva de boa parte de seus concorrentes. Os gráficos que mostram o comportamento das exportações brasileiras de açúcar e o comportamento dos preços médios desses produtos nas bolsas internacionais (medidos em dólares americanos por tonelada) são emblemáticos: enquanto as exportações nacionais cresciam à impressionante taxa média de 25,9% ao ano, de 1992 a 1999, os preços decresceram a uma taxa média bastante parecida no mesmo período e despencaram do patamar de U$ 300,00 por tonelada nos meses iniciais de 2005 para um nível próximo a U$ 130,00 por tonelada nos meses iniciais de 1999, quando as exportações brasileiras atingiram uma proporção de 38,9% do comércio mundial. A partir de então houve uma tendência de alinhamento do preço internacional às condições da oferta brasileira desse produto e o país consolidou a posição de pólo dominante nesse mercado e tornou-se a referência mundial.

Os gráficos apresentados a seguir, com os dados das duas últimas décadas, revelam o *boom* do açúcar brasileiro no período e o efeito dramático sobre o comportamento dos preços internacionais até 1999, conforme mencionado.



COTAÇÕES INTERNACIONAIS DO AÇÚCAR EM BRUTO
(Bolsa de Nova Iorque - 1ª entrega)



Fonte: Organização Internacional do Açúcar (OIA)

A partir desse panorama atual do mercado açucareiro mundial, tem-se condições de montar um cenário prevendo a evolução desse comércio nos próximos dez anos, com a demanda potencial para o açúcar brasileiro e o volume de cana-de-açúcar que deverá ser produzido para dar sustentação à posição brasileira.

Para construir esse cenário de crescimento da demanda potencial do açúcar brasileiro nos próximos dez anos, estão sendo admitidas as seguintes premissas:

1) taxa de crescimento da demanda e da produção mundial: 2,0% ao ano;
2) taxa de crescimento da demanda doméstica por açúcar: 2,0%;
3) participação do comércio mundial no total da produção mundial: 32,0 a 33,0%;
4) participação das exportações brasileiras no comércio mundial: 52,0 a 53,0 %;
5) o Brasil será o supridor de dois terços do aumento das exportações mundiais nos próximos dez anos.

A partir dessas premissas é possível construir um quadro semelhante ao anterior para os próximos dez anos:

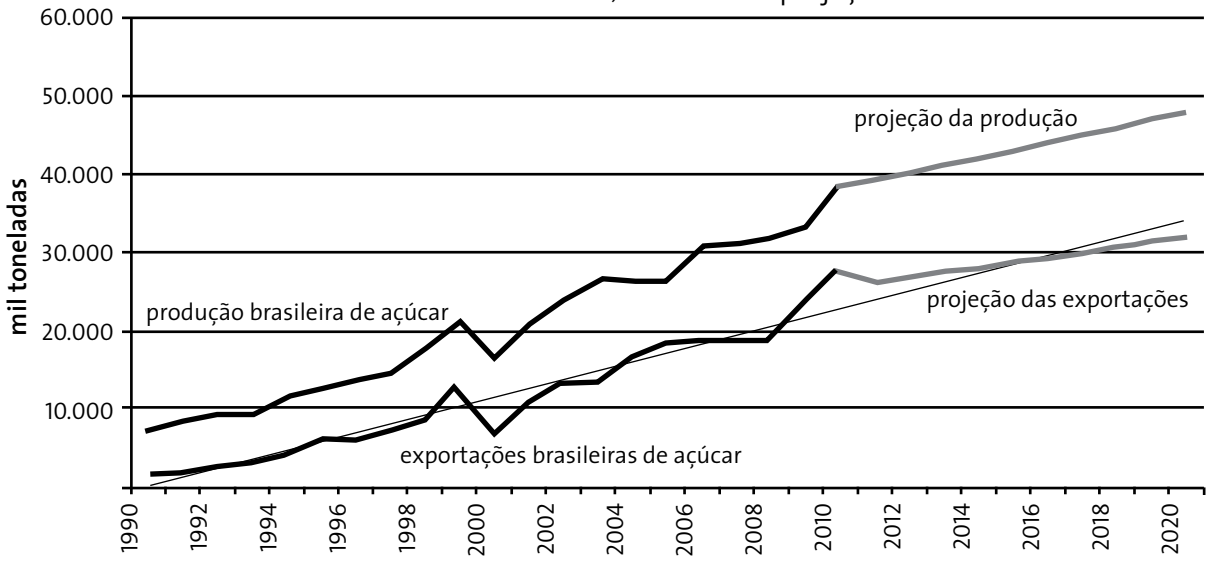
DADOS MUNDIAIS E BRASILEIROS SOBRE PRODUÇÃO, CONSUMO E COMÉRCIO DE AÇÚCAR NOS PRÓXIMOS DEZ ANOS

Itens	Ano									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
O açúcar no mundo (em milhões de toneladas)										
Produção mundial	158,1	161,2	164,4	167,7	171,1	174,5	178	181,6	185,2	188,9
Consumo mundial	158	161,1	164,3	167,6	171	174,4	177,9	181,4	185,1	188,8
Exportação mundial	50,6	51,8	53	54,2	55,4	56,7	58	59,4	60,7	62,1
O açúcar no Brasil (em milhões de toneladas)										
Produção brasileira	39,7	40,3	41,2	42,1	43	44	45	46	47	48
Consumo brasileiro	13,4	13,7	13,9	14,2	14,5	14,8	15,1	15,4	15,7	16
Exportação brasileira	26,3	26,7	27,3	27,9	28,6	29,2	29,9	30,6	31,3	32

Fonte: USDA, OIA, Mapa, MDIC e Conab

Para facilitar a visualização dos números projetados do volume das exportações brasileiras na próxima década, o gráfico anterior dessas exportações foi expandido com os novos dados dos anos de 2011 a 2020. A linha de tendência incluída no gráfico revela que os valores propostos no cenário são conservadores e exequíveis.

SÉRIE COM A PRODUÇÃO E AS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE AÇUCAR
1990 a 2010: observado; 2011 a 2020: projeção



Seção 2 - O mercado para o álcool etílico brasileiro

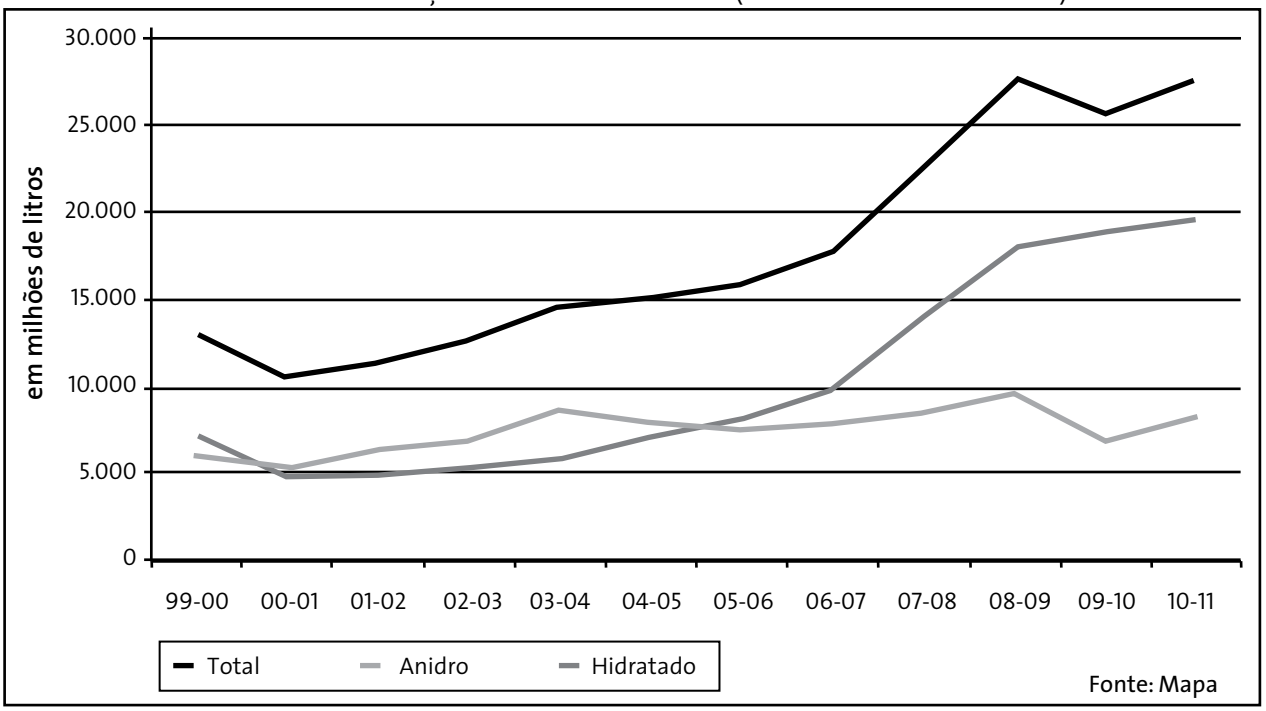
O perfil da produção da destinação do álcool etílico é completamente diferente do que ocorre com o açúcar. A produção, por ano-safra, conforme mostrado no quadro, que permaneceu estável até a safra 2002-03 em decorrência do fim do ciclo do veículo movido a álcool hidratado, passou a crescer rapidamente a partir de 2003/04, iniciando um novo ciclo de expansão, que se desacelerou na safra 2008-09, estabilizando-se num patamar próximo a 27 bilhões de litros.

Ano-safra	Produção de álcool etílico (em milhões de litros)		
	Anidro	Hidratado	Total
1999/00	6.140,8	6.937	13.077,8
2000/01	5.584,7	4.932,8	10.517,5
2001/02	6.479,2	4.988,6	11.467,8
2003/04	8.767,9	5.872	14.639,9
2004/05	8.172,5	7.035,4	15.207,9
2005/06	7.663,3	8.144,9	15.808,2
2006/07	8.076,3	9.861,1	17.937,4
2007/08	8.464,5	13.981,5	22.446
2008/09	9.630,5	18.050,8	27.681,2
2009/10	6.949,8	18.812,8	25.762,6
2010/11	8.107,5	19.592,1	27.699,6

Fonte: Mapa
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Esse comportamento pode ser melhor visualizado na apresentação gráfica a seguir:

SÉRIE DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL ETÍLICO (SAFRA 1999/00 A 2010/11)



No que respeita ao comércio regular, o álcool etílico brasileiro atende a três diferentes mercados: combustível automotor (mistura fixa com a gasolina na proporção de 25,0% nos veículos movidos a gasolina ou mistura variável de 0 a 100,0%, de acordo com a decisão do usuário, nos veículos tipo *flex-fuel*), exportação e usos diversos (como indústria química, perfumaria e uso doméstico). Nas últimas doze safras, a destinação da produção é mostrada na tabela adiante. Como pode ser notado, em meados da década ocorreu um rápido aumento do consumo interno e também um acentuado crescimento das exportações. Esses dois movimentos estão vinculados ao mesmo fato: o aumento do uso desse produto como combustível automotor, tanto no âmbito interno como internacional, trazendo um novo reconhecimento de suas qualidades econômicas e ambientais.

Ano/safra	Destinação do álcool etílico (milhões de litros)			
	Combustível	Exportação	Outros usos	Total
1999	11.938,4	407,2	732,1	13.077,8
2000	9.701,5	227,3	588,8	10.517,5
2001	10.480,1	345,7	642	11.467,8
2002	11.027,4	759	699	12.485,4
2003	11.582,6	656,3	515,3	12.754,1
2004	12.585,9	2.321,4	702,6	15.609,8
2005	12.854,9	2.592,3	717,7	16.164,9
2006	13.110	3.428,9	729,1	17.268
2007	17.193,4	3.532,7	686	21.412,1
2008	22.201,2	5.124	1.166	28.491,3
2009	22.960,2	3.296,5	1.434,4	27.691,1
2010	23.875	1.900,2	1.705	27.480,2

Fonte: Mapa
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio
Nota: A diferença com o volume da produção deve-se à variação do estoque de passagem.

A participação percentual desses três destinos do álcool etílico está apresentada na tabela seguinte. Os percentuais indicam que o consumo de álcool combustível no mercado interno é o fator determinante da demanda desse produto e que as exportações, que passaram a ter relevância a partir da safra 2004-05 devido a seu uso internacional como combustível, perdeu força

em 2010. Essa redução nas exportações está associada, principalmente, à escassez do produto cuja oferta interna sequer tem conseguido acompanhar a demanda derivada do crescimento da frota dos veículos tipo *flex-fuel*.

Ano/safra	Participação percentual por destinação		
	Combustível para o mercado interno	Exportação	Outros usos
1999	91,3%	3,1%	5,6%
2000	92,2%	2,2%	5,6%
2001	91,4%	3%	5,6%
2002	88,3%	6,1%	5,6%
2003	90,8%	5,1%	4%
2004	80,6%	14,9%	4,5%
2005	79,5%	16%	4,4%
2006	75,9%	19,9%	4,2%
2007	80,3%	16,5%	3,2%
2008	77,9%	18%	4,1%
2009	82,9%	11,9%	5,2%
2010	86,9%	6,9%	6,2%

Fonte: Mapa
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Da mesma forma como foi feito para o açúcar, foi construido um cenário para o comportamento da demanda desse produto nos próximos dez anos. Para realizar esta tarefa é necessário observar antes o setor automotivo nacional.

Quando busca-se descortinar o futuro dos negócios alcooleiros é preciso levar em conta que o desenvolvimento de novas tecnologias de motorização automobilística permitiu introduzir no mercado brasileiro, em 2003, um novo tipo de veículo (*flex-fuel*), capaz de utilizar como combustível a gasolina, o álcool etílico, ou a mistura de ambos em qualquer proporção. Como o álcool etílico combustível[17] (etanol) tem, no Brasil, preços competitivos com a gasolina, este novo tipo de veículo tornou-se um sucesso comercial e, ao final do ano de 2010, as vendas acumuladas desde seu lançamento situavam-se num total próximo de 12,4 milhões unidades, número que representa uma fração de 40% do total da frota em circulação de veículos leves no país e com tendência a tornar-se o modelo dominante no futuro próximo.

Como esse modelo de veículo leve tem representado, nos últimos anos, uma proporção de 91,0% de todas as vendas internas dessa classe e atingiu, somente no ano de 2010, um número de 2,8 milhões de veículos licenciados sua participação na frota nacional, deverá crescer de forma acelerada nos próximos anos. Essa representatividade crescente deve-se não apenas aos veículos novos vendidos a cada ano, mas também pela redução natural dos veículos movidos a gasolina hoje em circulação, que estão envelhecendo rapidamente e têm alta taxa de sucateamento e descarte. Se todos os proprietários de veículos com essa motorização vierem a optar pelo uso do etanol como combustível, hipótese plausível em face das vantagens de preço e condições ambientais oferecidas por esse combustível limpo e renovável, seu consumo, que atualmente está próximo de 17 bilhões de litros, saltará anualmente para volumes muito maiores e será necessário incorporar, a cada ano, grande área adicional de plantações de cana-de-açúcar para fabricar todo o etanol necessário para atender a esses consumidores.

[17] A Resolução ANP nº 14, de 26 de maio de 2010, determinou que os revendedores varejistas de combustíveis passassem a discriminar, nas bombas de abastecimento, o nome de etanol para o combustível que, tradicionalmente, sempre foi comercializado com o nome "álcool". Como as palavras "álcool etílico" e "etanol" são sinônimos, o presente estudo usa ambas indistintamente ao longo do texto, exceto quando se referir ao produto ofertado nas bombas de abastecimento.

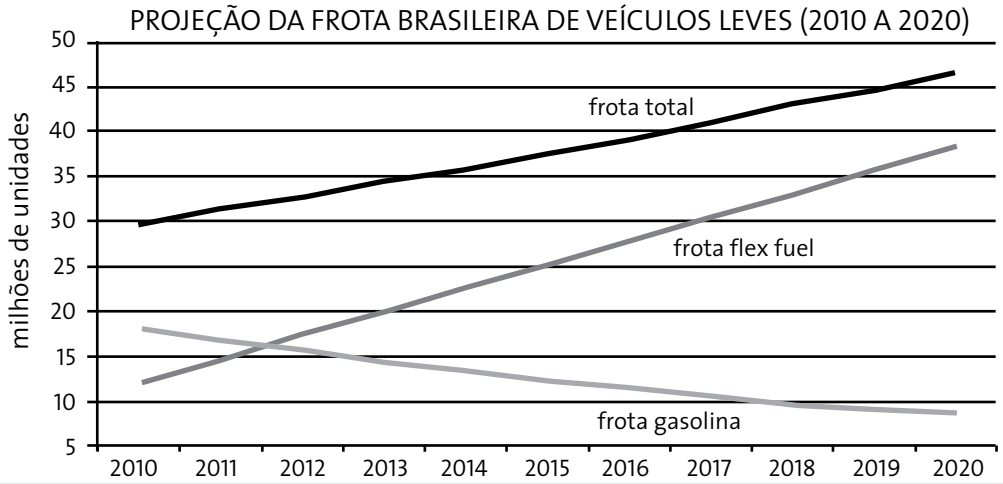
Para construir um cenário de crescimento dessa demanda com um nível de realismo aceitável, serão estabelecidas, com base no que vem ocorrendo neste setor nos últimos seis anos, as seguintes premissas[18]:

1)taxa anual de crescimento da frota nacional de veículos leves: 4,5% ao ano;
2)taxa anual de crescimento das vendas domésticas de veículos leves: 3,0%;
3)taxa anual média de sucateamento e descarte de veículos: 5,3%
4)participação dos veículos tipo *flex-fuel* nas vendas domésticas: 91,0%;
5)consumo médio anual dos veículos movidos a gasolina: 1.470,0 litros;
6)consumo médio anual dos veículos tipo *flex-fuel*: 1.614,0 litros;
7)proporção de etanol no consumo dos veículos tipo *flex-fuel*: 80,0%
8)crescimento na destinação de álcool para exportação e outros usos[19]: 0,0%.

A partir dessas premissas é possível construir um prognóstico sobre o comportamento das variáveis que se busca conhecer. O primeiro item de interesse refere-se à dimensão da frota em circulação no último dia de cada ano dos veículos movidos a gasolina e do tipo *flex-fuel* para os próximos dez anos. Esses resultados são mostrados na tabela e no gráfico adiante apresentados.

Data	Estimativa do crescimento da frota nacional de veículos leves (em mil veículos)			
	Veículos tipo *flex fuel*	Veículos movidos à Gasolina	Total da frota em circulação	Proporção da frota *flex fuel*
31/12/2010	12.000	18.000	30.000	40%
31/12/2011	14.607	16.743	31.350	46,6%
31/12/2012	17.221	15.539	32.761	52,6%
31/12/2013	19.840	14.395	34.235	58%
31/12/2014	22.461	13.314	35.776	62,8%
31/12/2015	25.082	12.304	37.385	67,1%
31/12/2016	27.699	11.369	39.068	70,9%
31/12/2017	30.312	10.514	40.826	74,2%
31/12/2018	32.917	9.746	42.663	77,2%
31/12/2019	35.513	9.070	44.583	79,7%
31/12/2020	38.098	8.491	46.589	81,8%

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio



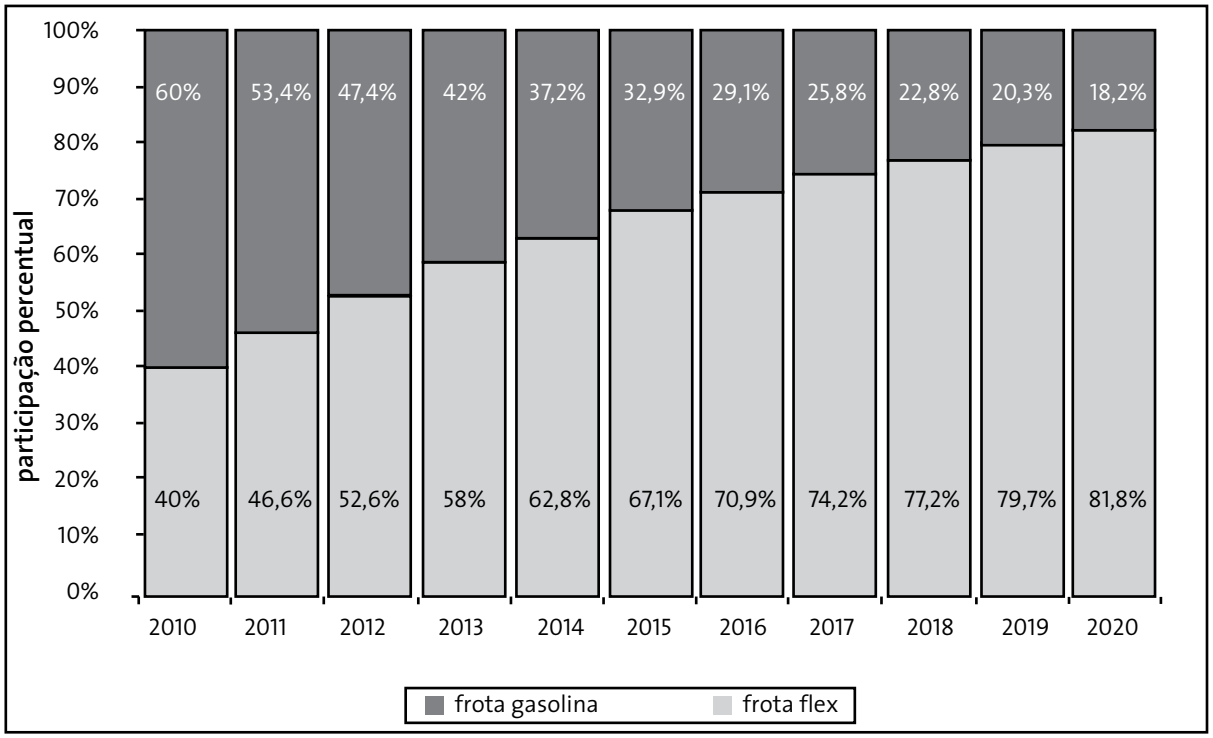
[18] Os cálculos complementares das projeções de demanda constam no anexo estatístico. Por falta de informações confiáveis e por sua pequena expressão, são desconsiderados os veículos movidos a etanol hidratado, a gás natural, os veículos originalmente movidos a gasolina que, após transformação mecânica, passaram a consumir etanol hidratado e as motocicletas tipo *flex-fuel*. Os dados de consumo anual por veículo constam no estudo publicado pela Conab, em agosto de 2008, denominado "O etanol como um novo combustível Universal"(www.conab.gov.br).

[19] A manutenção dos mesmos volumes de exportação e outros usos para o álcool etílico, ao longo dos anos considerados, permite ter números mais efetivos para o aumento da demanda para uso combustível.

A informação que deve ser realçada nesta tabela é a participação dos veículos tipo *flex-fuel* no total da frota nacional em circulação. Como a formação de sua frota é um fato recente (e, portanto, tem baixa idade média e poucos descartes) e, também, é o veículo majoritário nas vendas anuais (situação que parece ser irreversível no futuro, se houver disponibilidade de etanol), ele deverá continuar ocupando espaço crescente na frota nacional até chegar a seu limite estatístico de participação na frota total, em torno de 90,0%[20].Isto significa dizer que haverá nova clientela para o etanol hidratado até aquele momento, quando então deverá tornar-se estável e a demanda passará a variar de acordo com o comportamento da frota. É necessário observar que este fato pode ocorrer na velocidade que as hipóteses prevêem ser mais rápido ou mais lento; mas ele é inexorável. **A questão que se coloca é saber se o país está pronto para responder essas transformações, e é necessário lembrar que uma nova unidade veicular demora um tempo abaixo de dois minutos para ficar pronto e um novo canavial, para estar maduro, ser colhido, pode levar até dois anos.**

A proporção futura dos veículos tipo *flex-fuel* e aqueles movidos a gasolina, conforme projetado pelo modelo, é a seguinte:

PARTICIPAÇÃO NA FROTA NACIONAL DOS VEÍCULOS FLEX FUEL E GASOLINA (PROJEÇÃO ATÉ 2020)



Conhecendo os números estimados para a frota automotiva e usando a média de consumo anual de combustível por veículo, é possível mensurar a quantidade virtual do combustível necessário para manter a frota em movimento nos próximos dez anos. Objetivando dar maior clareza aos critérios de cálculo utilizados, os dados estão apresentados de forma separada para os dois tipos de veículos catalogados na frota.

Para os veículos tipo *flex-fuel* os resultados são os seguintes[21]:

[20] A projeção com base nas premissas estabelecidas define essa ocorrência no ano de 2028.

[21] De acordo com os critérios da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a gasolina pura, adquirida pelas distribuidoras nas refinarias, é denominada 'gasolina tipo A' e a gasolina misturada com etanol anidro é denominada 'gasolina tipo C'. Esta é a gasolina que os usuários adquirem nos postos de abastecimento. Atualmente, esse combustível contém 25,0% de etanol e 75,0% de gasolina tipo 'A'.

Ano	Cenário do consumo esperado de combustível dos veículos tipo *flex fuel* (em milhões de litros)				
	Etanol hidratado (80% do consumo)	Gasolina tipo "C" (20% do consumo)	Gasolina tipo "A"	Etanol anidro	Total do combustível necessário (etanol + gasolina)
2011	17.177	3.435	2.577	859	20.613
2012	20.548	4.110	3.082	1.027	24.658
2013	23.927	4.785	3.589	1.196	28.712
2014	27.310	5.462	4.096	1.365	32.772
2015	30.694	6.139	4.604	1.535	36.833
2016	34.075	6.815	5.111	1.704	40.890
2017	37.452	7.490	5.618	1.873	44.942
2018	40.820	8.164	6.123	2.209	53.014
2019	44.178	8.836	6.627	2.209	53.014
2020	47.523	9.505	7.129	2.376	57.028

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Para os veículos movidos a gasolina, os resultados estão mostrados na tabela adiante:

Ano	Cenário do consumo esperado de combustível dos veículos movidos a gasolina (em milhões de litros)		
	Gasolina tipo "A"	Etanol anidro	Gasolina tipo "C"
2011	19.152	6.384	25.536
2012	17.796	5.932	23.728
2013	16.501	5.500	22.002
2014	15.275	5.092	20.366
2015	14.122	4.707	18.829
2016	13.049	4.350	17.399
2017	12.063	4.021	16.084
2018	11.169	3.723	14.891
2019	10.372	3.457	13.830
2020	9.680	3.227	12.907

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Da mesma forma, quando são juntados os dois tipos de veículos, a quantidade total de combustível que será demandada pelos usuários de veículo de ciclo Otto no país na próxima década será a seguinte:

Ano	Cenário do consumo esperado de combustível de todos os veículos leves da frota em circulação no país (em milhões de litros)				
	Etanol hidratado	Etanol Anidro	Total do etanol	Gasolina tipo "A"	Total do combustível (etanol + gasolina)
2011	17.177	7.243	24.420	21.729	46.149
2012	20.548	6.959	27.508	20.878	48.386
2013	23.927	6.697	30.624	20.090	50.714
2014	27.310	6.457	33.767	19.371	53.138
2015	30.694	6.242	36.936	18.726	55.662
2016	34.075	6.054	40.129	18.161	58.290
2017	37.452	5.894	43.345	17.681	61.026
2018	40.820	5.764	46.584	17.292	63.876
2019	44.178	5.666	49.845	16.999	66.844
2020	47.523	5.603	53.126	16.809	69.935

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Os números apresentados indicam que o total do combustível consumido pelos veículos leves deve crescer 51,7% no período, volume que representa um crescimento anual médio de 4,7%. Esta taxa geométrica de crescimento anual é bastante razoável se for observado que os números de consumo de combustível (gasolina "C" mais etanol hidratado) divulgados pela ANP para o período de 2000 a 2010 indicam uma taxa anual geométrica de aumento de 4,95%.

Finalmente, na tabela abaixo, são indicados os totais anuais da demanda de álcool etílico para todos os destinos convencionais.

Ano	Cenário da demanda esperada de álcool etílico para todos os destinos (em milhões de litros)				
	Álcool hidratado para combustível	Álcool anidro para combustível	Álcool para exportação e outros usos	Demanda de álcool para todos os destinos	Volume anual do crescimento da demanda de álcool
2011	17.177	7.243	3.825	28.245	-
2012	20.548	6.959	3.825	31.332	3.087
2013	23.927	6.697	3.825	34.448	3.116
2014	27.310	6.457	3.825	37.591	3.143
2015	30.694	6.242	3.825	40.760	3.169
2016	34.075	6.054	3.825	43.953	3.193
2017	37.452	5.894	3.825	47.170	3.216
2018	40.820	5.764	3.825	50.409	3.239
2019	44.178	5.666	3.825	53.669	3.261
2020	47.523	5.603	3.825	56.951	3.282

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

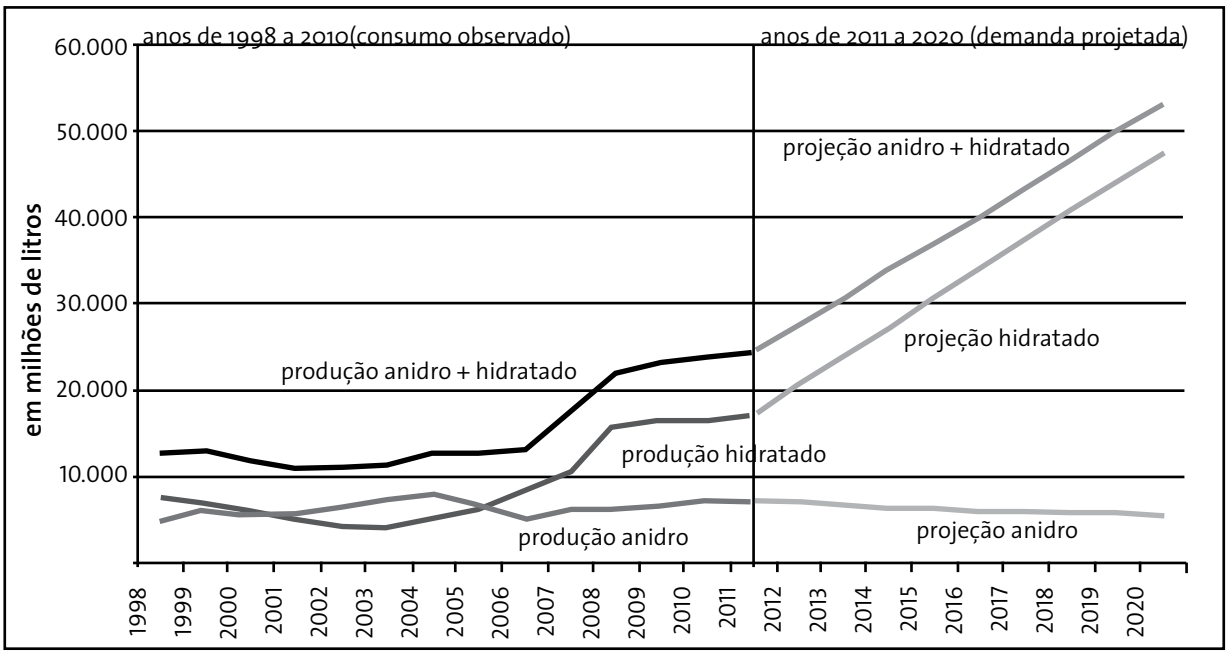
Dessa forma, se forem admitidos que os pressupostos estão corretos e que o uso do álcool etílico para uso não-combustível e as exportações permaneçam nos mesmos patamares que estiveram em 2010, o setor sucroalcooleiro deverá providenciar um aumento anual da oferta de pouco acima de três bilhões de litros desse produto, apenas para uso combustível. A venda desse total de combustível se efetivará se os preços praticados continuarem a obedecer a lógica atual de se ter um preço no posto de abastecimento que represente uma fração abaixo de 70% do preço de seu concorrente, a gasolina. Apesar de haver um forte apelo ambiental para o consumo do combustível limpo e renovável, o grande atrativo para a conquista dos consumidores é o fator econômico, pois este item de despesa tem um peso expressivo no orçamento doméstico.

Se não for possível conseguir este aumento na produção e assegurar a fidelidade dos consumidores, estes simplesmente migrarão para o combustível alternativo de origem fóssil e continuarão rodando seus veículos. Crise de abastecimento de combustível causada pela escassez da oferta, como ocorreu no período da entressafra do ano de 1990 com o veículo movido, de forma dedicada, a etanol hidratado, já faz parte dos livros de história[22].

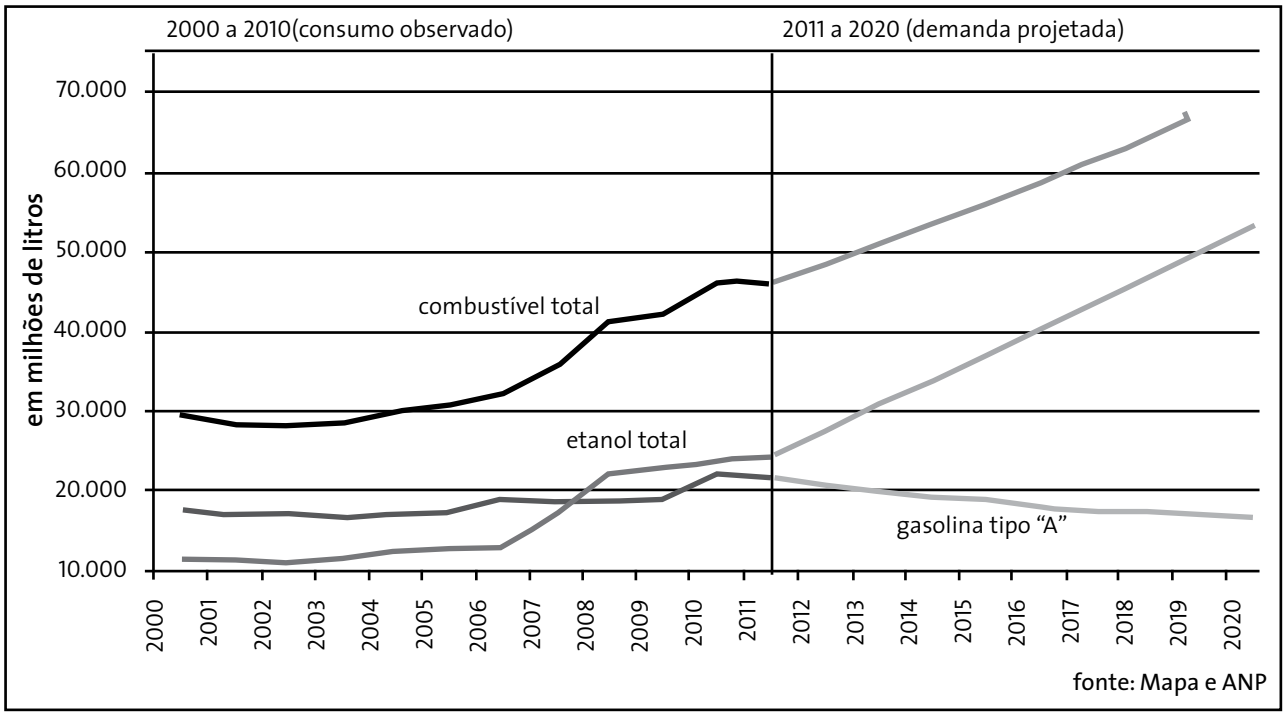
Para facilitar a visualização do cenário desenhado para a próxima década, os números referentes ao ocorrido com o etanol de 1998 a 2010 e a demanda de combustível esperada para os próximos dez anos são apresentados nos gráficos adiante.

[22] A existência dos veículos do tipo *flex-fuel* obedece a uma lógica simples: é preciso existir o combustível alternativo (o etanol) a preços competitivos. Se essa premissa não for viabilizada e o consumidor, em face das condições de preço, for induzido a usar sempre a gasolina, a existência de veículos *flex-fuel* perde sua razão de existir.

SÉRIE DE CONSUMO DE ETANOL



SÉRIE DO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTÍVEL (ETANOL + GASOLINA)



Seção 3 – A quantidade de cana-de-açúcar necessária para atender à demanda de seus produtos derivados, o açúcar e o álcool etílico, nos próximos anos

Os exercícios das seções anteriores permitiram dimensionar, para um conjunto razoável de anos, o crescimento dos mercados dos dois principais produtos derivados da cana de açúcar. A questão subsequente a ser esclarecida é dimensionar a quantidade de cana-de-açúcar que será necessário produzir para atender à demanda projetada.

Em face da natureza da atividade sucroalcooleira, para transformar as necessidades em bons negócios é preciso cuidar da parte agrícola expandindo os canaviais, e da parte industrial

expandindo as fábricas em funcionamento e/ou montando um conjunto de novas usinas e destilarias. Antes de analisar quais pré-condições necessitam ser cumpridas para atender aos requisitos citados, deve-se transformar a demanda dos produtos derivados em quantidade de matéria-prima básica. A maneira mais simples de realizar esse exercício está em partir da quantidade de sacarose requerida para a produção dos mesmos e da estimativa da quantidade média de açúcar total recuperável (ATR) que é possível extrair da cana colhida[23]. As quantidades anuais de cana-de-açúcar que terão que ser colhidas para atender à todas as demandas indicadas, e o volume do bagaço correspondente, constam na tabela abaixo.

Safra	Cenário da quantidade anual da cana necessária para produzir o álcool etílico e o açúcar projetado (em mil toneladas)					
	Cana para a fabricação de álcool combustível	Cana para a fabricação de álcool exportação e outros usos	Cana para fabricação de açúcar	Total anual da cana necessária	Volume anual do crescimento da safra de cana	Total do bagaço que será produzido na moagem da cana
2011/12	294.806	46.076	293.554	634.436	-	174.626
2012/13	331.453	46.076	298.172	675.701	41.265	185.984
2013/14	368.453	46.076	304.760	719.290	43.588	197.982
2014/15	405.789	46.076	311.491	763.357	44.067	210.111
2015/16	443.443	46.076	318.371	807.890	44.533	222.369
2016/17	481.401	46.076	325.400	852.877	44.987	234.751
2017/18	519.650	46.076	332.584	898.310	45.433	247.256
2018/19	558.182	46.076	339.924	944.183	45.873	259.883
2019/20	596.990	46.076	347.425	990.492	46.309	272.629
2020/21	636.069	46.076	355.091	1.037.236	46.745	285.495

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Considerando-se que o cenário seja realista o suficiente para indicar, com alto nível de probabilidade, a demanda futura de açúcar e de álcool etílico, será necessário obter uma expansão de 67,2% no tamanho da safra de cana-de-açúcar nos próximos dez anos e que represente a média anual de 5,17%; sendo que a matéria-prima para a produção de álcool etílico deve crescer à taxa de 7,23% ao ano e para produção de açúcar, 2,19%. Em termos de volume anual, será necessário aumentar, de forma continuada e por muitos anos, os canaviais para colheita em mais de 40,0 milhões de toneladas a cada ano.

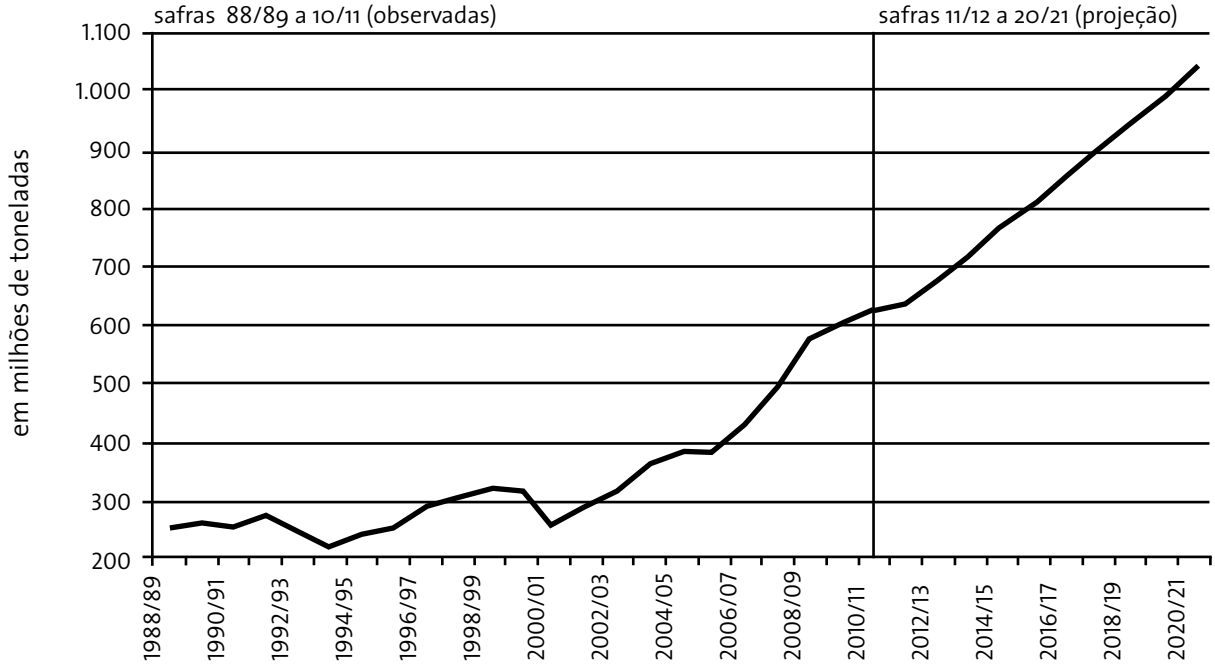
Essa é uma meta ambiciosa e somente foi obtida nos anos do *boom* do setor, nas temporadas de 2006-07 a 2008-09, ocasião em que o nível de confiança dos empresários do setor estava em seu nível máximo e o aumento médio da safra foi de 63,4 milhões de toneladas. Os problemas econômicos enfrentados por muitos empresários individuais e grupos econômicos desse setor no período recente reverteram as expectativas, enfraqueceram o dinamismo apresentado naqueles anos e se tornaram freios que estão travando o ritmo do processo. Nas duas últimas safras, a produção de cana-de-açúcar cresceu, em média, somente 26,1 milhões de toneladas e está rareando o número de novas unidades sendo construídas e reformas nas unidades já instaladas.

Nestas condições, o cumprimento da meta indicada não representa um desafio inatingível para um setor acostumado a fazer crescer a produção de forma regular ao longo de muitos anos, porém terá que haver uma nova mudança de rumos.

[23] As quantidades de ATR em uso atualmente pelo setor sucroalcooleiro são as seguintes: produção de 1 kg de açúcar: 1,0495 kg de ATR; 1 litro de álcool anidro: 1,7651 kg de ATR e 1 litro de álcool hidratado: 1,6913 kg de ATR. Para facilitar a elaboração do exercício, é utilizado como indicador para todo o período considerado o ATR obtido na cana colhida na região Centro-Sul, na safra 2010-11, calculado pela Conab em 141,9 kg por tonelada.

A apresentação visual das safras canavieiras de 1998-99 a 2010-11 e a projeção da safra necessária para os próximos dez anos, consta no gráfico abaixo.

SÉRIE DA SAFRA ANUAL DA CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL



Seção 4 – O que fazer para atender às exigências do mercado sucroalcooleiro

Os números apontados revelam um formidável potencial de crescimento da demanda dos produtos derivados da cana-de-açúcar. A questão que está posta é saber se o país está preparado para aproveitar a oportunidade oferecida e tomar todas as decisões necessárias, no âmbito público e no privado, para seu cumprimento.

Para responder a esta dúvida é necessário fazer uma pequena avaliação das atuais condições brasileiras e entender os tipos de limitações que terão que ser equacionadas. Assim será aberto um parêntesis na sequência da apresentação para examinar o assunto.

A expansão com taxas elevadas de um setor como o sucroalcooleiro, que combina a atividade agrícola e industrial, requer a existência de um conjunto de pré-condições. A exigência inicial refere-se às limitações físicas na produção agrícola em condições competitivas: para aumentar a oferta de cana-de-açúcar é necessário dispor de terras aptas (em termos de qualidade dos solos e das condições do relevo), para este tipo de lavoura e com ambiente adequado (regime de chuvas e temperatura média e limites de alta e baixa).

Como já mencionado, a cana-de-açúcar, apesar de ser cultivada num amplo espaço geográfico no território brasileiro, tem um elevado nível de concentração no estado de São Paulo e nos estados circunvizinhos, Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul que, com exceção do estado do Paraná, tem tido a preferência dos investidores para a instalação de novas indústrias. A situação do uso da área rural nesses estados está descrita na tabela adiante onde, com exceção do estado de São Paulo, as áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar representam uma fração irrisória (abaixo de 3,0%) do total da área que vem sendo explorada pela atividade agropecuária. Ou seja, existem áreas disponíveis para novos canaviais, especialmente em substituição à atividade

pecuária, que tem cedido espaço para as lavouras canavieiras.

USO DA ÁREA RURAL EM ESTADOS ESCOLHIDOS (EM MIL HECTARES)

Estados	Área do território do estado	Área dos estabelecimentos rurais	Área de pastagem	Área de lavouras	Área de atividade agropecuária	Área de cultivo da cana-de-açúcar
SP	24.829,9	19.242	8.594,7	7.454,7	16.049,4	4.634,3
PR	19.931,5	17.658,1	5.735,1	8.090,9	13.826	707,1
Subtotal	44.761,4	36.900,1	14.329,8	15.545,6	29.875,4	5.341,4
MG	58.652,8	35.669,8	20.555,1	6.911,2	27.466,3	715,8
GO	34.008,7	24.983	15.524,7	3.590,6	19.115,3	508,8
MS	35.712,5	26.449,1	18.421,4	2.217,7	20.639,1	350,7
Subtotal	128.374	87.101,9	54.501,2	12.719,5	67.220,7	1.575,3
TOTAL	173.135,4	124.002	68.831	28.265,1	97.096,1	6.916,7

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário de 2006 e Conab - Perfil do Setor do Açúcar e do Álcool no Brasil - safra 2008-09
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

O segundo ponto a ser abordado diz respeito ao volume de investimentos necessários e as fontes disponíveis para sua alocação. Com relação aos montantes envolvidos, as informações correntes permitem fazer afirmações que, mesmo que sem cumprir os rigores de análise, nos indicam os totais necessários.

O projeto de instalação de uma nova unidade de produção, para a fabricação de açúcar e/ou de álcool, deve contemplar a parte agrícola (a formação dos canaviais, a montagem do parque de tratores e implementos, e também os veículos, máquinas e equipamentos de colheita e transporte e armazenagem) e a parte industrial (sistema de recepção, limpeza e preparo da cana, extração do caldo, geração de vapor e energia e os equipamentos de produção de açúcar e álcool). Para facilitar a elaboração do exercício, será considerado um modelo frequente de unidade de produção, equipado com as tecnologias mais recentes, inclusive de geração de excedentes de energia elétrica, com capacidade nominal de moagem de dois milhões de toneladas por safra e uma área de cultivo de cana-de-açúcar da ordem de trinta mil hectares (inclusive área de renovação).

Com relação à parte agrícola, os dados disponíveis indicam uma estimativa R$ 3.500,00 por hectare de cana cultivada, incluindo a formação das lavouras e a aquisição dos equipamentos da produção agrícola, da colheita e do transporte da cana para o pátio de recepção nas unidades. Para a parte industrial, será utilizado o valor de R$ 75.000,00 para cada mil toneladas de cana processada.

Um resumo bastante geral desses dados indica os seguintes resultados:

A - Dados para um projeto modelo:

1) capacidade de moagem anual da unidade: 2,0 milhões de toneladas de cana;

2) área total da lavoura de cana, inclusive área de renovação: 30 mil hectares;

3) produção anual da usina para fabricação de açúcar: 266 mil toneladas; ou

4) produção anual da destilaria para fabricação de álcool: 166 milhões de litros; ou

5) produção anual da unidade mista para fabricação de açúcar e álcool (50% da cana para açúcar e 50% para álcool): 133 mil toneladas de açúcar e 83 milhões de litros de álcool.

B - Valor estimado para o empreendimento:

a) investimento na montagem da indústria: R$ 150 milhões;

b) investimento na formação da lavoura: R$ 105 milhões;

c) valor estimado do investimento para cada nova unidade: R$ 255 milhões;

d)valor estimado para cada milhão de tonelada de cana processada: R$ 127,5 milhões.

A partir do valor estimado de uma unidade padrão é possível inferir que será necessário construir um conjunto de, pelo menos, 20 unidades padrão a cada ano com um investimento total próximo de R$ 5 bilhões. Da mesma forma, será preciso ocupar, por ano, uma área próxima a 550 mil hectares com o cultivo da cana. O setor sucroalcooleiro não tem fôlego financeiro para prover todo este volume de capital e será inevitável definir fontes alternativas, públicas e/ou privadas, que viabilizem sua realização.

A terceira limitação diz respeito à infraestrutura de movimentação e transporte desses produtos no âmbito doméstico e na exportação. A logística de armazenamento e distribuição é um ponto crucial na administração de qualquer combustível de uso geral, pois, além de envolver grandes volumes físicos, têm baixo valor por unidade. Por isso, sua movimentação precisa ser feita de maneira rápida, segura e com baixo custo. Dessa forma, um requerimento importante para o uso doméstico do etanol nas dimensões estimadas e para as exportações está na montagem de um aparato de distribuição que possibilite realizar o escoamento dos mesmos com fluxos compatíveis com as necessidades. A ação combinada dos setores público e privado é fator essencial para racionalizar a solução desse gargalo.

O quarto ponto e, certamente, o mais importante, refere-se à gestão empresarial do negócio sucroalcooleiro. Mesmo que o país tenha uma forte tradição no crescimento contínuo da produção sucroalcooleira e, de acordo com a experiência recente, seja capaz de fazer crescer rapidamente a produção, esta decisão não será tomada se não forem criadas as condições adequadas para estimular os novos investimentos nos volumes necessários.

A envergadura desse projeto depende das decisões de muitos empresários individuais e grupos econômicos que somente se interessarão pela expansão rápida de seu negócio se o nível de incerteza for baixo e a chance de obtenção de uma rentabilidade adequada for alta. Ademais, é preciso convencer os atuais proprietários independentes de terras na vizinhança das unidades de produção a mudar seu negócio e aderir à nova lavoura. Essa decisão está diretamente associada aos ganhos alternativos dos negócios convencionais em sua região.

Em poucas palavras: o êxito de uma empreitada nessas dimensões somente será viável se houver um plano organizado entre o setor público e o setor privado de ocupar o espaço disponível e transformar em bons negócios as oportunidades. A experiência recente, iniciada na safra 2005-06, de crescimento acelerado, por falta de políticas públicas consistentes[24], foi amortecida pela insolvência e conseqüente venda de parte ou da integralidade de muitas das principais unidades de produção do país para grupos internacionais ou domésticos com acesso ao capital internacional. Um novo ciclo de expansão acelerada será um recomeço.

[24] Uma análise desta questão consta no estudo publicado pela Conab, em abril de 2010, denominado "Fundamentos da Crise do Setor Sucroalcooleiro no Brasil" (ver em www.conab.gov.br).

Seção 5 – A quantidade de energia elétrica associada à safra em expansão

Finalmente chega-se ao resultado que, de fato, interessa ao escopo deste estudo: a produção de energia elétrica subjacente ao crescimento da safra canavieira.

A quantidade de energia que poderá ser gerada com a cana adicional que seria produzida deve levar em conta os seguintes valores: a decisão de plantar cana e produzir açúcar e/ou álcool etílico é uma questão privada de interesse empresarial; a produção de bagaço na moagem da cana é uma decorrência da natureza e não uma escolha; a queima do bagaço para produzir vapor e energia hidráulica e mecânica é uma exigência do processo de fabricação. Porém, a decisão de gerar eletricidade de forma mais, ou menos, eficiente na queima do bagaço é uma decisão estratégica de interesse público. Ou seja, montar novas unidades de fabricação de açúcar e/ou álcool com equipamentos de baixo rendimento não atende ao interesse do país e não dever fazer parte de qualquer política oficial.

A quantidade de energia elétrica contida na cana-de-açúcar que poderá ser plantada no futuro para atender à demanda de seus produtos derivados pode ser estimada a partir dos resultados deste estudo. Com a extrapolação dos números médios da geração apurada nos capítulos anteriores é possível construir um quadro indicando os limites possíveis oferecidos pela cana disponível. De acordo com os quadros 3 da seção 1; 2 da seção 2 e 4, da seção 3, do capítulo IV, a geração, o consumo e os excedentes de energia elétrica por tonelada de cana processada, na safra 2009-10, eram os seguintes:

A1) Posição observada com os equipamentos em uso: 33,23 *kilowatts* por tonelada.

A2) Posição simulada com a troca dos equipamentos: 66,26 *kilowatts* por tonelada.

B1) Posição observada da energia destinada ao consumo da própria unidade com equipamentos em uso: 20,77 *kilowatts* por tonelada.

B2) Posição simulada da energia destinada ao consumo da própria unidade com a troca dos equipamentos: 25,22 *kilowatts* por tonelada.

C1) Posição observada da energia excedente disponível para venda com os equipamentos em uso: 12,45 *kilowatts* por tonelada.

C2) Posição simulada da energia excedente disponível para a venda com a troca dos equipamentos: 41,04 *kilowatts* por tonelada.

Com base nesses indicadores estão apresentadas, nas tabelas adiante, as quantidades de energia que, dependendo da capacidade dos equipamentos que viessem a ser utilizados, poderiam ser geradas com a cana adicional que seria plantada. A apresentação mostra três diferentes cenários:

1) SITUAÇÃO 1 - simulação com todo o bagaço obtido, inclusive aquele procedente da cana adicional de cada safra, sendo queimado em equipamentos semelhantes ao utilizados atualmente;

2) SITUAÇÃO 2 - simulação com todo o bagaço da cana adicional plantada a cada safra sendo queimado em equipamentos de alta capacidade e;

3) SITUAÇÃO 3 - simulação com todo o bagaço da cana colhida nas safras, inclusive aquele procedente da cana adicional de cada safra, sendo queimado em equipamentos de alta capacidade.

Os resultados encontrados para cada uma das situações aventadas aparecem nas tabelas adiante:

SITUAÇÃO 1 - SIMULAÇÃO DO TOTAL DE ENERGIA QUE SERIA GERADA SE FOSSEM USADOS APENAS EQUIPAMENTOS SEMELHANTES AOS ATUAIS

Ano-safra	Simulação da dimensão da safra de cana possível no futuro (mil t)	Simulação da energia elétrica que seria gerada (megawatt/hora)	Simulação do acréscimo anual de energia gerada (megawatt/hora)	Simulação do acréscimo anual de energia para autoconsumo (megawatt/hora)	Simulação do acréscimo anual de energia excedente para venda (megawatt/hora)
2011/12	634.436	21.079.330,2	-	-	-
2012/13	675.701	22.450.384,9	1.371.054,7	857.231,4	513.823,4
2013/14	719.290	23.898.610,9	1.448.225,9	905.481,5	542.744,4
2014/15	763.357	25.362.760,3	1.464.149,5	915.437,5	548.712
2015/16	807.890	26.842.380,5	1.479.620,2	925.110,3	554.509,9
2016/17	852.877	28.337.098,2	1.494.717,7	934.549,8	560.167,9
2017/18	898.310	29.846.623,8	1.509.525,6	943.808,2	565.717,4
2018/19	944.183	31.370.755,5	1.524.131,6	952.940,4	571.191,2
2019/20	990.492	32.909.382,2	1.538.626,7	962.003,3	576.623,5
2020/21	1.037.236	34.462.487,4	1.553.105,2	971.055,7	582.049,5

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Esta tabela reflete o crescimento da produção de energia elétrica se nenhuma ação explícita vier a ser tomada para convencer as unidades de produção a mudarem seu procedimento atual e com a maior parte das mesmas continuando fora do mercado de energia e gerando apenas para seu autoconsumo. Esta situação é pouco verossímil, porque não é razoável esperar que as novas unidades que teriam que ser construídas ignorem a realização das receitas associadas à produção de excedentes de energia elétrica. Neste caso, a taxa de crescimento anual da produção de energia elétrica seria a mesma do crescimento da safra de cana-de-açúcar, 5,2%.

SITUAÇÃO2 - SIMULAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA QUE SERIA GERADA SE FOSSEM USADOS EQUIPAMENTOS DE ALTA CAPACIDADE APENAS NAS NOVAS UNIDADES QUE IRÃO MOER A CANA ADICIONAL

Ano-safra	Simulação do acréscimo anual da safra (mil t)	Simulação do acréscimo acumulado das safras (mil t)	Simulação da energia elétrica que seria gerada (megawatt/hora)	Simulação do acréscimo anual de energia (megawatt/hora)	Simulação do acréscimo anual de energia para autoconsumo (megawatt/hora)	Simulação do acréscimo anual de energia excedente para venda (megawatt/hora)
2011/12	9.445	9.445,1	21.391.368,9	-	-	-
2012/13	41.265	50.710,5	24.125.712,4	2.734.343,5	1.040.695,3	1.693.648,1
2013/14	43.588	94.298,5	27.013.961,1	2.888.248,8	1.099.271,9	1.788.976,9
2014/15	44.067	138.365,8	29.933.966,8	2.920.005,6	1.111.358,6	1.808.647
2015/16	44.533	182.898,8	32.884.826,2	2.950.859,5	1.123.101,6	1.827.757,8
2016/17	44.987	227.886,1	35.865.795,1	2.980.968,9	1.134.561,3	1.864.699,7
2017/18	45.433	273.319,1	38.876.296,2	3.010.500,9	1.145.801,3	1.864.699,7
2018/19	45.873	319.191,7	41.915.926,2	3.039.630,2	1.156.887,9	1.882.742,3
2019/20	46.309	365.500,6	44.984.464,5	3.068.538,3	1.167.890,4	1.900.647,9
2020/21	46.745	412.245,3	48.081.877,7	3.097.413,2	1.178.880,2	1.918.533

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A situação intermediária mostrada na SITUAÇÃO 2, indica a quantidade de energia que seria gerada com a cana adicional moída pelo crescimento da safra. Na elaboração dos cálculos está implícito o pressuposto de que todo o bagaço correspondente ao acréscimo da safra de cana seria queimado em equipamentos de alta capacidade, em novas unidades ou naquelas atualmente em funcionamento e que já fizeram as transformações necessárias em seus equipamentos. Esta situação é aquela que tem mais chance de se realizar porque existe uma forte tendência de que o

crescimento da produção de cana ocorra nas unidades de produção pertencentes a grupos econômicos sólidos, que já fizeram as transformações necessárias, e nas novas unidades a serem construídas, que, certamente, irão gerar excedentes vendáveis de energia.

Neste caso, a taxa de crescimento da geração elétrica com a queima do bagaço estaria em torno de 9,42% ao ano, muito acima da taxa que tem sido observada para o país como um todo que, segundo dados da ONS, esteve em 3,53% entre os anos de 2005 e 2010. A projeção para o ano de 2020, com essas taxas, indica que o volume total de energia a ser gerada no país estará próximo de 673,96 milhões de *megawatts* e a parcela associada à queima do bagaço na safra 2020-21, em torno de 48,08 milhões de *megawatts*, quantidade que representaria uma fração de 7,13% do total nacional.

Como parece provável que o crescimento anual do setor sucroalcooleiro seja superior ao crescimento médio do Produto Interno Bruto do país e do consumo anual de energia elétrica nos anos vindouros, a parcela da eletricidade proveniente da queima do bagaço deverá, naturalmente, ter uma proporção crescente no total nacional.

SITUAÇÃO 3 - SIMULAÇÃO DO TOTAL DA ENERGIA QUE SERIA GERADA SE TODAS AS UNIDADES USASSEM EQUIPAMENTOS DE ALTA CAPACIDADE

Ano-safra	Simulação da dimensão da safra de cana possível no futuro (mil t)	Simulação da energia elétrica que seria gerada (*megawatt*/hora)	Simulação do acréscimo anual de energia (*megawatt*/hora)
2011/12	634.436	42.039.261,7	-
2012/13	675.701	44.773.605,2	2.734.343,5
2013/14	719.290	47.661.853,9	2.888.248,8
2014/15	763.357	50.581.859,6	2.920.005,6
2015/16	807.890	53.532.719	2.950.859,5
2016/17	852.877	56.513.687,9	2.980.968,9
2017/18	898.310	59.524.188,8	3.010.500,9
2018/19	944.183	62.563.819	3.039.630,2
2019/20	990.492	62.563.819	3.039.630,2
2020/21	1.037.236	68.729.770,5	3.097.413,2

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Esta terceira situação, que reflete uma posição inversa à SITUAÇÃO 1, também tem baixa probabilidade de tornar-se realidade, pois é improvável que a maioria das unidades que ainda estão fora desse mercado venham a aderir, de forma imediata e nas condições oferecidas atualmente, ao novo negócio. Sua presença serve apenas como ilustração de uma situação hipotética. Esta possibilidade poderia começar a tornar-se realidade se, no futuro, vierem a ser implementados programas específicos e direcionados às médias e pequenas unidades e que sejam capazes de quebrar as resistências que dificultam a adesão desses recalcitrantes.

Para facilitar a visualização da quantidade de energia que estaria sendo gerada em cada uma das situações escolhidas, foi montada a tabela adiante que consolida os números sobre o total da geração correspondente a cada ano focalizado.

COMPARATIVO DO TOTAL DA ENERGIA QUE SERIA GERADA EM CADA UMA DAS SITUAÇÕES ESTUDADAS

Ano-safra	Quantidade de energia que seria gerada na SITUAÇÃO 1 (megawatt/hora)	Quantidade de energia que seria gerada na SITUAÇÃO 2 (megawatt/hora)	Quantidade de energia que seria gerada na SITUAÇÃO 3 (megawatt/hora)
2011/12	21.079.330	21.391.368,9	42.039.261,7
2012/13	22.450.385	24.125.712,4	44.773.605,2
2013/14	23.898.611	27.013.961,1	47.661.853,9
2014/15	25.362.760	29.933.966,8	50.581.859,6
2015/16	26.842.381	32.884.826,2	53.532.719
2016/17	28.337.098	35.865.795,1	56.513.687,9
2017/18	29.846.624	38.876.296,1	59.524.188,8
2018/19	31.370.755	41.915.926,2	62.563.819
2019/20	32.909.382	44.984.464,5	65.632.357,3
2020/21	34.462.487	48.081.877,7	68.729.770,5

Uma vez conhecido o total da energia que seria gerada nas três SITUAÇÕES aventadas, é necessário esclarecer a parcela dessa energia que seria destinada ao consumo da própria unidade e a parcela excedente disponível para a venda. Os números referentes ao autoconsumo constam na tabela adiante.

COMPARATIVO DO TOTAL DA ENERGIA QUE SERIA AUTOCONSUMIDA EM CADA UMA DAS SITUAÇÕES ESTUDADAS

Ano-safra	Quantidade de energia que seria autoconsumida na SITUAÇÃO 1 (megawatt/hora)	Quantidade de energia que seria autoconsumida na SITUAÇÃO 2 (megawatt/hora)	Quantidade de energia que seria autoconsumida na SITUAÇÃO 3 (megawatt/hora)
2011/12	13.179.535	13.221.527	16.000.207,5
2012/13	14.036.766	14.262.222,4	17.040.902,8
2013/14	14.942.247	15.361.494,3	18.140.174,7
2014/15	15.857.685	16.472.852,9	19.251.533,3
2015/16	16.782.795	17.595.954,5	20.374.635
2016/17	17.717.345	18.730.515,9	21.509.196,3
2017/18	18.661.153	19.876.317,1	22.654.997,6
2018/19	19.614.094	21.033.205	23.811.885,5
2019/20	20.576.097	22.201.095,4	24.979.775,9
2020/21	21.547.153	23.379.975,6	26.158.656,1

Relativamente à energia excedente em cada uma das SITUAÇÕES, os resultados são os seguintes:

COMPARATIVO DO TOTAL DA ENERGIA EXCEDENTE DISPONÍVEL PARA VENDA EM CADA UMA DAS SITUAÇÕES ESTUDADAS

Ano-safra	Quantidade de energia excedente disponível para venda na SITUAÇÃO 1 (megawatt/hora)	Quantidade de energia excedente disponível para venda na SITUAÇÃO 2 (megawatt/hora)	Quantidade de energia excedente disponível para venda na SITUAÇÃO 3 (megawatt/hora)
2011/12	7.899.796	8.169.841,9	26.039.054,2
2012/13	8.413.619	9.863.490	27.732.702,4
2013/14	8.956.363	11.652.466,9	29.521.679,2
2014/15	9.505.075	13.461.113,9	31.330.326,2
2015/16	10.059.585	15.288.871,7	33.158.084,1
2016/17	10.619.753	17.135.279,3	35.004.491,6
2017/18	11.185.471	18.999.978,9	36.869.191,3
2018/19	11.756.662	20.882.721,2	38.751.933,6
2019/20	12.333.285	22.783.369,1	40.652.581,5
2020/21	12.915.335	24.701.902,1	42.571.114,4

Elaboração de todos os comparativos acima: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

A outra variável importante que necessita ser projetada, dentro desse panorama de mudanças, refere-se à dimensão da capacidade de geração que teria que estar disponível para viabilizar o volume da geração descrito.

Para dimensionar essa capacidade basta usar os índices apresentados no quadro 14 do capítulo IV que revelam a potência instalada por cada mil toneladas de cana moída. Os índices apresentados são os seguintes:

a) posição observada com os equipamentos em uso: 9,8 kilowatts por cada mil toneladas de cana moída;

b) posição simulada com a troca dos equipamentos: 22,5 kilowatts por cada mil toneladas de cana moída.

Com base nesses dois indicadores, é apresentado, na tabela adiante, um resumo das três situações selecionadas que apresenta, para cada uma delas, o total da potência instalada que deveria estar disponível para viabilizar a geração estimada e o crescimento anual pertinente, até a safra 2020-2021. Os investimentos em novas instalações são complementares ao processo de crescimento da geração elétrica anual e dependem da decisão de aumentar a geração.

Da mesma forma que na geração elétrica, as taxas anuais de crescimento da potência instalada estão acima do que tem sido observado para o país. De acordo com os dados divulgados pela Aneel, a taxa geométrica anual de expansão da capacidade de geração do país, entre os anos de 2001 a 2009, foi de 4,51%. Na SITUAÇÃO 1 estudada, esta taxa é da ordem de 5,61% ao ano e na SITUAÇÃO 2, a mesma taxa apresenta uma variação anual de 10,37%, muito acima do que tem sido observado para o país. Nesta SITUAÇÃO 2, que tem grande chance de se materializar, a potência instalada do setor sucroalcooleiro estaria, em 2020, em níveis próximos a 15,4 mil *megawatts*. Como a capacidade brasileira, se continuar a expandir-se na taxa referida de 4,51% ao ano, estaria em 173,1 mil *megawatts*, a participação da energia do bagaço passaria a representar uma fração de 8,9% total nacional.

COMPARATIVO DO TOTAL DA POTÊNCIA INSTALADA QUE SERIA NECESSÁRIA EM CADA UMA DAS SITUAÇÕES ESTUDADAS

Ano-safra	Situação 1		Situação 2		Situação 3	
	Total da potência instalada que seria necessária (MW)	Acréscimo anual da potência instalada que seria necessária (MW)	Total da potência instalada que seria necessária (MW)	Acréscimo anual da potência instalada que seria necessária (MW)	Total da potência instalada que seria necessária (MW)	Acréscimo anual da potência instalada que seria necessária (MW)
2011/12	6.224,7	-	6.344,7	-	14.287,1	-
2012/13	6.629,6	404,9	7.274	929,3	15.216,3	929,3
2013/14	7.057,2	427,7	8.255,6	981,6	16.197,9	981,6
2014/15	7.489,6	432,4	9.247,9	992,4	17.190,3	992,4
2015/16	7.926,5	436,9	10.250,8	1.002,9	18.193,1	1.002,9
2016/17	8.367,9	441,4	11.263,9	1.013,1	19.206,2	1.013,1
2017/18	8.813,7	445,8	12.287	1.023,1	20.229,3	1.023,1
2018/19	9.263,8	450,1	13.320	1.033	21.262,3	1.033
2019/20	9.718,1	454,4	14.362,9	1.042,8	22.305,2	1.042,8
2020/21	10.176,8	458,6	15.415,5	1.052,7	23.357,8	1.052,7

Elaboração de todos os comparativos acima: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Capítulo Final

Este capítulo de fechamento do estudo tem o propósito de: 1) mencionar, de forma sumária, alguns aspectos interrelacionados com o tema principal tratado, 2) chamar a atenção para alguns pontos de destaque que foram abordados ao longo dos demais capítulos e, 3) alinhar alguns comentários sobre a situação atual do setor e o que esperar do futuro.

a) Aspectos interrelacionados à cogeração elétrica com a queima do bagaço

O primeiro aspecto associado ao assunto que merece destaque refere-se à sazonalidade da colheita da cana-de-açúcar. O calendário da geração elétrica coincide com o calendário de colheita dessa gramínea e se prolonga por, aproximadamente, sete meses do ano. Nos demais meses, as moendas ficam paradas e os geradores desligados.

Esta é uma limitação importante se for considerado que não é possível estocar energia elétrica e o consumo da sociedade é contínuo por todos os meses do ano. Por esse motivo, o chamado fator de capacidade para esta fonte, que mede a proporção da eletricidade produzida em relação à capacidade nominal dos geradores, no período de um ano, é bastante baixo.

A capacidade total de geração do setor sucroalcooleiro, na safra 2009-10, foi dimensionada em 5.915,3 *megawatts*. Se essa capacidade pudesse ser usada em todos os dias do ano sua geração ascenderia a 51,82 milhões de *megawatts*. Como o total da geração levantada pelos questionários aplicados atingiu o nível de 20,03 milhões de *megawatts,* chega-se à conclusão de que o fator de capacidade do setor sucroalcooleiro, na safra 2009-10, era de 38,7%. Se os mesmos cálculos fossem feitos para a hidroelétrica de Itaipu, que tem um total de 14.000 *megawatts* de capacidade de geração, e gerou 91,65 milhões de megawatts no ano de 2009, este fator de capacidade seria de 74,7%.

A forma de melhorar o desempenho do setor sucroalcooleiro está na ampliação do período de geração para a época da entressafra. Este assunto tem sido objeto frequente de discussão, porém sem ter feito um progresso real importante. A questão básica está no tipo de combustível que seria queimado para aproveitar o período em que as caldeiras e geradores estão ociosos e gerar continuamente. As soluções aventadas, como a estocagem do bagaço, formação de florestas cultivadas em áreas inaproveitadas das próprias unidades para a produção de madeira combustível, uso de combustível líquido e/ou gasoso de fontes fósseis, etc não têm se mostrado, até o presente momento, adequadas para superar o problema.

[25] A exceção importante é a região Nordeste. O Rio São Francisco, principal fonte geradora de energia para a região, tem suas nascentes na região central do país e parte do período de enchimento dos seus reservatórios de água, novembro a março, coincide com a colheita da cana nordestina e a época da cogeração.

Uma forma alternativa de observar esta questão é fazer este sistema operar de forma sincronizada com a geração hidroelétrica. Como a maior parte da colheita da cana é realizada no período seco do ano (maio a novembro)[25], esta energia que, em geral, está próxima dos centros de consumo, seria o complemento natural da oferta hidrelétrica e ajudaria a preservar o nível dos reservatórios das usinas geradoras e regular a oferta de energia. A discussão desse tema, que tem estado na agenda por vários anos, também não teve qualquer avanço significativo.

Um segundo aspecto que merece ser mencionado refere-se ao uso da palha, folhas e ponteiros, que são descartados no processo da colheita. Na tradição brasileira, o corte da cana sempre foi precedido pela queima e despalhamento para facilitar o corte manual. A introdução do uso de máquinas colhedoras em substituição ao corte manual viabiliza a colheita sem a necessidade do fogo. Nesses casos, a palha, folhas e ponteiros ficam depositados no próprio local do corte e se transformam em cobertura protetora do solo e adubação orgânica.

A opção aventada está em recolher a maior parte desses resíduos para transformá-los em combustíveis nas caldeiras das unidades. As informações correntes indicam que existe uma quantidade próxima a 140 quilos desse material para cada tonelada de cana pronta para o corte. Além disso, o baixo grau de umidade apresentado (em torno de 15%) e a grande concentração de fibras celulósicas permitem estimar que seu poder calorífico (medido em kcal/kg) equivale a 1,7 vezes o apresentado pelo bagaço (que tem entre 270 e 280 quilos por tonelada de cana colhida e umidade perto de 50% na saída da moenda). Estes dados indicam que o uso de toda a palha, as folhas e os ponteiros da cana nas caldeiras aumentaria em 50% o volume de combustível disponível e em 80% a quantidade de energia que poderia ser gerada.

A questão de como coletar esse resíduo no campo de forma que apresente baixo nível de impurezas e baixo custo operacional também tem sido objeto de estudos e pesquisas, mas não tem ainda uma solução apropriada. A área de colheita mecanizada está avançando rapidamente na região Centro-Sul, especialmente no estado de São Paulo, que tem uma legislação própria bastante restritiva e limitante da queima dos canaviais, e já superou o nível de 50% do total da colheita. A disponibilidade crescente desse material e a oportunidade de aproveitamento econômico de parte dele se constituem em forte estímulo para seu uso no futuro como combustível gerador de energia elétrica.

Um terceiro aspecto a ser observado está na tecnologia agronômica de melhoramento das variedades. A produtividade física de campo dessa gramínea, segundo as informações oficiais, foi de 77,8 toneladas por hectare na safra 2010-11. O frequente lançamento de novas variedades pelos centros de pesquisa, públicos e privados, em atividade permite antever um contínuo crescimento desse índice para o futuro, inclusive com o uso de materiais transgênicos que podem, se for considerado interessante, aumentar, ou diminuir o teor de fibra celulósica na planta. Maior produtividade de campo significa mais matéria-prima na mesma área cultivada e mais bagaço para ser queimado como combustível.

Um último aspecto que não pode ser ignorado, e que teria um efeito contrário e poderia reduzir a quantidade disponível de bagaço, está na sua destinação para a produção de álcool etílico através da técnica de hidrólise por meio de enzimas. Esta tecnologia aproveita todo tipo de material celulósico, como é o caso do bagaço da cana e os demais resíduos da colheita, e produz álcool etílico através de um processo de transformação biológica. Essa novidade está em desenvolvimento em muitos países, especialmente países ricos, e é uma importante promessa para o futuro dos combustíveis líquidos de fonte limpa e renovável. Quando a evolução das pesquisas tornar essa via de produção técnica e economicamente viável, fato aguardado para breve, o bagaço da cana-de-açúcar, em face de seu grande volume, alta concentração espacial e baixo custo de produção, certamente se tornará uma fonte preferencial para a produção do combustível veicular.

Como tratado no capítulo V, se esse novo combustível for competitivo com o combustível fóssil alternativo, a gasolina, haverá grande demanda para ser atendida e irá valorizar o bagaço como fonte de biomassa.

b) Aspectos de destaque do estudo

Tendo em vista a ampla abrangência deste estudo, bem como as diversas facetas do assunto abordadas ao longo dos capítulos anteriores, torna-se necessário enfatizar alguns pontos que nos auxiliem a formar uma visão organizada do quadro atual da geração termelétrica com a queima do bagaço.

O primeiro aspecto a ser abordado refere-se aos números da distribuição espacial da geração elétrica nas unidades de produção sucroalcooleiras resumidos nos dez itens selecionados abaixo, e que se referem ao observado na safra 2009-10.

1) O bagaço da cana-de-açúcar tem uso alternativo limitado e, de forma generalizada, uma proporção próxima a 90,0% desse subproduto é destinado às caldeiras para ser queimado como combustível, no período da safra.

2) A quantidade da cana-de-açúcar moída nas unidades que declararam estar ligadas à rede externa de energia e que vendem o excedente gerado está em 283 milhões de toneladas e representam 46,9% do total da safra brasileira na temporada 2009-10. Os demais 53,1% são processados em unidades que produzem energia elétrica apenas para seu próprio uso. Em termos numéricos, e de forma generalizada nas regiões de produção, um total de 71,2% das unidades de produção (282 unidades) ainda não se dispuseram a aderir ao novo produto do agronegócio e apenas 28,2% (111 unidades) já se habilitaram e estão gerando energia para venda a terceiros.

3) A potência instalada total das unidades de produção do país, que indica a capacidade de geração de energia elétrica, está em 5,915 mil *megawatts*. As unidades interligadas representam 65,0% desse total e as demais detém os restantes 35,0%. Em termos médios por unidade a potência instalada é de 34,63 *megawatts* nas unidades interligadas e 7,34 *megawatts* naquelas que geram apenas para seu próprio uso. Essa enorme diferença deve-se a que a grande maioria das unidades interligadas à rede geral tem grande dimensão e também porque a geração de excedentes vendáveis requer a troca dos equipamentos antigos por caldeiras, turbinas e geradores de maior capacidade, que geram muito mais energia por tonelada de bagaço queimado.

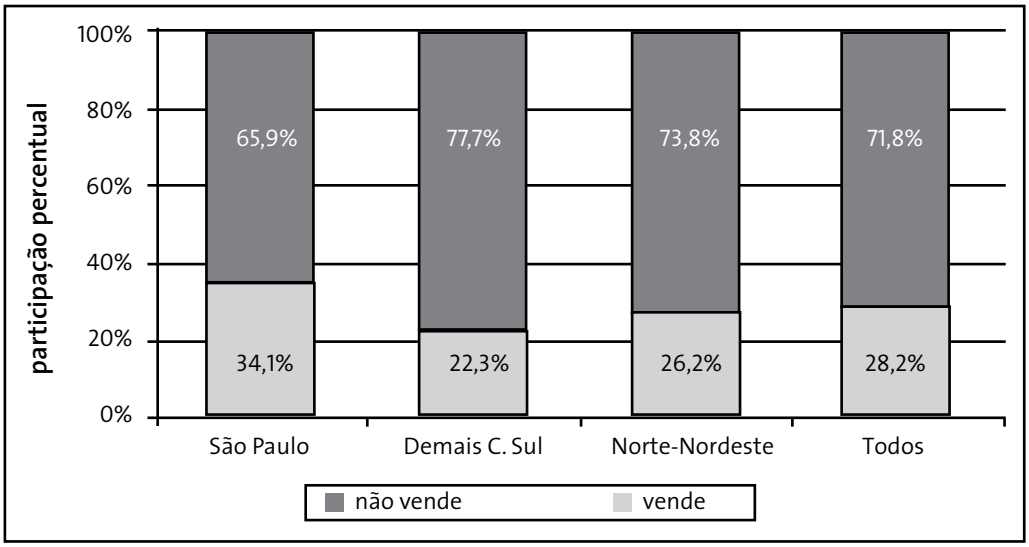
4) O total da energia gerada no período da safra por todas as unidades de produção sucroalcooleiras somou 20,03 milhões de *megawatts*/hora (20,03 *terawatts*/hora). Desse total, 67,3% são originados nas unidades que já fizeram as transformações em seus equipamentos e estão vendendo a energia excedente. Os demais 32,7% são gerados e consumidos nas unidades não-interligadas à rede. O estado de São Paulo responde por 63,1% da energia gerada na safra; os demais estados da Região Centro-Sul por 27,6% e a Região Norte-Nordeste por 9,3%.

5) Nas unidades que vendem energia, 45,3% da produção energética é destinada ao autoconsumo e os restantes, 54,7%, é despachada para terceiros. Na média de todas as unidades em atividade, vendedoras e não-vendedoras, o volume comercializado representa apenas 36,9% do total da energia gerada pelo setor.

6) A média nacional de geração por tonelada de bagaço combustível queimado é de 135,3 *kilowatts*/hora (o que corresponde a 33,2 *kilowatts*/hora por tonelada de cana moída). Desse total, 84,6 *kilowatts*/hora se destinam ao consumo das próprias unidades em seu processo industrial e agrícola e 49,4 *kilowatts* se referem ao excedente disponível para venda a terceiros.

7) O valor estimado de toda a energia vendida, se for admitido um preço médio de R$140,00 por *kilowatt*/hora, ascende a R$ 1,024 bilhão. Esse somatório representa um valor médio de R$ 7,35 por tonelada de cana, se for considerada tão somente a parcela do bagaço correspondente à energia gerada para a venda a terceiros, e significa um total de R$ 599,66 por hectare de cana cultivada.

8) Existe uma ampla disseminação nos estados brasileiros produtores de cana-de-açúcar de unidades já integradas à rede geral e vendendo energia. Todavia, em todos eles a fração da cana que está sendo moída neste tipo de unidade mostra que ainda existem muitas unidades fora desse mercado e com enorme capacidade de geração não-aproveitada. O número delas, que continuam gerando apenas para autoconsumo, é amplamente majoritário em todas as subregiões estudadas, conforme mostra o gráfico.



PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DO NÚMERO DE UNIDADES QUE VENDEM E QUE NÃO VENDEM ENERGIA POR GRANDES REGIÕES

9) Relativamente ao tipo de unidade onde está sendo moída a cana, observa-se que no estado de São Paulo o percentual da cana processada nas unidades que não geram excedentes ascende a 46,8%; nos demais estados da região Centro-Sul este número é de 63,2% e na região Norte-Nordeste, 60,4%.

10) No tocante ao desempenho das vendas de energia nas unidades por sub-regiões, constata-se que as unidades interligadas à rede geral localizadas no estado de São Paulo foram responsáveis por 71,0% do total nacional das vendas; os demais estados da região Centro-Sul por 23,9% e a região Norte-Nordeste pelos restantes 5,1%.

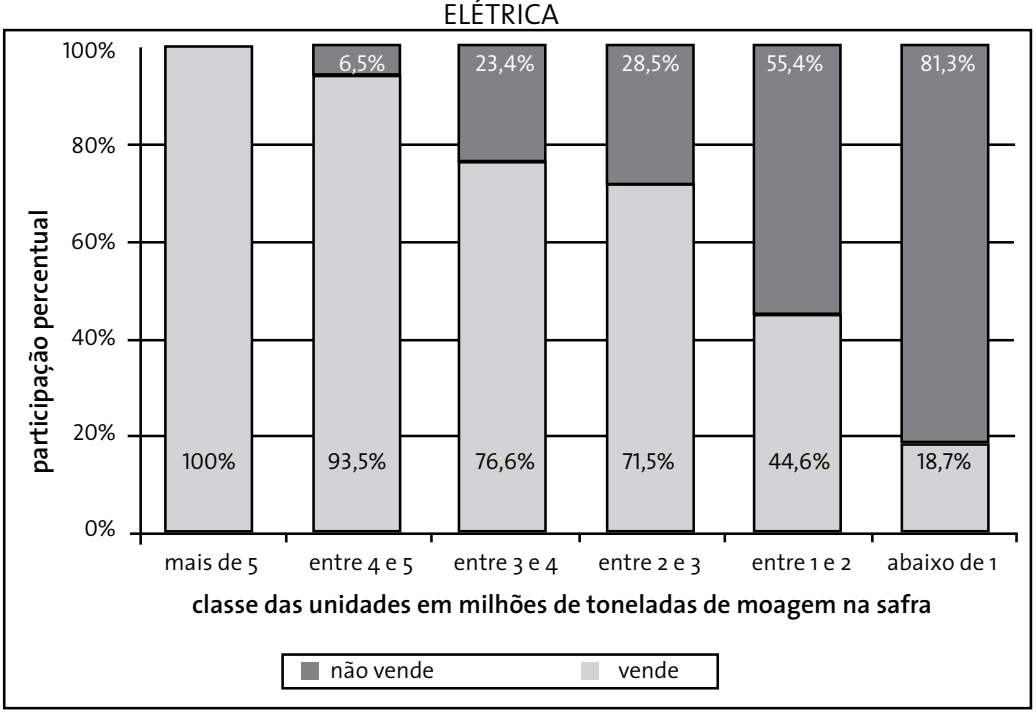
O segundo aspecto de interesse refere-se à distribuição da geração elétrica por classe de dimensão das unidades nas três sub-regiões examinadas. A seguir estão listados três tópicos que devem ser enfatizados.

1) O primeiro ponto que deve ser notado é que dois terços de toda a cana-de-açúcar processada no país ocorre em unidades de média e pequena capacidade. As unidades que estão acima três milhões de toneladas de moagem por ano-safra, que incluem as médias altas, grandes e muito grandes, responderam por 33,7% da moagem na safra 2009-10. Em resumo, existe uma grande desconcentração na moagem da cana-de-açúcar.

2) A geração elétrica de excedentes comercializáveis tem um nível elevado de concentração em unidades de maior porte em todas as sub-regiões examinadas. O volume médio da moagem por unidade na safra indica que as unidades interligadas na rede processam 2,55 milhões de toneladas enquanto que nas unidades que geram apenas

para autoconsumo este volume é de 1,53 milhões de toneladas. Essa concentração se torna evidente na observação gráfica do total da geração das unidades separadas de acordo com a capacidade de moagem na safra, medida em milhões de toneladas. Os percentuais mostram, para cada classe, a energia gerada nas unidades interligadas e nas unidades que estão fora do mercado de energia.

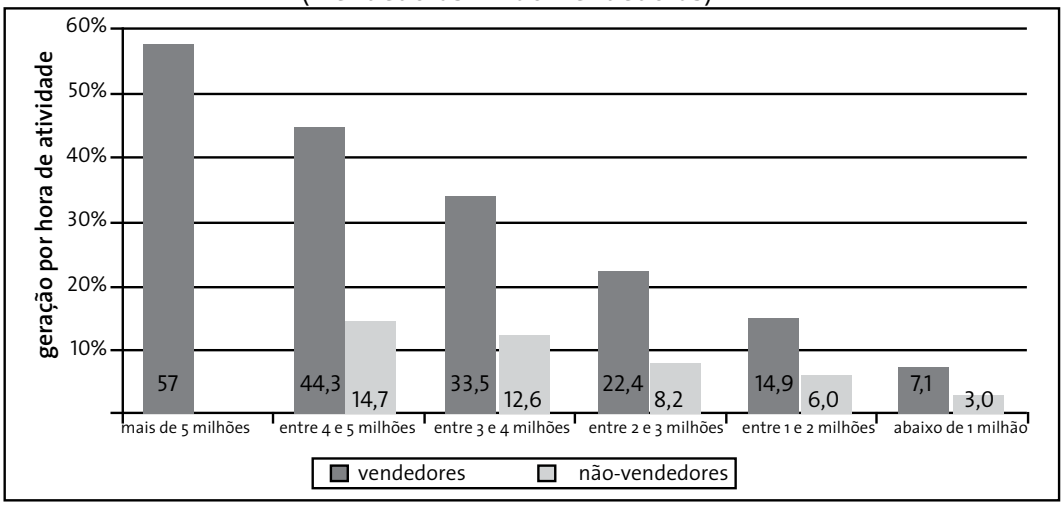
DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DA GERAÇÃO ENTRE CLASSES QUE VENDEM E QUE NÃO VENDEM ENERGIA ELÉTRICA



Os números apresentados indicam que existe uma forte correlação entre o tamanho da unidade e sua disposição em fazer as reformas necessárias e transformar a eletricidade gerada com a queima do bagaço em mais uma fonte de receita operacional. Quanto menor esta capacidade, mais distante está a unidade do novo agronegócio.

3) A reforma dos equipamentos de produção de vapor e geração elétrica aumenta a eficiência no aproveitamento do poder calorífico do bagaço e multiplica a capacidade de geração da unidade. Este ganho é diretamente proporcional à dimensão da unidade. No gráfico é mostrada a quantidade de energia gerada por hora de funcionamento antes e depois da reforma nos equipamentos, de acordo com as categorias de unidades, separando-se as que geram excedentes vendáveis daquelas que apenas produzem para autoconsumo. No caso das unidades que processam acima de 5,0 milhões de toneladas, como todas elas estão interligadas na rede e vendendo excedentes, não há como fazer a comparação.

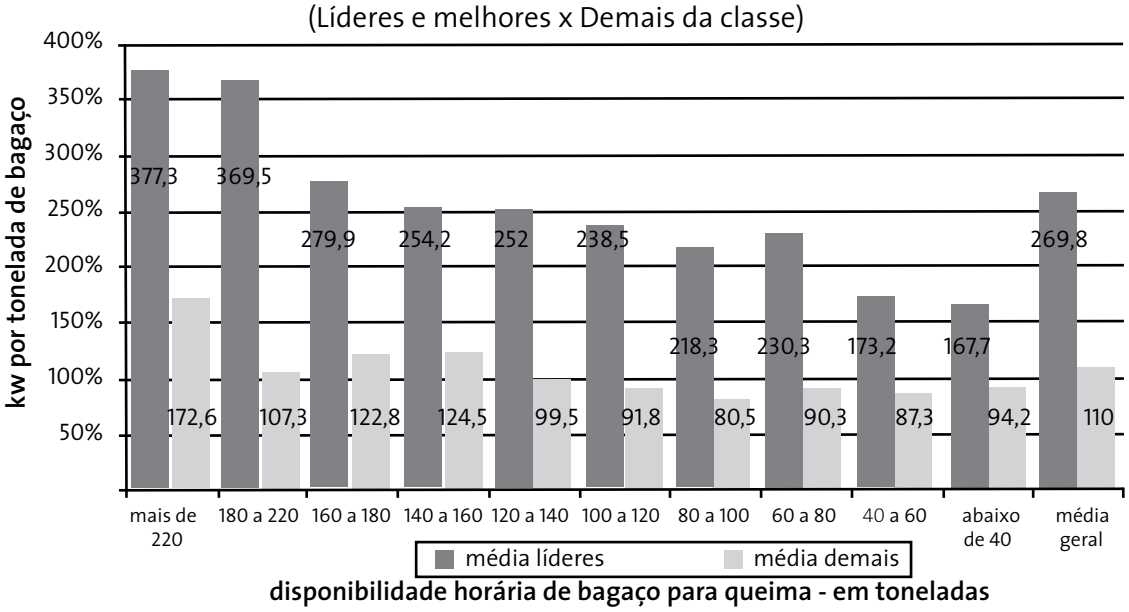
GERAÇÃO MÉDIA POR HORA DE ENERGIA ELÉTRICA DE ACORDO COM A DIMENSÃO DAS UNIDADES (Vendedoras x Não-Vendedoras)



O terceiro aspecto de interesse refere-se à quantidade de energia que não está sendo gerada em decorrência da baixa capacidade de geração das unidades que não fizeram as reformas em seus equipamentos. A mensuração dessa energia foi feita a partir da simulação da geração que seria obtida se todas as unidades de uma mesma classe usassem uma tecnologia semelhante aos líderes e melhores de sua classe específica, conforme apresentado nos cinco tópicos seguintes.

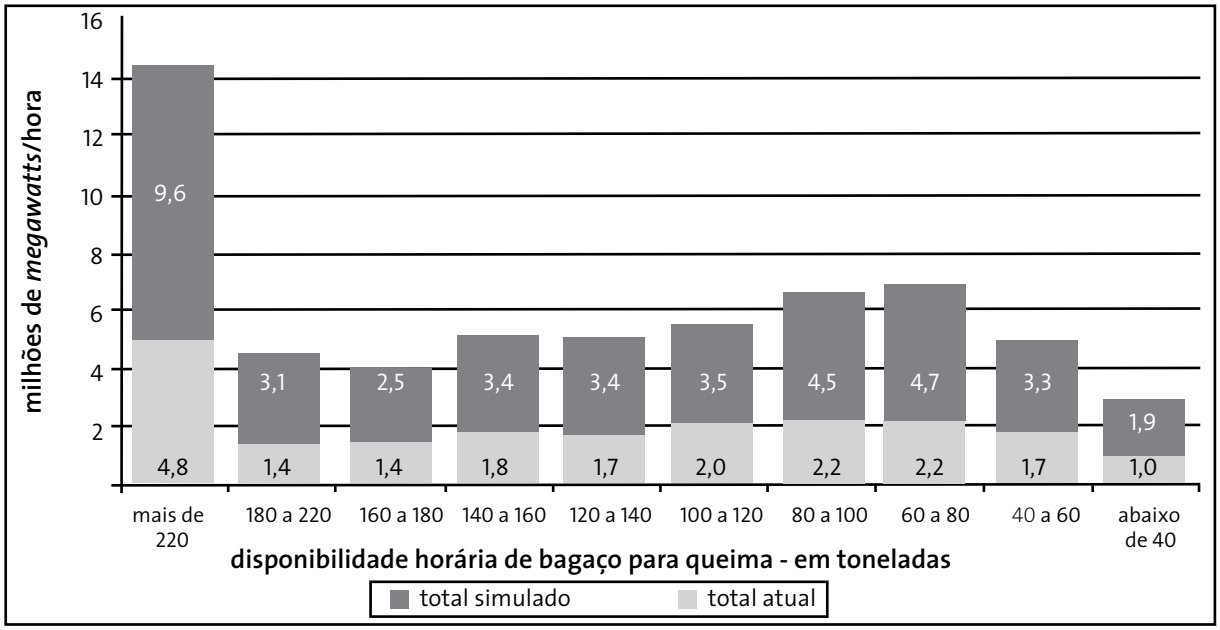
1) existe um enorme hiato na quantidade de energia gerada por tonelada de bagaço queimado entre as líderes e melhores das classes de unidades e as suas congêneres que operam com menor nível de eficiência. Essa grande diferença entre elas aparece no gráfico adiante.

COMPARAÇÃO DA ENERGIA GERADA POR TONELADA DE BAGAÇO QUEIMADO
(Líderes e melhores x Demais da classe)



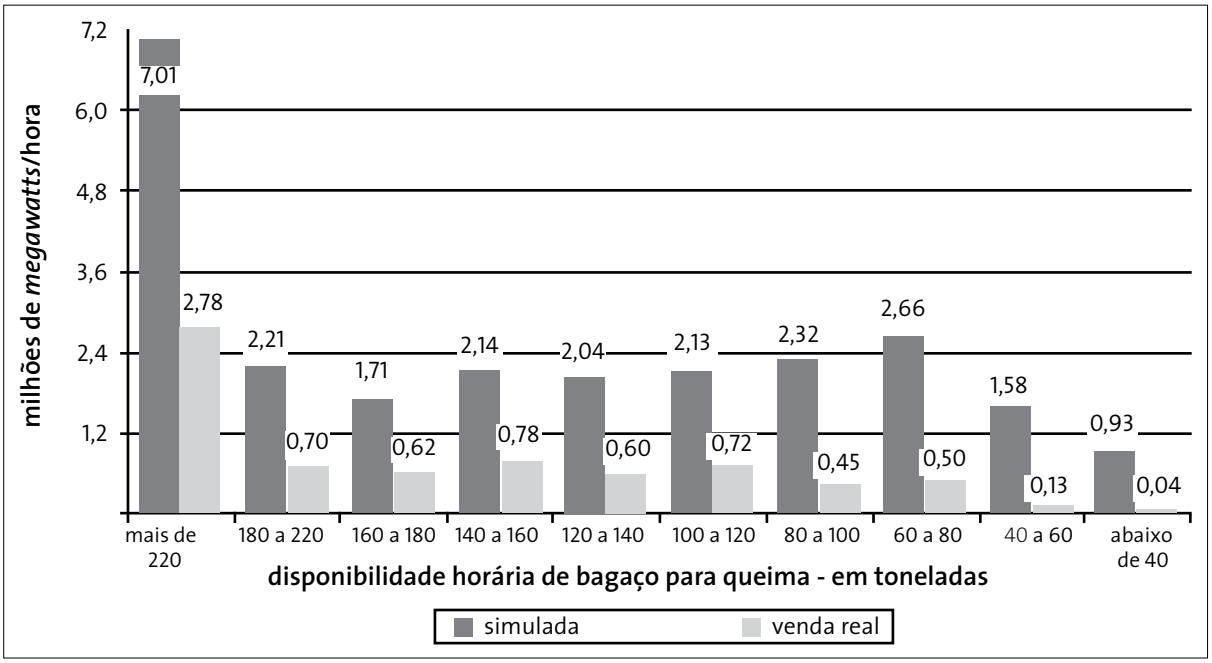
2) Se todas as unidades de produção fizessem as reformas necessárias em seus equipamentos e passassem a gerar energia elétrica com a eficiência dos líderes e melhores de sua classe específica, o total da geração saltaria de 20,03 milhões de *megawatts* para 39,95 milhões de *megawatts*. A mudança que ocorreria no total da geração em cada classe de unidade é mostrada no gráfico adiante.

COMPARAÇÃO DA GERAÇÃO SIMULADA DE ENERGIA COM A QUANTIDADE GERADA NA SAFRA 2009-10



3) A troca dos equipamentos de produção de vapor e geração elétrica melhora a eficiência da queima do bagaço e multiplica a quantidade disponível de energia para venda a terceiros. Isso ocorre porque a quantidade de energia autoutilizada no processo produtivo permanece praticamente a mesma. Nos casos em que as reformas promovem também a substituição da energia mecânica por motores elétricos para movimentar as moendas, ocorre um crescimento do consumo de energia elétrica que, contudo, é mais que compensado pela liberação de vapor que será destinado para aumentar a geração de eletricidade. De acordo com os especialistas, essa troca promove um ganho líquido no aproveitamento energético do bagaço queimado. O total da energia excedente comercializada na safra foi de 7,31 milhões de *megawatts* e o total desse excedente na situação simulada ascenderia a 24,74 milhões de *megawatts*. Os números sobre o que ocorreria em cada classe de unidades são mostrados no gráfico.

COMPARATIVO DA ENERGIA EXCEDENTE DISPONÍVEL PARA VENDA NA SITUAÇÃO ATUAL E NA SITUAÇÃO SIMULADA



4) O crescimento da quantidade de energia disponível para venda provocaria um aumento proporcional no volume da receita que seria auferida na venda desse excedente. Se for utilizado o valor médio de R$ 140,00 por *megawatt*/hora vendido, o nível de receita, que no ano-safra de 2009-10 foi estimado em R$ 1,02 bilhão, na situação simulada saltaria para R$ 3,46 bilhões, significando um aumento de 238,1% no valor faturado e próximo de 8,0% do total das receitas desse setor.

5) A potência instalada atual do setor sucroalcooleiro foi dimensionada em 5.915,3 *megawatts*, na safra 2009-10. Na situação simulada, esta capacidade teria que ser aumentada para 13.346,1 *megawatts*, de modo a permitir gerar o volume de energia indicado. Nessa circunstância, a participação dessa fonte de energia que, atualmente, representa 5,5% do total nacional de 106.569 *megawatts*, passaria a significar uma proporção aproximada de 12,5% daquele total.

O quarto aspecto de interesse refere-se aos horizontes do setor sucroalcooleiro para os próximos dez anos e a necessidade de ampliação dos canaviais e da moagem da cana-de-açúcar com o consequente aumento da quantidade de bagaço. Os pontos mais relevantes estão resumidos nos tópicos adiante:

1) O Brasil é o líder mundial na produção de açúcar, tendo sido responsável, em 2010, por 25,2% desse volume. Da mesma forma, é o principal supridor do mercado internacional com uma parcela acima de 50% desse comércio. A posição brasileira está consolidada

e as condições domésticas de produção, em termos de clima, disponibilidade de terras férteis e custos de produção, permitem antever que a maior parte do aumento esperado no comércio mundial desse produto no futuro será provida por açúcar brasileiro. Obviamente, isto somente ocorrerá se os empresários brasileiros acompanharem o crescimento da demanda e tomarem a decisão de ampliar a área dos canaviais e promover o aumento da capacidade de produção. A cada ano será necessário aumentar a produção de cana-de-açúcar num volume próximo a 7,0 milhões de toneladas para fazer face ao crescimento anual da demanda de açúcar, quedeverá ficar entre 900 mil e 1 milhão de toneladas.

2) O Brasil é o país pioneiro na fabricação e uso de veículos de ciclo Otto, movidos, de forma dedicada, com etanol hidratado. O crescimento dessa frota veicular nos anos 80 resultou na formação de uma rede de distribuição desse tipo de combustível de mais de trinta mil postos de revenda em todas as regiões do país. O lançamento do veículo tipo *flex-fuel* no ano de 2003, que recuperou tecnologia do uso dedicado do etanol hidratado, encontrou um ambiente favorável à sua expansão e tornou-se um notável sucesso comercial. O crescimento regular dessa frota veicular cria, de forma contínua, novos contingentes de potenciais clientes para o combustível de fonte limpa e renovável. A única condição requerida para que os condutores optem por seu consumo está na relação dos preços do etanol hidratado com a gasolina. Esta condição favorável somente irá ocorrer no futuro se a produção crescer em volumes compatíveis com a demanda. Quando ocorre escassez desse combustível, os preços perdem seu atrativo e os consumidores migram para o combustível substituto.

De acordo com os cálculos apresentados, para atender toda a demanda potencial será preciso aumentar a produção de etanol, a cada ano, em volume de 3,1 a 3,3 bilhões de litros. O crescimento correspondente no volume de cana-de-açúcar para a fabricação desse produto está em torno de 38,0 a 39,0 milhões de toneladas ao ano.

3) No cenário montado para mensurar a quantidade de cana-de-açúcar que será necessária para atender ao crescimento da demanda de açúcar e etanol, os números indicam volumes anuais de aumento entre 44,0 a 46,0 milhões de toneladas. A safra realizada nesta temporada, que somou 625,0 milhões de toneladas, chegaria a 1.037,2 milhões de toneladas em 2020-21.

4) Se o crescimento anual da quantidade de cana-de-açúcar processada se tornar realidade, isto significará um aumento proporcional na quantidade de bagaço. O destino deste bagaço, se os processos atuais de funcionamento das usinas e destilarias não forem modificados, será, de forma inevitável, sua queima em caldeiras para gerar vapor e energia mecânica e elétrica. A capacidade dos equipamentos que estarão em uso e a quantidade de vapor e energia que poderá ser gerada são questões complementares ao crescimento dos mercados primários e dependem de decisões que terão que ser tomadas.

5) Toda a quantidade adicional de bagaço irá se somar à quantidade atual que já vem sendo queimada para gerar energia. O cenário mais provável de uso desse novo bagaço é que ele venha a ser utilizado em equipamentos modernos e gere energia excedente para ser vendida a terceiros. Esta probabilidade decorre de que a grande maioria dos novos empreendimentos no futuro será de responsabilidade de grupos econômicos consolidados que já integram este setor ou grupos internacionais de grande porte, de forma independente ou em associações com grupos nacionais. Nestas circunstâncias, a inclusão da geração de energia para a venda nos novos projetos torna-se um complemento natural no funcionamento do novo complexo e, certamente, com equipamentos de alta capacidade. Se esta previsão vier a se concretizar o volume anual de crescimento no volume de energia disponível para venda a terceiros estaria entre 1,7 a 1,9 milhões de *megawatts*/hora.

c) Comentários sobre o panorama atual da geração termoelétrica com a queima do bagaço no Brasil

No encerramento deste estudo são feitas três indagações que decorrem de questões examinadas ao longo da apresentação e colocadas algumas sugestões de como mudar este panorama para que este setor produtivo consiga cumprir, de fato, o papel estratégico que a ele está reservado no futuro de nosso país.

A indagação inicial que precisa ser esclarecida é: **qual a causa da baixa adesão das médias e pequenas empresas ao negócio da energia elétrica?**

Uma primeira observação desse comportamento nos indica que existe um poderoso fator de impulsão que deveria operar como motivador dos empresários para sua inserção nesse ramo de atividades. O estímulo mais óbvio para promover esta adesão está na existência física do bagaço na porta de entrada das caldeiras que já é queimado com baixo nível de aproveitamento de seu potencial energético e bastaria somente substituir os antigos equipamentos para gerar um novo produto no processo e faturar uma nova receita. Esta troca dos equipamentos poderia ser programada para ser iniciada no período da entressafra com poucas perturbações sobre o andamento normal da produção. No entanto, as adesões não estão ocorrendo e é preciso tentar entender as razões práticas e restritivas que explicam esse comportamento.

Neste sentido, é possível listar um conjunto de limitantes que reduzem o eventual entusiasmo pelo novo negócio:

1) Gerar e vender energia elétrica significa assumir um novo negócio que foge completamente ao interesse tradicional do empresário deste setor que se ocupa em cultivar cana e fabricar açúcar e álcool etílico. O novo produto teria um caráter complementar e estranho ao seu universo tradicional.

2) Para entrar nesse novo ramo de negócio, faz-se necessária a contratação de especialistas nessa matéria, montar projetos de geração e entrega firme num mercado de contratos onde a maior parte da mercadoria é vendida para entrega em longos períodos, com mínimo de 15 anos. Existe um custo e um risco econômico considerável associados a esta iniciativa.

3) O novo produto tem regras específicas de comércio que diferem completamente do padrão convencional que prevalece em mercados abertos. O Sistema Elétrico Nacional estipula normas estabelecendo que todos os contratos de compra e venda sejam feitos no âmbito de uma câmara de comercialização[26]. Este comércio pode ser feito em dois diferentes ambientes: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR), do qual participam agentes de geração e de distribuição de energia; e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), do qual participam agentes de geração, comercializadores, importadores e exportadores de energia e consumidores livres. Para vender a energia no ambiente regulado é preciso habilitar-se aos leilões públicos e competir com outras fontes de geração. Essas fontes alternativas são sempre administradas por profissionais do ramo elétrico que têm como função precípua produzir eletricidade e sua consequência é

[26] Com a implantação do Novo Modelo do Setor Elétrico, através da Lei nº 10.848, de 15/03/04, foi autorizada a criação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), regulamentada pelo Decreto nº 5.177, de 12/08/2004. A CCEE é uma organização civil, de direito privado, sem fins lucrativos, congregando agentes das categorias de geração, distribuição e comercialização de energia elétrica. Ela tem, entre outras, as seguintes atribuições: promover leilões de compra e venda de energia elétrica; manter o registro de todos os Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR); manter o registro dos montantes de potência e energia objetos de contratos celebrados no Ambiente de Contratação Livre (ACL); promover a medição e o registro de dados relativos às operações de compra e venda e outros dados inerentes aos serviços de energia elétrica e; apurar o Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) do mercado de curto prazo por submercado. (ver em: www.ccee.org.br)

uma competição desigual com um setor onde esta atividade tem importância subalterna. Para o mercado não regulado as vendas são contratadas diretamente com o comprador interessado por preço livremente combinado. As eventuais diferenças no volume da energia entregue, positivas ou negativas, são liquidadas por valores semanais estabelecidos pela CCEE.

4) existe um alto volume de capital a ser aplicado, não apenas nos equipamentos operacionais das unidades (grelhas, fornalhas, caldeiras, turbinas, geradores, condutores de vapor), mas também nas estações e redes de transmissão. A situação econômica e financeira de grande parte das unidades não suporta a realização independente desses investimentos e necessita aportar capitais de terceiros. Vale observar que muitas delas estão com baixa capacidade de endividamento ou com problemas cadastrais impeditivos para a obtenção de financiamentos bancários.

5) do ponto de vista do aumento das receitas com o novo produto, sua expressão no faturamento da unidade não parece funcionar como um estímulo relevante. Essa importância relativa pode ser percebida se fizermos um cálculo sumário de seu significado para cada tonelada de cana-de-açúcar processada. Os dados da safra 2001-11, divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) indicam que, na média da região Centro-Sul, uma tonelada de cana produz 60,5 quilos de açúcar e 45,8 litros de álcool etílico. Em condições normais de mercado, estes produtos são vendidos na porta das unidades, antes dos impostos, pelos seguintes preços: açúcar cristal a R$ 0,60 por quilo e álcool etílico a R$ 0,80 por litro.

De outro lado, a média da geração elétrica por tonelada de cana, com o uso de equipamentos compatíveis com a dimensão das unidades médias e pequenas, estaria em 60,0 *kilowatts*/hora, sendo que um total de 25,0 *kilowatts*/hora seria destinado ao autoconsumo e 35,0 *kilowatts*/hora seria o excedente vendável. O preço médio por *megawatt*/hora está estimado em R$ 140,00, o equivalente a R$ 0,14 por *kilowatt*/hora.

Com estes dados, é possível elaborar um cálculo ilustrativo do montante adicional de receita que o novo produto agregaria por tonelada de cana moída:

Açúcar: 60,5 kg x R$ 0,60 = R$ 36,30
Álcool etílico: 45,8 litros x R$ 0,80 = R$ 36,64
Subtotal da receita do açúcar e do álcool etílico = R$ 72,94
Energia elétrica: 35 kw x R$ 0,14 = R$ 4,90
Total das receitas realizadas por tonelada de cana: R$ 77,84

O cálculo elaborado revela que, em média, o novo produto agregaria às receitas de uma unidade de médio ou pequeno porte um faturamento próximo de 6,3% da sua receita convencional e teria um papel secundário no funcionamento do complexo produtivo. Este acréscimo de receita somente funcionaria como uma fonte atrativa se o novo negócio fosse simples e seguro e tivesse baixo risco econômico.

Se este diagnóstico estiver correto, a conclusão a que se pode chegar, se forem mantidas as regras atuais que consideram a agroenergia como mais uma fonte de energia no rol das energias alternativas, é que os candidatos a participar do novo negócio continuarão raros e com pouco entusiasmo. A via atual não tem condições de valorizar o bagaço como um ator importante da matriz energética, que continuará a ser um complemento de importância limitada das fontes hidráulicas e fósseis.

A saída desse impasse, do ponto de vista econômico, estaria na separação da atividade de produção de açúcar e álcool etílico da fase da queima do bagaço e geração do vapor e da energia elétrica. Essa tarefa seria repassada para um sócio especialista do ramo elétrico que se encarregaria de providenciar todos os investimentos necessários e gerir, de forma independente, essa atividade. Nesse contexto, teria que suprir a parte fabril de todo vapor e energia elétrica necessária, buscar os compradores da energia excedente e despachar a energia contratada. A nova receita auferida seria repartida de acordo com regras previamente acertadas e previstas em contratos. Do ponto de vista técnico e formal, esta via teria que ser objeto de análises específicas.

Esse modelo exoneraria os industriais dos riscos econômicos e da burocracia associados ao novo negócio, valorizaria o bagaço como combustível, criaria um novo tipo de empresário no ramo energético, que poderia operar, simultaneamente, em várias unidades de produção e traria um novo status, para uma fonte energética limpa e de qualidade.

Portanto, se o modelo presente não for modificado, o crescimento mais expressivo da oferta elétrica deverá vir das novas unidades que deverão ser construídas, e a maioria será de médio e grande porte, para aproveitar o crescimento dos mercados dos produtos derivados da cana-de-açúcar. Se, em média e de acordo com os índices encontrados no capítulo IV, estas unidades, que na maior parte terão capacidade de moagem acima de quatro milhões de toneladas a cada safra, gerarem um total de 84 *kilowatts*/hora por tonelada da cana nova a ser moída e consumirem 26 *kilowatts* no processo interno, estará disponível um excedente de 58 *kilowatts* para ser comercializado. Se admitirmos um aumento anual de 24,7 a 28,4 milhões de toneladas na produção daquela gramínea, conforme demonstrado adiante, a energia nova gerada a cada ano estará em torno de 2,07 a 2,39 milhões de *megawatts*/hora, dos quais 1,43 a 1,65 milhões de *megawatts*/hora estarão disponíveis para venda a terceiros. Um crescimento modesto quando comparado com o potencial calculado pelo modelo.

A segunda indagação que tem que ser posta consiste em especular se, **no atual ambiente econômico, os empresários do setor estão dispostos a iniciar um novo ciclo de crescimento rápido da produção para acompanhar o comportamento dos mercados do açúcar e do álcool etílico.**

A experiência recente vivida pelo setor sucroalcooleiro não é animadora. Os números oficiais da safra canavieira indicam que a produção da cana-de-açúcar conheceu um extraordinário crescimento nas safras 2006-07 a 2008-09, com uma taxa média de expansão acima de 14,4% ao ano, tendo a produção saltado de 382,5 milhões de toneladas em 2005-06, para 572,8 milhões em 2008-09 e que representa um aumento médio de 63,4 milhões de toneladas a cada ano. Nas últimas duas safras o crescimento diminuiu drasticamente: na safra 2009-10 o aumento foi de 31,8 milhões de toneladas e na safra 2010-11, 20,5 milhões de toneladas. A taxa média de expansão observada de 6,7%, que representa menos da metade da obtida no período anterior; sendo que a safra mais recente, 2010-11, fechou com um total de 625,0 milhões de cana-de-açúcar processada.

Um fenômeno semelhante ocorreu com a produção e consumo do álcool etílico. No período mencionado sua produção total pulou de 15,8 bilhões de litros em 2005-06 para 27,0 bilhões de litros em 2008-09 e, desde então, está estacionado num volume próximo a este último, e o número oficial da safra 2010-11 indica uma produção de 27,7 bilhões de litros. No que respeita à parcela destinada ao uso combustível, ela seguiu um padrão similar saltando de um nível de 12,8 bilhões de litros em 2005-06, para 22,2 bilhões na safra 2008-09, representando um crescimento anual próximo a 20,0% ao ano.

A mudança de rumos e a desaceleração do crescimento estão associadas aos graves problemas financeiros que diversos grupos econômicos do setor enfrentaram na comercialização

da safra de 2008, agravados, na época, pelo aperto de liquidez monetária ocasionado pela crise econômica mundial que irrompeu em setembro daquele ano. Nenhuma política pública foi acionada, na ocasião, para socorrer os empresários em dificuldade. Como consequência, diversas unidades de grande porte e de muita tradição tiveram que ser vendidas, ao todo ou em parte, para grupos nacionais e internacionais. Nesta conjuntura desfavorável, passou a prevalecer uma postura de cautela por parte dos empresários, fato que limitou o volume de investimentos em novos canaviais e na ampliação ou construção de novas unidades de produção. As boas perspectivas atuais dos mercados de açúcar e do álcool etílico deverão ajudar a reverter esse comportamento conservador e criar um clima de confiança no futuro que estimularão a volta dos investimentos, porém de forma moderada.

O mercado do açúcar atravessa, neste período da entressafra da temporada de 2010-11, um excelente momento para os exportadores e os preços praticados estão em níveis historicamente muito elevados. As exportações representam mais de 60,0% do destino do açúcar nacional e respondem por parcela expressiva da receita das unidades de produção. Como os preços internos também estão muito acima de seus níveis regulares, porque refletem as cotações internacionais, a receita média proporcionada por esse produto está permitindo a todos os produtores a constituição de reservas e a recuperação daqueles que enfrentaram uma situação financeira adversa no passado recente.

A tendência é que este nível de preço provoque a redução do consumo mundial e o aumento da oferta dos países exportadores e devolva as cotações para seus níveis normais. No entanto, como o volume da produção e os custos de produção brasileiros são a principal referência para a formação dos preços nas bolsas internacionais, é bastante provável que, mesmo com a retração nas cotações, esse produto continue a manter boa lucratividade no futuro. Além disso, como a demanda internacional por esse produto deve seguir sua trajetória de crescimento e como o produto brasileiro tem penetração na maioria dos mercados, existe uma grande chance de que a produção doméstica daquele produto acompanhe os sinais do mercado e continue crescendo. Para atender a este mercado seguro e estável, a quantidade adicional de cana, estimada em 6,6 a 7,7 milhões de toneladas anuais, deverá ser cultivada pelos produtores brasileiros até a safra 2020-2021.

O mercado do álcool etílico tem um padrão completamente diferente e é dependente do que ocorre no mercado interno.

De acordo com a experiência dos dois últimos anos, já ficou delineado que o total do consumo de combustíveis da frota de veículos *flex-fuel* no ano-safra da cana, é muito maior do que a quantidade de etanol disponível no mesmo período. Além disso, a dimensão da frota e a necessidade de combustível automotor têm crescido mais rápido que a expansão da safra de cana-de-açúcar e da oferta de etanol hidratado acentuando esta deficiência. Se a exportação desse produto voltar a crescer nos próximos anos este hiato ficará ainda maior, e os consumidores serão compelidos a abastecer seu veículo flexível com gasolina.

Essa situação tem moldado um novo modelo de comportamento dos preços desse produto nas bombas de abastecimento, que deverá se tornar o padrão rotineiro no futuro. No início da safra, em meados de abril de cada ano, existe uma forte pressão de oferta, pois a maioria das unidades inicia a moagem e também seu exercício financeiro anual. Nesta ocasião, a maioria das unidades precisa vender grande parte da produção diária e realizar o máximo de receita financeira para liquidar seus compromissos, fato que provoca o declínio rápido dos preços. O limite de redução e o piso para estes preços dependem da capacidade financeira das unidades, especialmente as menores, e do cumprimento de seus compromissos de início do ano-safra e de sua capacidade de reter ou desovar os estoques. Quando o ajuste das finanças e o fluxo financeiro das unidades se normalizam e viabilizam a formação dos estoques físicos para a entressafra, a oferta semanal

começa a reduzir e os preços começam sua escalada de alta.

Do lado da demanda, o consumo total de combustíveis cresce regularmente com a dimensão da frota, que aumenta sem cessar com a venda de novos veículos, majoritariamente do tipo *flex-fuel*. Esse descompasso entre o crescimento da frota e o crescimento da oferta de etanol deverá fazer com que, no futuro, o período de ótimos preços para os consumidores seja cada vez mais curto. Na safra 2009-10, o aumento mais acentuado de preços teve início em outubro de 2009 e na safra 2010-11 este momento ocorreu em setembro de 2010. Por esse motivo, a maioria dos proprietários de veículos *flex-fuel*, especialmente aqueles residentes longe dos centros de produção de etanol, tenderão a ter preços cada vez menos atraentes e a reduzir a participação desse combustível no seu consumo anual[27]. Com esse padrão de comportamento os preços do etanol, no futuro, manterão a mesma tendência atual de grande variabilidade de acordo com a sazonalidade da safra e da entressafra, porém em patamares mais elevados.

Do ponto de vista do usuário, esta constatação não traz qualquer problema porque com o etanol muito caro, o condutor abastece com gasolina e segue viagem. No entanto, é necessário observar que a ocorrência anual dessa grande flutuação vai minar o prestígio do combustível renovável, que teve seu renascimento viabilizado exatamente por oferecer uma boa vantagem competitiva em relação a seu sucedâneo, a gasolina.

Do ponto de vista dos empresários, este modelo de comportamento do preço de venda do etanol e as perspectivas de que esta situação deverá permanecer para o futuro, tende a assegurar melhor remuneração para seu produto e favorecer um comportamento de classe mais otimista. A consolidação desse modelo de formação de preço combinada com a recuperação financeira da maioria dos grupos que passaram por dificuldades, vai ensejar um crescimento paulatino na produção, que tenderá a ser mais forte no prazo de dois a três anos.

Nestas condições, **se os empresários do setor se dispuserem a investir para atender um terço do crescimento anual da demanda** e produzir um volume adicional de etanol de 1,5 a 1,7 bilhões de litros, essa iniciativa aumentará a colheita da cana-de-açúcar em, aproximadamente, 18,1 a 20,7 milhões de toneladas a cada safra, até a safra 2020-21.

Em resumo, a soma da nova cana para atender ao crescimento conjunto da fabricação de toda a demanda adicional para o açúcar brasileiro e de um terço do aumento anual de consumo de etanol anidro e hidratado requererá um aumento anual da safra de 24,7 a 28,4 milhões de toneladas, até a safra 2020-21 e que representa um crescimento médio de 4,0% no volume de cana para moagem. Como este setor produtivo tem uma longa história de superar os obstáculos e fazer crescer continuamente a produção, este montante estimado de cana nova a cada safra é bastante razoável de ser obtido, mesmo que continuem parcos e limitados os estímulos oficiais. De todo modo, este grande esforço de aumento de produção, que parece ser um limite viável nas condições atuais, está muito abaixo do volume sinalizado pelo total da demanda dos produtos derivados da cana, em particular o etanol hidratado.

É preciso considerar também que um projeto de montagem de nova destilaria ou ampliação das existentes, que além das instalações fabris precisam de novos canaviais, demora de três a cinco anos para ficar maduro. Ou seja, mesmo que as iniciativas comecem a acontecer de imediato, a batalha do mercado de combustíveis já está perdida para o combustível renovável e a participação da gasolina no consumo dos veículos leves deverá recuperar parte de sua antiga

[27] Se esta análise estiver correta e o comportamento dos preços mantiver o padrão referido, em breve, os novos proprietários de veículos estarão se perguntando porque adquirir veículos tipo flex-fuel se, no dia a dia, irão utilizar somente o combustível que oferece a maior vantagem econômica, a gasolina.

posição[28].

Finalmente chega-se à indagação final: **essa visão pouco entusiasmada com o aproveitamento energético da biomassa nos próximos anos pode ser modificada e tomar rumos mais promissores?**

Esse cenário descrito de retomada paulatina do crescimento da produção da cana-de-açúcar e de seus produtos derivados e o lento aumento da geração de excedentes de energia elétrica têm um vínculo direto com o modelo de gestão atual das políticas públicas para o setor elétrico e para o abastecimento combustível automotor, que seguem padrões próprios, não têm a mínima ligação entre si e não particularizam o caso da agroenergia. A formulação correta teria que levar em conta a integralidade do potencial energético da planta da energia, a cana-de-açúcar, que tem uma capacidade excepcional de converter a entropia solar, através da absorção de carbono pela fotossíntese, em biomassa.

Além do modelo das políticas públicas, vincula-se também a tradicional postura individualista dos empresários desse setor ,que sempre se pautou por um comportamento avesso a uma ação combinada de defesa dos seus interesses comuns.

A reversão desse quadro e a inauguração de novo ciclo de crescimento rápido desse setor somente irá ocorrer se houver uma nova visão de futuro para as potencialidades da biomassa como nova fonte energética e uma revisão do status atual da energia elétrica que é gerada por essa fonte. Faz-se necessário desenhar um plano estratégico que programe metas articuladas para a produção de energia elétrica e etanol combustível que inclua também a carga de compromissos de ambos os setores, público e privado, para torná-lo econômica, social e ambientalmente sustentável, no longo prazo. Os dois mercados mencionados devem ser considerados em sua dimensão estratégica e não como produtos convencionais. Programas genéricos e isolados, como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (Proinfa), que desconsideram as peculiaridades e qualidades da energia elétrica produzida a partir da atividade canavieira e a equipara a outras fontes com natureza completamente diferentes, não têm muita chance de sucesso. Do total previsto no Proinfa de 1.100 *megawatts* para a fonte da biomassa, apenas 685,24 *megawatts* foram contratados[29].

Não é demais insistir que existe uma imensa tarefa de mudança e renovação a ser realizada e que requer uma nova postura dos agentes privados e um novo modelo institucional público para valorização da biomassa como fonte energética. O setor privado, condutor natural do processo, deve se ocupar da montagem de novas unidades de produção, do aumento correspondente da área de lavoura, de instalar os modelos de equipamentos mais eficientes para otimizar o aproveitamento energético do bagaço e de abastecer com regularidade e a preços adequados os postos de combustíveis que possam atender aos anseios dos consumidores por combustível de fonte limpa e renovável. Às esferas públicas compete fazer a inteligência do processo, disponibilizar fontes de capital de investimento e financeiro, definir um modelo institucional adequado, remover os eventuais obstáculos ao crescimento e fazer as adaptações nas regras que regulamentam essas atividades, levando em conta seu caráter estratégico.

[28] Os números sobre o consumo anual de combustível por veículos leves no Brasil, considerando este quadro de atendimento parcial da nova demanda, estão apresentados no Anexo.

[29] O Proinfa, criado pela Lei 10.438 de 26 de abril de 2002, se destinou a estimular o desenvolvimento de fontes alternativas e renováveis de geração de energia elétrica. Em sua versão original, previa a contratação de 3.300 *megawatts* de capacidade de geração de três fontes, em igual proporção: pequenas centrais hidrelétricas, eólica e biomassa. Como resultado da aplicação da Lei original e das alterações introduzidas posteriormente, foi contratada, pelo prazo de vinte anos, a operação de 144 usinas, totalizando 3.299,40 mw de capacidade instalada, que devem gerar um total aproximado de 12,0 milhões de *megawatts*/hora por ano (equivalente a 12,0 *terawatts*/hora). Os 3.299,40 *megawatts* contratados estão divididos em 1.191,24 *megawatts* provenientes de 63 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), 1.422,92 *megawatts* de 54 usinas eólicas, e 685,24 ***megawatts*** de 27 usinas à base de biomassa. Para obter informações mais completas sobre o assunto ver em: www.eletrobras.gov.br.

Para tanto, é preciso criar e manter foros de alto nível que facilitem o diálogo aberto e construtivo entre os representantes da esfera pública e da iniciativa privada, de modo a garantir o crescimento regular e equilibrado dessa atividade, resguardar sua estabilidade econômica e financeira e encontrar os caminhos que promovam a harmonia entre os interesses públicos e os interesses privados.

A história recente mostra que uma ação organizada dessa natureza não faz parte da tradição das políticas públicas setoriais que prefere agir no varejo e nas soluções dos problemas pontuais, sem metas de longo prazo. Nestas condições, é procedente observar que a construção de um novo mundo requer o desenvolvimento de conceitos novos e de idéias novas. O pensamento tradicional não é capaz de lidar com estas transformações.

Se não for possível romper os atuais paradigmas e implementar um novo modelo de valorização do uso integral da biomassa como fonte energética limpa, renovável e de baixo carbono e prevalecer a situação atual de políticas públicas de curto alcance e a ação desarticulada do setor privado, a posição subalterna que continuará sendo exercida por essa fonte primária de energia, irá potencializar o risco de ver confirmada, ao menos parcialmente, a sentença dos seus adversários e detratores que a consideram um modismo romântico e atraente que perderá seu encanto com o passar dos anos e se esvairá na imensidão do tempo.

Anexos

Anexo 1 – Organograma do Setor Elétrico Brasileiro

Anexo 2 – Excerto do estatuto das entidades participantes do Sistema Elétrico Nacional (ONS e CCEE)

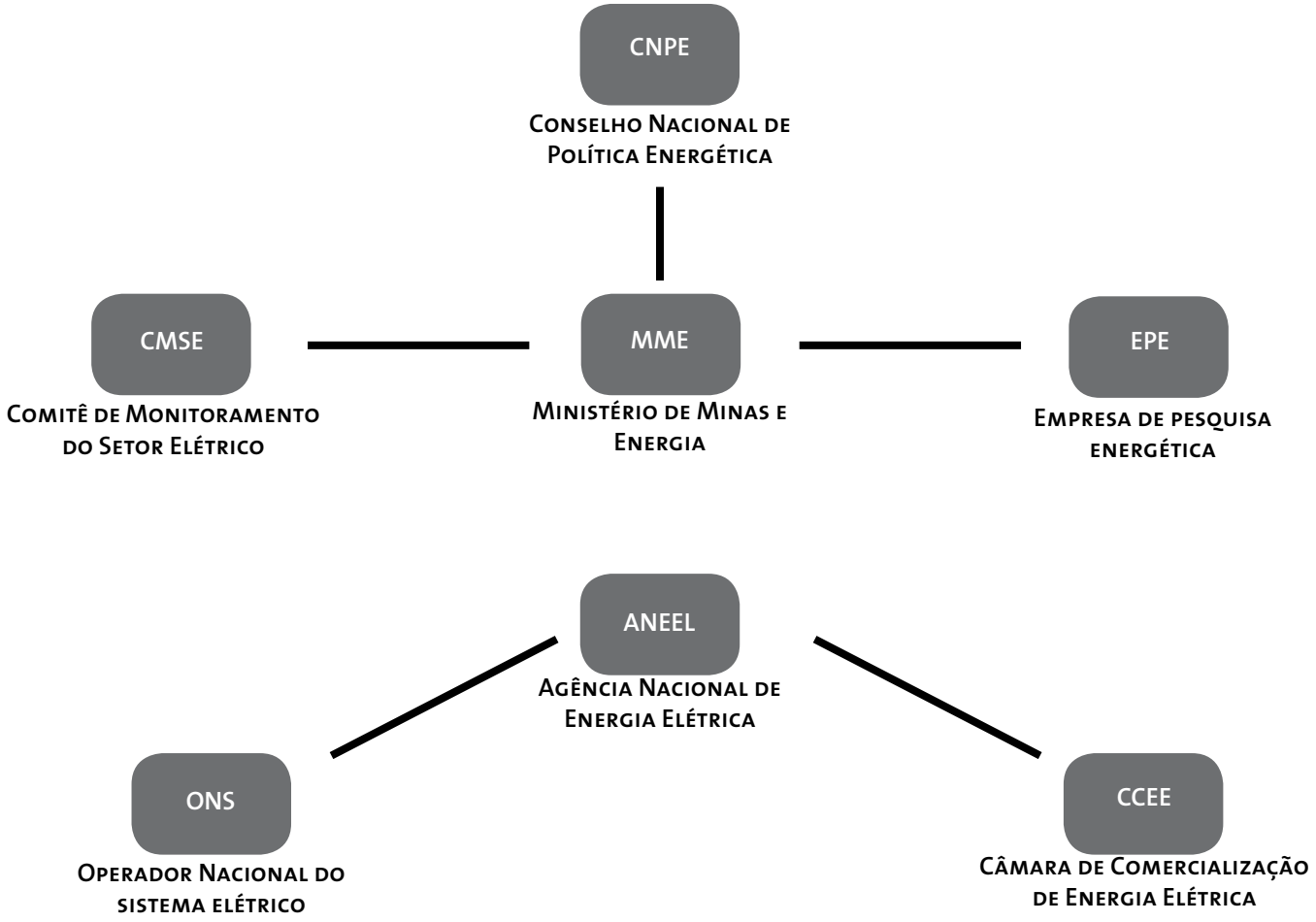
Anexo 3 – Glossário de termos técnicos do Sistema Elétrico Brasileiro

Anexo 4 – Série com as vendas anuais de veículos leves, exercício de cálculo do crescimento futuro da frota nacional de veículos leves e a participação do veículo tipo *flex-fuel*.

Anexo 5 – Série com o consumo observado de combustíveis pelos veículos leves no Brasil

Anexo 6 – Exercício de cálculo do consumo anual de etanol hidratado se o crescimento da oferta for suficiente para atender apenas um terço do crescimento anual da demanda

Anexo 1 – Organograma do Setor Elétrico Brasileiro



Fonte: ANEEL

Anexo 2 – Estatuto das entidades participantes do Sistema Elétrico Nacional (ONS e CCEE)

ESTATUTO DO OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS) - excerto

Art. 1º O Operador Nacional do Sistema Elétrico, doravante denominado simplesmente ONS, pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil, sem fins lucrativos, é regido pelas disposições legais e regulamentares, pelo presente Estatuto e demais atos normativos expedidos pelos seus órgãos de administração.

Art. 2º O ONS tem por objeto executar as atividades de coordenação e controle da operação da geração e da transmissão de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN), sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), com vistas a:
I - promover a otimização da operação do sistema eletroenergético, visando o menor custo para o sistema, observados os padrões técnicos e os critérios de confiabilidade estabelecidos nos Procedimentos de Rede aprovados pela Aneel;
II - garantir que todos os agentes do setor elétrico tenham acesso à rede de transmissão de forma não discriminatória;
III - contribuir, de acordo com a natureza de suas atividades, para que a expansão do Sistema Interligado Nacional (SIN) se faça ao menor custo e vise as melhores condições operacionais futuras.

Art. 3º São atribuições do ONS:
I - o planejamento e a programação da operação e o despacho centralizado da geração, com vistas à otimização do Sistema Interligado Nacional (SIN);
II - a supervisão e a coordenação dos centros de operação de sistemas elétricos, a supervisão e o controle da operação do SIN e das interligações internacionais;
III - a contratação e a administração de serviços de transmissão de energia elétrica e as respectivas condições de acesso, bem como dos serviços ancilares;
IV - a proposição ao Poder Concedente das ampliações de instalações da rede básica, bem como de reforços do SIN, a serem considerados no planejamento da expansão do sistema de transmissão;
V - a proposição de regras para a operação das instalações da transmissão da Rede Básica do SIN, mediante processo público e transparente, consolidadas em Procedimentos de Rede, a serem aprovadas pela Aneel, observado o disposto no Art. 4°, § 3°, da Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996;
VI – a divulgação dos indicadores de desempenho dos despachos realizados a serem auditados semestralmente pela Aneel;
VII – a divulgação permanente ao Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) sobre as condições operativas de continuidade e de suprimento eletroenergético do SIN;
VIII - outras que lhe forem atribuídas pelo Poder Concedente.
§ 1° O ONS desempenhará as suas atribuições com neutralidade, transparência, integridade, representatividade, flexibilidade e razoabilidade, realizando as ações necessárias ao desenvolvimento tecnológico do ONS.
§ 2° As atribuições constantes dos incisos I a V deste artigo serão exercidas privativamente pela Diretoria e não estarão sujeitas à apreciação do Conselho de Administração.
§ 3º Para a realização de suas atribuições, o ONS deverá:
I - manter acordo operacional com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), visando ao estabelecimento das condições de relacionamento técnico-operacional entre as duas entidades, para o desenvolvimento das atividades que lhes competirem, naquilo que for cabível;
II - manter acordo operacional com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com a finalidade de prover elementos e subsídios necessários ao desenvolvimento das atividades relativas ao planejamento do Setor Elétrico, nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004.
III – contribuir para a promoção do desenvolvimento tecnológico relativo à operação sistêmica e integrada do SIN.
§ 4º Na elaboração das regras para operação do SIN, de responsabilidade privativa da sua Diretoria, o ONS deverá garantir a ampla divulgação aos membros associados, podendo constituir fóruns consultivos específicos com os mesmos.

Art. 4º O ONS, para o cumprimento de suas atribuições e a consecução de seus objetivos, é constituído por uma Assembléia-Geral, um Conselho de Administração, uma Diretoria Colegiada e um Conselho Fiscal.

Art. 5º O ONS tem sede e foro na cidade de Brasília, DF, e prazo de duração indeterminado, podendo, por deliberação de seu Conselho de Administração, abrir ou extinguir escritórios em qualquer parte do País.

Art. 6º O ONS é constituído por membros associados e membros participantes.
§ 1º São membros associados do ONS os agentes de geração com usinas despachadas de forma centralizada, os agentes de transmissão, agentes importadores e exportadores com ativos de transmissão conectados à rede básica, os agentes de distribuição integrantes do Sistema Interligado Nacional - SIN e os consumidores enquadrados nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, conectados à Rede Básica.
§ 2º São membros participantes do ONS o Poder Concedente, por meio do Ministério de Minas e Energia (MME), os Conselhos de Consumidores e os agentes de geração e de distribuição referidos no Inciso IX do Art. 7º.

Art. 7º Os membros associados e os membros participantes do ONS serão divididos em nove classes

da forma seguinte:
I - Agentes de Geração - detentores de concessão ou autorização para geração de energia elétrica com usinas despachadas de forma centralizada e o representante brasileiro de Itaipu Binacional;
II - Agentes de Transmissão - detentores de concessão para transmissão de energia elétrica com instalações na rede básica;
III - Agentes de Distribuição - detentores de concessão, permissão ou autorização para distribuir energia elétrica em montantes iguais ou superiores a 500 GWh/ano, integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN);
IV - Agentes Importadores - titulares de autorização para implantação de sistemas de transmissão associados à importação de energia elétrica conectados à rede básica;
V - Agentes Exportadores - titulares de autorização para implantação de sistemas de transmissão associados à exportação de energia elétrica conectados à rede básica;
VI - Consumidores Livres - consumidores enquadrados nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, conectados à rede básica;
VII - Ministério de Minas e Energia (MME);
VIII - Conselhos de Consumidores constituídos na forma da Lei nº 8.631, de 4 de março de 1993;
IX - Agentes de geração e de distribuição não enquadrados nas classes I e III deste artigo.
§ 1º As classes enumeradas de I a IX terão assento na Assembléia-Geral, sendo as classes I a VI formadas por membros associados com direito a voto e as classes VII, VIII e IX formadas por membros participantes sem direito a voto.
§ 2º Qualquer agente do ONS poderá ser representado por agente integrante da mesma categoria, se assim o desejar, mediante formalização expressa ao ONS.

Art. 8º Deverão ingressar no quadro de membros associados do ONS, os agentes enquadrados nas classes I a VI, definidas no Art. 7º:
I - com até um ano de antecedência da data prevista de entrada em operação de suas instalações, os Agentes de Geração, de Transmissão, de Distribuição, Importadores e Exportadores:
II - a partir da data de aprovação do Pedido de Acesso pelo ONS, os consumidores livres.
§ 1º Os agentes de geração e de distribuição não enquadrados nas classes I e III do Art. 7º poderão integrar o quadro de membros participantes mediante solicitação ao ONS, aprovada pela Assembléia-Geral.
§ 2º Os Conselhos de Consumidores que integrarão o quadro de membros participantes serão indicados anualmente pela Aneel.

Art. 9º Serão excluídos compulsoriamente da condição de membros associados do ONS os agentes que perderem a condição de concessionário, autorizado ou permissionário de exploração de serviços e instalações de energia elétrica, e os consumidores livres caso deixem de estar conectados à Rede Básica.
§ 1º A exclusão do quadro de associados não suspende ou anula as obrigações pendentes do agente excluído perante o ONS.
§ 2º O Conselho de Administração poderá determinar a exclusão de agentes do quadro de membros associados caso estes deixem de efetuar o pagamento da contribuição associativa por mais de três meses consecutivos.

Art. 10. São direitos dos membros associados:
I - participar, votar e ser votado nas assembléias do ONS;
II - solicitar e receber tempestivamente informações relacionadas com o cumprimento das cláusulas deste estatuto.

Art. 11. São deveres dos membros associados:
I - firmar termo de adesão ao ONS;
II - respeitar as regras deste estatuto, cumprir os procedimentos de rede e da legislação setorial aplicável à operação do SIN;
III - efetuar em dia o pagamento das contribuições associativas e dos encargos de transmissão.

ESTATUTO SOCIAL DA CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE) - excerto

Art. 1º A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) é uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos, doravante denominada apenas CCEE, que se regerá pelos artigos 53º a 61 º do Código Civil Brasileiro, pelo presente Estatuto Social e pelas disposições legais e regulamentares que lhe sejam aplicáveis.

Art. 3º A CCEE tem por finalidade a viabilização da comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), realizada no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), no Ambiente de Contratação Livre (ACL) e no Mercado de Curto Prazo, segundo a convenção, as regras e os procedimentos de comercialização aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), tendo por objeto:

I. promover leilões de compra e venda de energia elétrica, por delegação da Aneel;

II. manter o registro de Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEARs), de contratos resultantes dos leilões de ajuste e da aquisição de energia proveniente de Geração Distribuída, e respectivas alterações, bem como dos contratos firmados no âmbito do ACL;

III. manter o registro dos montantes de potência e energia objeto de contratos celebrados no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e no Ambiente de Contratação Livre (ACL);

IV. promover a medição e o registro de dados relativos às operações de compra e venda e outros dados inerentes aos serviços de energia elétrica;

V. apurar o Preço de Liquidação de Diferenças (PLD) do Mercado de Curto Prazo por Submercado;

VI. efetuar a contabilização dos montantes de energia elétrica comercializados e a liquidação financeira dos valores decorrentes das operações de compra e venda de energia elétrica realizada no Mercado de Curto Prazo;

VII. promover a apuração e a liquidação financeira dos valores decorrentes dos processamentos do Mecanismo de Compensação de Sobras e *Déficits* (MCSD);

VIII. apurar o descumprimento de limites de contratação de energia elétrica e outras infrações e, quando for o caso, por delegação da Aneel, nos termos da Convenção de Comercialização, aplicar as respectivas penalidades;

IX. apurar os montantes e promover as ações necessárias para a realização do depósito,da custódia e da execução de garantias financeiras relativas às liquidações financeiras do Mercado de Curto Prazo, nos termos da Convenção de Comercialização,bem como, quando aplicável, da liquidação financeira dos valores decorrentes dos processamentos do Mecanismo de Compensação de Sobras e *Déficits* (MCSD);

X. promover o monitoramento das ações empreendidas pelos agentes, no âmbito da CCEE, visando à verificação de sua conformidade com as regras e procedimentos de comercialização, e com outras disposições regulatórias, conforme definido pela ANEEL;

§ 1º Para a consecução de seu objeto social, a CCEE deverá:

I. realizar as atividades previstas neste Estatuto conforme a legislação aplicável, as diretrizes previstas na Convenção de Comercialização, as regras e os procedimentos de comercialização aprovados pela Aneel;

II. manter o sistema de coleta e validação de dados de energia elétrica, por meio de Medições e o registro de informações relativas às operações de compra e venda;

III. manter o registro de informações relativas aos contratos de compra e venda de energia elétrica;

IV. manter os sistemas necessários para a realização das atividades no âmbito da CCEE;

V. celebrar acordo operacional com o ONS, para estabelecer o relacionamento técnico operacional entre as duas entidades;

VI. manter intercâmbio de dados e informações com a ANEEL e com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), observada a regulamentação específica quanto à guarda e ao sigilo de tais dados;

VII. manter contas-correntes específicas para depósito e gestão de recursos financeiros advindos da aplicação de penalidades e para outras finalidades específicas;

VIII. manter local, meios e sistemas de registro, Contabilização, Medição, Monitoramento, Liquidação Financeira e compensação adequados à realização de suas atribuições, seja diretamente ou por meio de terceiros;

IX. dotar o local e os sistemas a que se refere o inciso anterior de todas os recursos e aprimoramentos tecnológicos necessários à realização das respectivas operações;
X. promover, junto às autoridades competentes, a defesa de seus interesses e de seus associados;

Art. 5º São associados da CCEE todos os agentes com participação obrigatória e facultativa previstos na Convenção de Comercialização e que tenham seus pedidos de adesão deferidos em conformidade com a mesma, com o presente Estatuto Social e com os procedimentos de comercialização específicos.
§ 3º Os agentes da CCEE dividir-se-ão nas categorias de geração, de distribuição e de comercialização, conforme definido na Convenção de Comercialização, integrada cada qualpelas seguintes classes:
I. Categoria de geração: classes dos agentes geradores, dos agentesprodutores independentes e dos agentes autoprodutores;
II. Categoria de distribuição: classe dos agentes de distribuição; e
III. Categoria de comercialização: classes dos agentes importadores e exportadores, dos agentes comercializadores, dos agentes consumidores livres e dos agentes consumidores especiais.

Art. 6º O desligamento do agente da CCEE poderá ocorrer nas seguintes hipóteses:
I. de forma compulsória, no caso de perda da condição de concessionário, autorizado, permissionário, consumidor livre ou consumidor especial;
II. por solicitação do agente da CCEE, conforme Procedimento de Comercialização específico, mediante a apresentação de pedido de exclusão, observado o disposto no §2º; e
III. por iniciativa do Conselho de Administração da CCEE, após a instauração de procedimento administrativo próprio, no caso de descumprimento de obrigações previstas neste Estatuto, na Convenção de Comercialização ou nos procedimentos de comercialização.

Artigo 8º. São deveres dos agentes da CCEE:
I. respeitar e cumprir adequadamente as disposições deste Estatuto, da Convenção de Comercialização, bem como das regras e procedimentos de comercialização e demais legislação aplicável;
II. celebrar os contratos de compra e venda de energia decorrentes dos negócios realizados no ACR;
III. celebrar os termos de cessão decorrentes do processamento do MCSD;
IV. efetuar o aporte de garantias financeiras para a realização de operações de compra e venda de energia elétrica no Mercado de Curto Prazo, conforme sistemática de cálculo estabelecida em procedimentos de comercialização específicos;
V. suportar as repercussões financeiras decorrentes de eventual inadimplência no Mercado de Curto Prazo, não coberta pelas garantias financeiras aportadas, na proporção de seus créditos líquidos resultantes da contabilização no período considerado;
VI. efetuar os pagamentos decorrentes da apuração dos valores a liquidar das cessões provenientes do MCSD ou, caso contrário, serão executadas as garantias previstas nos CCEARs;
VII. efetuar o recolhimento das contribuições e emolumentos relativos ao funcionamento da CCEE;
VIII. firmar termo de adesão à CCEE;
IX. efetuar os pagamentos devidos em razão das operações realizadas no âmbito da CCEE;
X. atender às solicitações das auditorias a serem desenvolvidas na CCEE;
XI. aderir à Convenção Arbitral;
XII. manter junto à CCEE a devida atualização de seus dados cadastrais e técnicooperacionais;
XIII. manter número determinado de representantes junto à CCEE, agindo em nome e por conta do respectivo agente da CCEE e, na forma prevista nos procedimentos de comercialização aplicáveis, para, entre outros:
a) realizar os atos necessários às suas operações, tais como assinaturas de instrumentos jurídicos, inclusive dos CCEARs;
b) apresentar os documentos e dados requeridos;
c) adotar as medidas relativas ao processo de medição, ao processo de contabilização e de liquidação financeira, ao processo de apuração e liquidação das cessões do MCSD, aos leilões e outros.

Art. 9º São direitos dos Associados:

I. participar e votar nas Assembléias Gerais;
II. acessar os sistemas de medição e de contabilização e liquidação financeira mantidos pela CCEE, na forma e nas condições previstas nos procedimentos de comercialização e nos demais instrumentos jurídicos inerentes ao respectivo acesso;
III. participar de leilões de energia elétrica promovidos pela CCEE, desde que atendidas as condições previstas nos respectivos editais;
IV. solicitar e receber informações relacionadas às suas operações de comercialização de energia elétrica e às atividades desenvolvidas pela CCEE.

ESTATUTO SOCIAL DA CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE
CONSOLIDADO APÓS SUA 42ª ASSEMBLÉIA GERAL EXTRAORDINÁRIA, REALIZADA EM 18 DE MAIO DE 2009

Anexo 3 – Glossário de termos técnicos do Sistema Elétrico Nacional (copiado do endereço eletrônico da ANEEL - www.aneel.gov.br)

Agente de geração
Titular de concessão, permissão ou autorização para fins de geração de energia elétrica.
Resolução Normativa Aneel nº 109, de 26 de outubro de 2004

Ambiente de Contratação Regulada (ACR)
O segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.
Decreto nº 5.163, de 30 julho de 2004

Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE)
Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, que atua sob autorização do poder concedente e regulação e fiscalização da Aneel, segundo esta Convenção, com a finalidade de viabilizar as operações de compra e venda de energia elétrica entre os agentes da CCEE, restritas ao Sistema Interligado Nacional (SIN), cuja criação foi autorizada nos termos do art. 4º da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, e do Decreto nº 5.177, de 12 de agosto de 2004.
Resolução Normativa Aneel nº 109, de 26 de outubro de 2004

Capacidade instalada de uma empresa em um sistema
É o somatório das potências instaladas, concedidas ou autorizadas, das usinas de geração de energia elétrica em operação localizadas no sistema, definidas conforme legislação específica da Aneel, ponderadas pelas respectivas participações da empresa nestas usinas. No caso de a empresa deter autorizações para importação de energia elétrica, devem também ser consideradas as capacidades autorizadas de importação.
Resolução Aneel nº 278, de 19 de julho de 2000

Capacidade instalada nacional
É a soma das capacidades instaladas dos sistemas interligados, acrescida das capacidades instaladas dos sistemas isolados.
Resolução Aneel nº 94, de 30 de março de 1998

Carga instalada
Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em *kilowatts* (kw).
Resolução Aneel nº 223, de 29 de abril de 2003

Cogeração
Processo operado numa instalação específica para fins da produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária.
Resolução Normativa Aneel nº 235, de 14 de novembro de 2006

Consumo interno
Parcela da energia elétrica gerada pela Central Geradora de Energia Elétrica (CGEE), e consumida na própria central, já considerando as perdas elétricas.
Resolução Aneel nº 050, de 23 de março de 2004

Demanda contratada
Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em *kilowatts* (kW).
Resolução Aneel nº 456, de 29 de novembro de 2000

Eficiência energética (Central Termelétrica Cogeradora)
Índice que demonstra o quanto da energia da fonte foi convertida em utilidade eletromecânica e utilidade calor.
Resolução Normativa Aneel nº 235, de 14 de novembro de 2006

Energia distribuída em um sistema
É a energia entregue aos consumidores localizados no sistema, em um período de 12 meses.
Resolução Aneel nº 278, de 19 de julho de 2000

Energia efetivamente gerada
A energia gerada pela central geradora de energia elétrica, descontado o consumo interno, referida ao centro de gravidade do submercado em que o empreendimento estiver conectado.
Resolução Aneel nº 062, de 5 de maio de 2004

Fator de capacidade
Relação entre a energia firme e a capacidade de geração efetiva em uma usina .
Resolução Aneel nº 50, de 23 de março de 2004

Fator de carga
Razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorridas no mesmo intervalo de tempo especificado.
Resolução Aneel nº 456, de 29 de novembro de 2000

Padrão de tensão
Níveis máximos e mínimos de tensão, expressos em Volts, em que a concessionária deve entregar a energia elétrica na unidade consumidora, de acordo com os valores estabelecidos pela ANEEL.
Resolução Aneel nº 615, de 6 de novembro de 2002

Pequenas centrais hidrelétricas
Empreendimentos hidrelétricos com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, com área total de reservatório igual ou inferior a 3 km.
Resolução Aneel nº 394, de 4 de dezembro de 1998

Perdas técnicas
Correspondentes às perdas no transporte da energia na rede de distribuição.
Resolução Normativa Aneel nº 166, de 10 de outubro de 2005

Período seco (S)
Será de sete meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro.
Resolução Aneel nº 456, de 29 de novembro de 2000

Período úmido (U)
Será de cinco meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.
Resolução Aneel nº 456, de 29 de novembro de 2000

Poder calorífico
Quantidade de energia liberada pela combustão completa de uma unidade de massa ou volume de gás a pressão e temperatura constantes, 101,33 kPa (1.013,25 mbar ou 760 mmHg) e 15°C, respectivamente. Essa grandeza é expressa em unidades de energia por unidade de massa de gás, MJ/kg, ou por unidade de volume de gás, MJ/m^3.
Portaria Interministerial MME/MCT/MDIC n. 298, de 10 de setembro de 2008

Ponto de entrega
Ponto de conexão do sistema elétrico da concessionária com as instalações elétricas da unidade consumidora, caracterizando-se como o limite de responsabilidade do atendimento.
Resolução Aneel nº 505, de 26 de novembro de 2001

Potência disponibilizada
Potência de que o sistema elétrico da concessionária deve dispor para atender os equipamentos elétricos, ou eletrodomésticos, da unidade consumidora.
Resolução Aneel nº 615, de 6 de novembro de 2002

Potência elétrica
É a quantidade de energia elétrica que cada equipamento elétrico ou eletrodoméstico pode consumir, por unidade de tempo, medida em quilowatt (kW).
Resolução Aneel nº 615, de 6 de novembro de 2002

Potência elétrica ativa nominal
A potência elétrica ativa nominal de uma unidade geradora (em kW) é definida pelo produto da potência elétrica aparente nominal (em kVA) pelo fator de potência nominal do gerador elétrico, considerado o regime de operação contínuo e as condições nominais de operação.
Resolução Aneel nº 407, de 19 de outubro de 2000

Potência instalada
Soma das potências nominais de equipamentos elétricos de mesma espécie instalados na unidade consumidora e em condições de entrar em funcionamento.
Resolução Aneel nº 456, de 29 de novembro de 2000

Potência Instalada de uma Central Geradora
A potência instalada de uma central geradora (em kW) é definida, em números inteiros, pelo somatório das potências elétricas ativas nominais das unidades geradoras da central.
Resolução Aneel nº 407, de 19 de outubro de 2000

Preço de liquidação de diferenças (PLD)
Preço a ser divulgado pela Câmara de Comercializaçã de Energia Elétrica (CCEE), calculado antecipadamente, com periodicidade máxima semanal e com base no custo marginal de operação, limitado por preços mínimo e máximo, vigente para cada Período de Apuração e para cada Submercado, pelo qual é valorada a energia comercializada no Mercado de Curto Prazo.
Resolução Normativa Aneel nº 109, de 26 de outubro de 2004

Queimadores
Componentes que permitem a queima do gás combustível na câmara de combustão do aquecedor.
Portaria Interministerial MME/MCT/MDIC nº 298, de 10 de setembro de 2008

Rede de distribuição
Conjunto de instalações de distribuição de energia elétrica, com tensão inferior a 230 KV ou instalações em tensão igual ou superior, quando especificamente definidas pela Aneel.
Resolução Aneel nº 102, de 1° de março de 2002

Redes particulares
Instalações elétricas, em qualquer tensão, inclusive subestações, utilizadas para o fim exclusivo de prover energia elétrica para unidades de consumo de seus proprietários e conectadas em sistema de distribuição de energia elétrica.
Resolução Aneel nº 229, de 8 de agosto de 2006

Sistema Interligado Nacional (SIN)
Instalações responsáveis pelo suprimento de energia elétrica a todas as regiões do país eletricamente interligadas.
Resolução Normativa Aneel nº 205, de 26 de dezembro de 2005

Subestação
Parte das instalações elétricas da unidade consumidora atendida em tensão primária de distribuição que agrupa os equipamentos, condutores e acessórios destinados à proteção, medição, manobra e transformação de grandezas elétricas.
Resolução Aneel nº 456, de 29 de novembro de 2000

Anexo 4 – Exercício de cálculo do crescimento da frota nacional de veículos leves e a participação do veículo tipo *flex-fuel*

1 – Vendas observadas de veículos leves no Brasil.

VENDAS INTERNAS DE VEÍCULOS LEVES (CICLO OTTO)

ANO	TIPO DE COMBUSTÍVEL			TOTAL DE VENDAS	PARTICIPAÇÃO *FLEX -FUEL*
	ÁLCOOL	GASOLINA	*FLEX-FUEL*		
2003	36.005	1.561.283	48.178	1.645.466	2,9 %
2004	50.951	1.037.987	328.378	1.417.316	23,2 %
2005	49.860	644.614	846.710	1.541.184	54,9 %
2006	1.065	323.192	1.424.112	1.748.369	81,5 %
2007	-	234.747	2.032.361	2.267.117	89,6 %
2008	-	223.032	2.354.524	2.577.556	91,3 %
2009	-	221.890	2.711.267	2.933.157	92,4 %
2010	-	292.658	2.898.837	3.191.495	90,8 %

Fonte: Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea)
Nota: em 2003 foi lançado no mercado o veículo tipo *flex-fuel*.

2 – Dados anuais projetados das vendas de veículos leves no Brasil nos próximos dez anos.

PREVISÃO DE VENDAS DE VEÍCULOS NOVOS PARA O MERCADO INTERNO

Ano	Estimativa das vendas internas de veículos leves (previsão para os próximos dez anos)		
	veículos tipo *flex-fuel*	veículos movidos a gasolina	total das vendas no ano
2011	2.906.944	290.694	3.197.639
2012	2.994.153	299.415	3.293.568
2013	3.083.977	308.398	3.392.375
2014	3.176.497	317.650	3.494.146
2015	3.271.791	327.179	3.598.971
2016	3.369.945	336.995	3.706.940
2017	3.471.043	347.104	3.818.148
2018	3.575.175	357.517	3.932.692
2019	3.682.430	368.243	4.050.673
2020	3.792.903	379.290	4.172.193

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

3 – Dados anuais projetados dos descartes de veículos leves no Brasil nos próximos dez anos.

SUCATEAMENTO PREVISTO DA FROTA EM CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS *FLEX-FUEL* E A GASOLINA

Ano	Estimativa dos veículos que serão descartados a cada ano		
	veículos tipo *flex fuel*	veículos movidos a gasolina	total do ano
2011	300.000	1.547.639	1.847.639
2012	379.781	1.503.037	1.882.818
2013	464.976	1.453.166	1.918.141
2014	555.529	1.398.043	1.953.572
2015	651.377	1.337.693	1.989.070
2016	752.451	1.272.143	2.024.594
2017	858.675	1.201.422	2.060.097
2018	969.970	1.125.559	2.095.529
2019	1.086.253	1.044.584	2.130.837
2020	1.207.440	958.525	2.165.965

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Anexo 5 – Série com o consumo observado de combustíveis por veículos leves no Brasil

Ano	Consumo anual observado de combustível dos veículos leves no Brasil (em milhões de litros)					
	etanol anidro	etanol hidratado	etanol total	gasolina A	gasolina C	total do consumo de combustível
2000	5.705,8	6.081,5	11.787,3	16.924,4	22.630,2	28.711,7
2001	6.008,7	5.141,5	11.150,2	16.202,3	22.211,0	27.352,5
2002	6.418,5	4.608,9	11.027,4	16.191,7	22.610,3	27.219,1
2003	7.533,6	4.049,0	11.582,6	14.257,1	21.790,7	25.839,6
2004	7.613,0	4.972,9	12.585,9	15.560,9	23.173,9	28.146,8
2005	6.845,9	6.009,0	12.854,9	16.707,6	23.553,5	29.562,5
2006	5.307,9	7.802,2	13.110,0	18.699,8	24.007,6	31.809,8
2007	6.209,5	10.983,9	17.193,4	18.115,9	24.352,4	35.309,3
2008	6.440,3	15.760,9	22.201,2	18.734,5	25.174,8	40.935,7
2009	6.447,0	16.153,2	22.960,2	18.962,1	25.409,1	41.922,3
2010	7.154,0	16.721,0	23.875,0	22.222,2	29.376,2	46.097,2

Fonte: ANP e Mapa
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Ano	Participação percentual no consumo anual de combustível dos veículos leves no brasil				
	etanol anidro	etanol hidratado	total de etanol	gasolina A	gasolina C
2000	19,9 %	21,2 %	41,1 %	58,9 %	78,8 %
2001	22,0 %	18,8 %	40,8 %	59,2 %	81,2 %
2002	23,6 %	16,9 %	40,5 %	59,5 %	83,1 %
2003	29,2 %	15,7 %	44,8 %	55,2 %	84,3 %
2004	27,0 %	17,7 %	44,7 %	55,3 %	82,3 %
2005	23,2 %	20,3 %	43,5 %	56,5 %	79,7 %
2006	16,7 %	24,5 %	41,2 %	58,8 %	75,5 %
2007	17,6 %	31,1 %	48,7 %	51,3 %	68,9 %
2008	15,7 %	38,5 %	54,2 %	45,8 %	61,5 %
2009	15,4 %	39,4 %	54,8 %	45,2 %	60,6 %
2010	15,5 %	36,3 %	51,8 %	48,2 %	63,7 %

Fonte: ANP e Mapa
Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Anexo 6 – Exercício de cálculo do consumo anual de etanol hidratado se o crescimento da oferta for suficiente para atender apenas um terço do crescimento anual do consumo dos veículos *flex-fuel*

Ano	Projeção de consumo esperado de combustível dos veículos tipo *flex-fuel* se a produção de etanol hidratado atender um terço do aumento da demanda (em milhões de litros)				
	consumo etanol hidratado (1/3 do aumento anual do consumo)	consumo de gasolina tipo C (2/3 do aumento anual do consumo)	consumo de gasolina tipo A	consumo de etanol anidro	total do combustível necessário (etanol + gasolina)
2011	17.177	3.435	2.577	859	20.613
2012	18.582	5.683	4.262	1.421	24.265
2013	19.990	7.935	5.951	1.984	27.925
2014	21.399	10.190	7.643	2.548	31.590
2015	22.809	12.446	9.335	3.112	35.256
2016	24.218	14.701	11.026	3.675	38.919
2017	25.625	16.952	12.714	4.238	42.577
2018	27.029	19.197	14.398	4.799	46.226
2019	28.428	21.436	16.077	5.359	49.864
2020	29.822	23.666	17.750	5.917	53.488

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Ano	Projeção do consumo esperado de combustível dos veículos movidos a gasolina (em milhões de litros)		
	gasolina tipo A	etanol anidro	gasolina tipo C
2011	19.152	6.384	25.536
2012	17.796	5.932	23.728
2013	16.501	5.500	22.002
2014	15.275	5.902	20.366
2015	14.122	4.707	18.829
2016	13.049	4.350	17.399
2017	12.063	4.021	16.087
2018	11.169	3.723	14.891
2019	10.372	3.457	13.830
2020	9.680	3.227	12.907

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Ano	Participação do consumo esperado de combustível de todos os veículos leves da frota em circulação no país (em milhões de litros)				
	etanol hidratado	etanol anidro	total de etanol	gasolina tipo A	total de combustível (etanol + gasolina)
2011	17.177	7.243	24.420	21.729	46.149
2012	18.582	7.353	25.935	22.058	47.992
2013	19.990	7.484	27.474	22.453	49.927
2014	21.399	7.639	29.038	22.917	51.956
2015	22.809	7.819	30.628	23.453	54.085
2016	24.218	8.205	32.243	24.075	56.318
2017	25.625	8.259	33.884	24.777	58.661
2018	27.029	8.522	35.551	25.567	61.117
2019	28.428	8.816	37.224	26.449	63.694
2020	29.822	9.143	38.965	27.430	66.395

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Ano	Projeção do volume anual da substituição do etanol hidratado que não será produzido pelo etanol anidro e a gasolina tipo A (em milhões de litros)			
	Consumo menor de etanol hidratado	consumo maior de etanol anidro	redução líquida no consumo de etanol	consumo maior da gasolina tipo A
2012	(1.966)	393	(1.573)	1.180
2013	(3.937)	787	(3.150)	2.362
2014	(5.911)	1.182	(4.728)	3.564
2015	(7.885)	1.577	(6.308)	4.731
2016	(9.857)	1.971	(7.886)	5.914
2017	(11.827)	2.365	(9.461)	7.096
2018	(13.792)	2.758	(11.033)	8.275
2019	(15.750)	3.150	(12.600)	9.450
2020	(17.702)	3.540	(14.161)	10.621

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Nota 1: Como o poder calorífico da gasolina é maior que do etanol hidratado, o consumo total de combustíveis fica um pouco menor.

Nota 2: O aumento no consumo do etanol anidro deve-se à sua mistura obrigatória com a gasolina, em 25,0%.

Ano	Participação percentual dos combustíveis no consumo total se a produção de cana atender ao total da demanda de etanol hidratado			
	participação no consumo do etanol hidratado	participação no consumo do etanol anidro	participação no consumo do etanol total	participação no consumo da gasolina A
2011	37,2 %	15,7%	52,9 %	47,1 %
2012	42,5 %	14,4 %	56,9 %	43,1 %
2013	47,2 %	13,2 %	60,4 %	39,6 %
2014	51,4 %	12,2 %	63,5 %	36,5 %
2015	55,1 %	11,2 %	66,4 %	33,6 %
2016	58,5 %	10,4 %	68,8 %	31,2 %
2017	61,4 %	9,7 %	71,0 %	29,0 %
2018	63,9 %	9,0 %	72,9 %	27,1 %
2019	66,1 %	8,5 %	74,6 %	25,4 %
2020	68,0 %	8,0 %	76,0 %	24,0 %

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Ano	Participação percentual dos combustíveis no consumo total se a produção de cana atender apenas a um terço do aumento da demanda de etanol hidratado			
	participação no consumo do etanol hidratado	participação no consumo do etanol anidro	participação no consumo do etanol total	participação no consumo da gasolina A
2011	37,2 %	15,7%	52,9 %	47,1 %
2012	38,7 %	15,3 %	54,0 %	46,0 %
2013	40,0 %	15,0 %	55,0 %	45,0 %
2014	41,2 %	14,7 %	55,9 %	44,1 %
2015	42,2 %	14,5 %	56,6 %	43,4 %
2016	43,0 %	14,2 %	57,3 %	42,7 %
2017	43,7 %	14,1 %	57,8 %	42,2 %
2018	44,2 %	13,9 %	58,2 %	41,8 %
2019	44,6 %	13,8 %	58,5 %	41,5 %
2020	44,9 %	13,8 %	58,7 %	41,3 %

Elaboração: Conab - Superintendência de Informações do Agronegócio

Conab

Ministério da
Agricultura, Pecuária e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA