

8. Oferta de Biocombustíveis

Neste capítulo, são apresentadas as perspectivas de expansão da oferta de etanol, para o atendimento à demanda interna e à parcela do mercado internacional abastecida pelo Brasil, assim como as projeções de biomassa de cana-de-açúcar para a geração de energia elétrica e de oferta de biodiesel, no horizonte do PDE.

8.1 Etanol

OFERTA DE ETANOL NO BRASIL

A produção nacional de etanol tem relação direta com as condições edafoclimáticas, com os cuidados realizados no cultivo da cana-de-açúcar e com o mercado internacional de açúcar, o que torna a análise dos aspectos conjunturais e estruturais do setor sucroenergético um fator fundamental para realizar as projeções da oferta.

O panorama geral recente desse setor evidencia que o alto endividamento de parte de suas empresas tem dificultado não apenas os investimentos *greenfields* (novas usinas), mas também os direcionados a *brownfields* (expansão e/ou *retrofit* de usinas existentes).

Este alto endividamento também trouxe reflexos negativos para a manutenção e para o aprimoramento do ativo biológico (renovação de canavial, desenvolvimento e inserção de novas variedades, etc.), afetando os parâmetros de produtividade e rendimento da indústria.

Registra-se que esse nível de endividamento e a situação econômica mais restritiva no país contribuíram para que os recursos captados pelo setor sucroenergético, junto ao BNDES, recuassem cerca de 60% em 2015 e mais 26% em 2016 (BNDES, 2017).

Desde o final de 2015, o setor sucroenergético tem aproveitado a elevação dos

Assinala-se que as projeções da oferta de biocombustíveis elaboradas nesse ciclo de estudos já refletem os sinais positivos advindos do RenovaBio, iniciativa lançada pelo Ministério de Minas e Energia, que visa expandir a produção de biocombustíveis no Brasil.

preços internacionais do açúcar para ampliar seu faturamento e quitar parte dessas dívidas, aumentando o direcionamento do ATR (açúcar total recuperável) para este produto, o qual atingiu 46% na safra 2016/17 (na safra 2015/16 esse valor foi de 40%) (MAPA, 2017a).

Observa-se que o setor está passando por um período de ajustes, no qual busca o equacionamento da sua situação financeira. Neste contexto, estão inseridas ações para melhoria dos fatores de produção, as quais propiciam redução dos custos e aumento de margem, elevando sua sustentabilidade financeira.

Sob a ótica das políticas públicas, o governo federal tem procurado sinalizar e prover os incentivos econômicos adequados para a retomada dos investimentos. Como exemplo, citam-se a manutenção das linhas de financiamento e a diferenciação tributária entre o etanol e a gasolina,³⁰ além do retorno da política de alinhamento de preços às cotações internacionais da gasolina, adotados ao final de 2016.

³⁰ Em janeiro de 2017, houve o retorno da incidência do PIS e da Cofins sobre o etanol. Em julho, ocorreu um aumento nas alíquotas desses tributos, tanto para o etanol quanto para a gasolina, o que resultou em um incremento da diferenciação tributária entre esses combustíveis.

A projeção da oferta de etanol considera uma série de premissas, tais como: ciclo da cana (cinco cortes); expansão da capacidade produtiva; evolução dos fatores de produção (como produtividade agrícola (tc/ha), área e qualidade da cana (ATR/tc)); produção de açúcar; índice de transformação industrial; o estágio tecnológico do etanol de segunda geração (lignocelulósico/E2G) e a produção de etanol de milho. Para maior detalhamento da metodologia utilizada para a projeção da oferta de etanol, sugere-se consultar o PDE 2024 (EPE, 2015) e a publicação Cenários de Oferta de Etanol e Demanda Ciclo Otto: Versão Estendida 2030 (EPE, 2017a).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017b) registrou 378 unidades produtoras de etanol e açúcar no Brasil, cuja capacidade instalada efetiva de moagem é de cerca de 750 Mtc (como um fator de capacidade de 90% do valor nominal), com base em informações da Conab, consultorias e agentes do setor. Considerando a moagem realizada na safra 2016/17 (671 Mtc), conclui-se que a ocupação da capacidade efetiva de processamento foi de 89%.

Segundo ANP (2017a), as unidades autorizadas a produzir etanol tinham capacidades de produção de anidro e hidratado de 120 mil m³/dia e 219 mil m³/dia, respectivamente, em dezembro de 2016. Considerando-se a média de dias de safra entre 2008 e 2012, estimou-se uma capacidade de produção de anidro e hidratado de 23 bilhões de litros e 41 bilhões de litros, ao ano, respectivamente. O ano de 2016 não registrou nenhum fechamento de unidades; pelo contrário, três que estavam paralisadas retomaram suas

atividades. No entanto, existem ainda 45 unidades operando em situação de recuperação judicial, o que representa 76 milhões de toneladas de cana em capacidade efetiva de moagem.

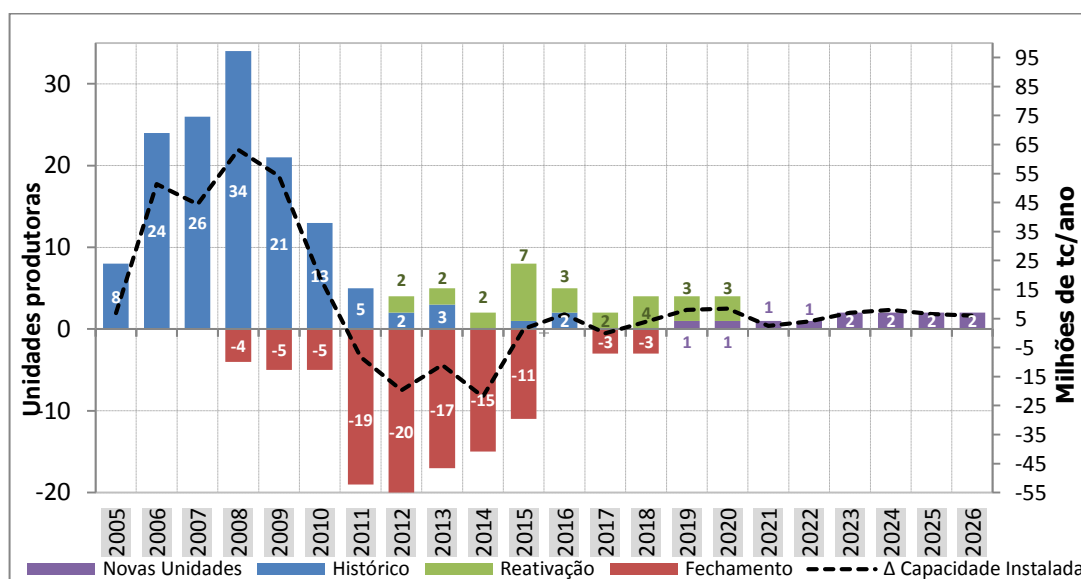
A projeção da capacidade de produção de etanol é analisada em dois períodos distintos: de 2017 a 2020 e de 2021 a 2026.

No primeiro período, os investimentos para expansão da capacidade são referentes a projetos já em construção; neste caso, existem duas unidades. Já no segundo período, dentre os cenários avaliados, foi escolhido o que considera a implantação de 10 unidades com capacidade de moagem específica de 3,4 milhões de tc/ano/usina (UDOP, 2015; UNICA, 2014).

Também é considerada a expansão da capacidade instalada de 24 unidades existentes, adicionando à capacidade produtiva cerca de 35 milhões de toneladas. O Gráfico 77 apresenta o fluxo de unidades produtoras (novas unidades, reativação e fechamento) e a variação da capacidade instalada ao longo do período decenal, bem como o seu histórico.

Para a construção de uma nova unidade de produção mista e de uma destilaria estima-se que o investimento médio seja de R\$ 344,80/tc e de R\$ 310,60/tc, respectivamente, conforme detalhado na Tabela 31.

Gráfico 77. Fluxo de unidades produtoras e variação de capacidade instalada



Fonte: EPE com base em MAPA (2017b), UDOP (2015) e UNICA (2014)

Tabela 31. Investimento médio para construção de novas unidades produtoras e de expansão das existentes

Custo Industrial	R\$/tc (R\$ de 2016)
Usina Mista (A)	228,3
Destilaria (B)	194,1
Cogeração (C)	57,1
Despesas Pré-operacionais (D)	2,3
Equipamentos Agrícolas (E)	57,1
Custo Total para Usinas Mistas (A+C+D+E)	344,8
Custo Total para Destilarias (B+C+D+E)	310,6
Custo de expansão de unidades existentes (Brownfield)	256,0

Fonte: EPE com base em UNICA (2014)

Com isso, os investimentos em capacidade industrial deverão ser da ordem de R\$ 13,3 bilhões referentes às novas unidades propostas e de R\$ 8,4 bilhões referentes às expansões levantadas, totalizando R\$ 21,7 bilhões no período decenal (PECEGE, 2016).

Na safra 2016/17, a idade média do canavial foi de 3,8 anos, modificando a trajetória de queda que vinha sendo observada desde a safra 2012/13, com a introdução do Prorenova (Programa de Apoio à Renovação e Implantação

de Novos Canaviais). Note-se que a renovação em percentuais abaixo do desejável traz reflexos negativos à produtividade média. A relação cana planta (1º Corte) / cana processada, na safra 2016/17, foi de aproximadamente 10% (a relação ideal seria 18%). (CONAB, 2017a).

Outro ponto relevante, observado na safra 2016/2017, foi a colheita da cana prematuramente (menos de 12 meses), fora do período ótimo, o que resultou na diminuição da produtividade agrícola e industrial. Soma-se a

isso, a realização dos tratos culturais (como fertilizantes e defensivos agrícolas, entre outros) em níveis aquém dos desejáveis, o que impactou diretamente na quantidade de açúcares da cana (qualidade da cana ou rendimento industrial) (kg de ATR/tc).

A colheita mecanizada foi implantada, principalmente, para atingir as metas impostas pelas leis e acordos ambientais de redução das queimadas. Contudo, observa-se um descompasso entre a mecanização da colheita e do plantio, além de outras operações ligadas ao cultivo da cana. Assim, o percentual de impurezas vegetais na cana colhida cresceu cerca de 4 pontos percentuais,³¹ entre 2007 e 2016, comprometendo a qualidade da matéria-prima que entra na usina. Além disso, aspectos já abordados anteriormente, como o clima, o uso de variedades não específicas, tratos culturais inadequados e falta de investimentos nos canais tem prejudicado a evolução do rendimento (kg de ATR/tc).

Neste ciclo de estudos, com vistas a avaliar o potencial de recuperação deste indicador, foram consultados diversos agentes do mercado, como consultorias especializadas, centros de pesquisa e gerentes agrícolas. Concluiu-se que, de fato, existem tecnologias e sistemáticas de produção capazes de elevar o rendimento. No entanto, o nível de endividamento do setor foi um impeditivo para estimar a adoção dessas práticas por todos os grupos.

Considerou-se então, que parte do setor (exceto aquela altamente endividada) buscará a implementação dessas práticas e tecnologias de forma a reduzir seus custos de produção, elevando a sustentabilidade econômica.

Para isso, deverá haver a evolução do manejo varietal e agrônomo. Algumas ações importantes nesse sentido são: a adequação do espaçamento entre linhas do canavial; o

dimensionamento do talhão, de forma a evitar o pisoteio durante as manobras das colhedoras; o agrupamento de variedades e altura das leiras, para realizar o corte o mais próximo ao solo; e o plantio de variedades mais adequadas para cada tipo de solo e colheita.

Nesse ciclo de estudos, já foi considerada a inserção da cana-energia (CE). Entretanto, estima-se que esta variedade representará, em 2026, apenas uma pequena parcela da área total de produção de cana (aproximadamente 100 mil ha). Avaliou-se ainda que a CE deverá ser empregada apenas na produção de etanol, já que para a fabricação de açúcar ainda existem problemas a resolver na etapa de cristalização.

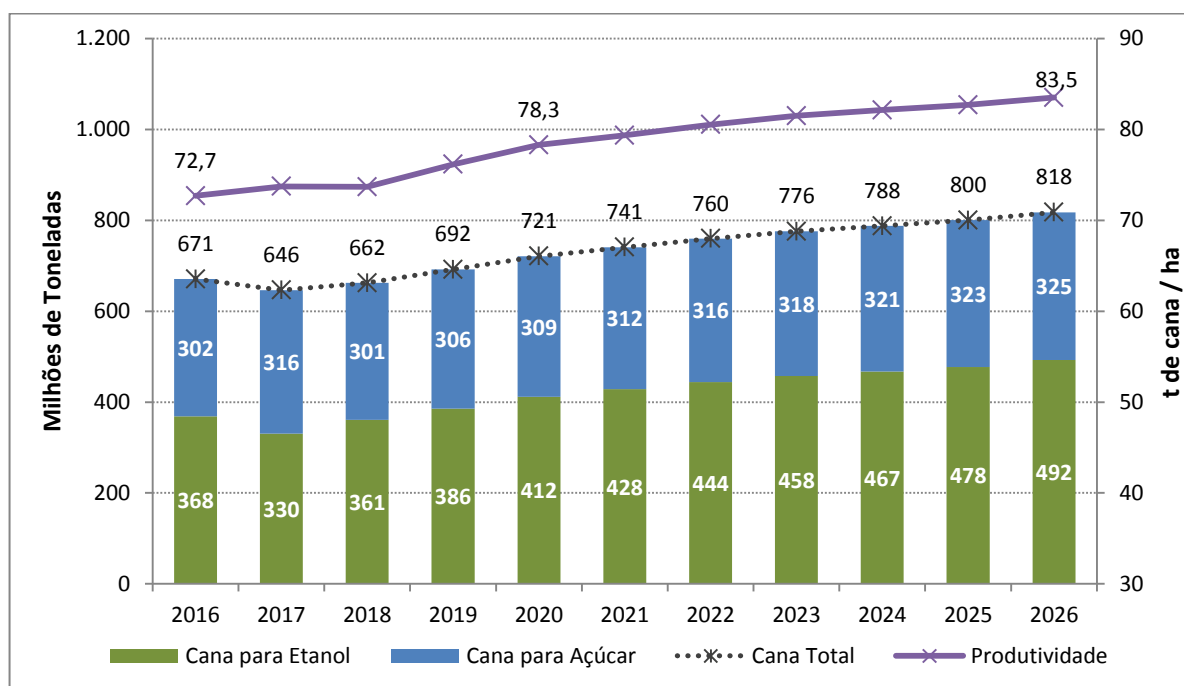
No horizonte decenal, estima-se que a área de colheita não terá um crescimento expressivo, saindo de 9,0 para 9,8 milhões de hectares. A produtividade crescerá 1,4% a.a., atingindo 84 tc/ha em 2026 e o rendimento, 0,4% a.a., alcançando 140 kg de ATR/tc em 2026.

Os investimentos em formação de canavial, que incluem o preparo do solo, plantio e tratos culturais, serão da ordem de R\$ 22 bilhões, sem considerar o arrendamento de terra. Para a determinação desses valores, utilizou-se como base o custo médio de formação do canavial para as regiões tradicional e de expansão da cana, de cerca R\$ 17,7/tc (PECEGE, 2016). Considerou-se também que cerca de 17% de todo o canavial será reformado a cada ano.

A partir da área de colheita e produtividade, estima-se que a projeção de cana colhida cresça a uma taxa de 2,0% a.a., atingindo 818 milhões de toneladas em 2026, conforme mostra o Gráfico 78. Nesse contexto, o percentual de cana destinada ao etanol varia de 55%, em 2016, para 60%, em 2026, aumento que se deve à maior demanda pelo biocombustível.

³¹ As impurezas totais que entram nas usinas estão na faixa de 8 a 11%, sendo que as minerais não têm se alterado, situando-se na faixa de 1,0% – 1,5%. (CONSULCANA, 2017; CTC, 2014, 2017).

Gráfico 78. Produtividade, cana colhida e destinação para etanol e açúcar



Fonte: EPE com base em CONAB (2017b) e MAPA (2017a)

O Brasil possui duas plantas comerciais de etanol de segunda geração (Granbio e Raízen) e uma experimental (Centro de Tecnologia Canavieira - CTC), com capacidade de produção nominal de 82, 42 e 3 milhões de litros, por ano, respectivamente.

As unidades comerciais enfrentam problemas técnicos (como na etapa de pré-tratamento e filtragem da lignina) que estão sendo resolvidos e, portanto, ainda operam abaixo da capacidade nominal.

Nas projeções julgou-se mais econômica e competitiva, a integração da produção de etanol lignocelulósico com a convencional. As usinas que já possuem cogeração e tiverem interesse em produzir etanol lignocelulósico, deverão avaliar a disponibilidade e diversidade de matéria-prima (recolhimento de palhas e pontas e a possibilidade de cana-energia), bem como a eficiência do processo produtivo (troca de caldeiras e turbinas e eletrificação de equipamentos).

A produção de etanol 2G utilizará apenas pequena parcela do bagaço e da palha produzidos, e deverá ser significativa somente no final do

período, atingindo cerca de 600 milhões de litros em 2026 (fator de conversão de 300 litros de etanol por tonelada de bagaço seco).

A estimativa dos investimentos em novas plantas de etanol lignocelulósico considerou os valores das unidades comerciais em operação no Brasil. O montante totaliza R\$ 4,5 bilhões entre 2017 e 2026. Ressalta-se que esse valor deverá ser menor, em função da curva de aprendizagem do setor.

É importante destacar a Plataforma Biofuturo, lançada na COP22, que representa um novo esforço coletivo para acelerar o desenvolvimento e a implantação de biocombustíveis avançados e biomateriais, como alternativas sustentáveis aos combustíveis fósseis. A iniciativa conta com a participação de 20 países relevantes no cenário mundial e dá seguimento aos compromissos estabelecidos nos acordos internacionais, incluindo o de Paris (MRE, 2016).

A divisão do ATR total entre o açúcar e o etanol é feita considerando a maior rentabilidade do açúcar e a grande participação do Brasil no seu comércio mundial. Dessa forma, retira-se do ATR

total a quantidade necessária para atender às demandas de açúcar, obtendo-se, como resultado, a parcela destinada ao etanol.

O índice de transformação industrial do hidratado variará, no período decenal, de 1,669 para 1,657 kg ATR/litro e o do anidro, de 1,746 para 1,734 kg ATR/litro, ambos por eficiência do processo de transformação do ATR em etanol, pela fermentação de alto teor alcoólico. Já o fator de conversão do açúcar permanecerá constante, em 1,049 kg ATR/kg (CEOXPO, 2016).

A projeção da produção brasileira de açúcar é composta por duas partes: consumo interno e exportação. O consumo interno considera a evolução do consumo *per capita* brasileiro (kg/hab/ano) e está relacionado aos aspectos de renda, envelhecimento da população e mudanças de hábitos alimentares (ISO, 2016, 2017; MAPA, 2016).

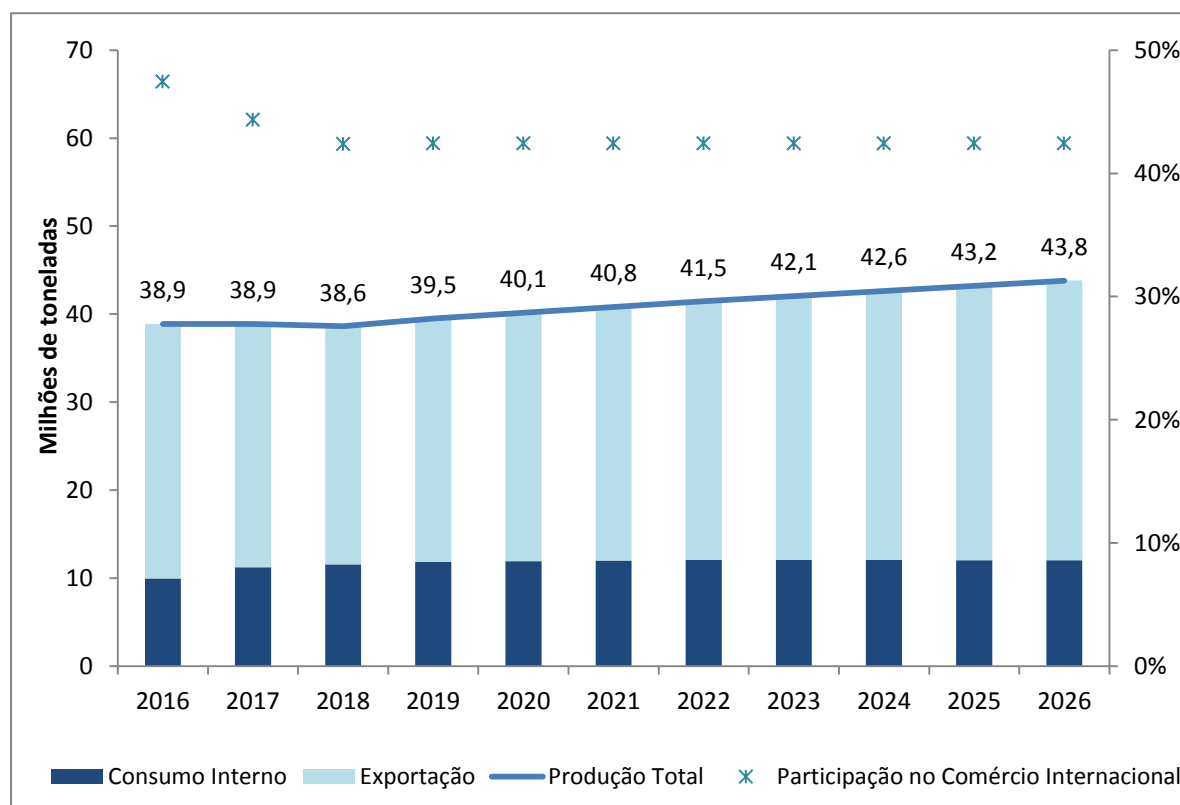
Na parcela dedicada ao mercado externo, o Brasil mantém a sua posição de destaque, sendo

responsável por, em média, 43% do fluxo do comércio internacional, com base em: aumento de oferta para atender ao crescimento da demanda nos países importadores, a exemplo da África e Ásia (FAO, 2006, 2012, 2016); crescimento da produção em países como Tailândia (DATAGRO, 2017) e fim das cotas de produção de açúcar, a partir de 2017, pela União Europeia (DATAGRO, 2015).

Estas cotas foram estabelecidas pela Organização Mundial do Comércio, motivadas pelos subsídios que o governo europeu fornecia a seus produtores, que resultava em grandes volumes do produto, a baixos preços (*dumping*), influenciando no comércio internacional.

A projeção da produção de açúcar, distribuída nas parcelas referentes aos mercados interno e externo, é apresentada no Gráfico 79.

Gráfico 79. Projeção da produção brasileira de açúcar



Fonte: EPE com base em FAO (2006, 2012, 2016), ISO (2016) e MAPA (2016, 2017a)

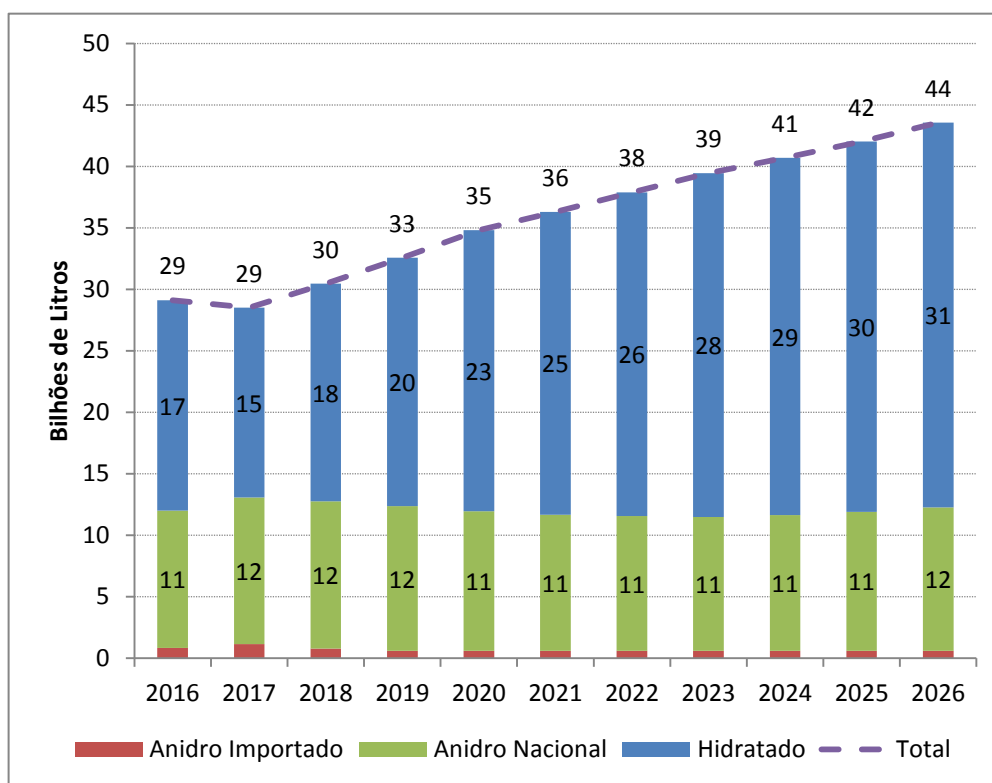
A produção de etanol a partir do milho também foi contemplada nesse Plano Decenal. Admitiu-se que as unidades produtivas são majoritariamente *flex* (já em operação), as quais permitem aproveitar ocasiões de baixa do preço do milho, visto que os custos logísticos do escoamento da região Centro-Oeste impactam a competitividade do produto no mercado internacional. Existe apenas uma unidade dedicada em grande escala, instalada em 2017, que possui planos de expansão. Projeta-se que a produção de etanol de milho alcance 900 milhões de litros em 2026. O investimento estimado é de cerca de R\$700 milhões, sendo que R\$450 milhões já foram aplicados na planta dedicada existente (MATO GROSSO, 2017).

Quanto às importações de etanol, admitiu-se que serão necessárias aquisições pontuais de

volumes de anidro no mercado externo, média de 500 milhões de litros/ano, para equilíbrio de mercado. Ressalta-se que o ano de 2017 apresentará elevados volumes de importações, cerca de 1 bilhão de litros, devido ao elevado preço do açúcar no mercado internacional, assim como à menor quantidade de ATR total disponível.

Por fim, a partir dos volumes de etanol lignocelulósico e de milho produzidos e do saldo de ATR, obtém-se a produção nacional de etanol, que somada ao etanol importado, resulta na oferta de etanol total, conforme apresentado no Gráfico 80. A taxa de crescimento da oferta total de etanol é de 4,0% a.a., alcançando 43,4 bilhões de litros em 2026. Para o etanol hidratado, essa taxa é de 6,2% a.a., enquanto que o anidro decresce a 0,4% a.a..

Gráfico 80. Projeção da oferta total de etanol (produção brasileira e importação)



Fonte: EPE com base em EPE (2017b)

DEMANDA TOTAL DE ETANOL

A demanda total de etanol é constituída pelas parcelas nacional (combustível e outros usos) e internacional (a ser atendida pelo Brasil).

DEMANDA DO MERCADO INTERNO

A demanda de etanol combustível (anidro e hidratado) parte de 27 bilhões de litros em 2016, cresce a 3,8% a.a. e atinge 39 bilhões de litros em 2026. Esse aumento da demanda combustível justifica-se pela maior competitividade do hidratado frente à gasolina, em parte por conta dos sinais positivos provenientes do RenovaBio, em parte por conta da melhoria dos fatores de produção realizada pelo setor. Para uso não combustível (bebidas, cosméticos, produtos farmacêuticos, compostos oxigenados e álcoolquímicos), evolui de 1,2 bilhão de litros em 2016 para 1,4 bilhão de litros em 2026.

DEMANDA INTERNACIONAL

Brasil e Estados Unidos concentram, atualmente, 85% da produção mundial de etanol. O mercado internacional apresenta baixos volumes transacionados e poucos países participantes. Em todo o mundo, observa-se a tendência de diminuição dos incentivos para os biocombustíveis de primeira geração e a adoção de tecnologias veiculares mais eficientes. Apesar desses fatores, estima-se que os biocombustíveis continuarão importantes para a segurança do abastecimento, diversificação da matriz energética e redução da emissão dos gases de efeito estufa (GEE).

O ano de 2017 registrou um aumento considerável das importações de etanol, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, o que impulsionou a publicação da Portaria SECEX nº 32 (SECEX/MDIC, 2017). Esta dispõe que a isenção do Imposto de Importação sobre o biocombustível está limitada a uma cota de 150 milhões de litros por trimestre, a qual não poderá ultrapassar 1,2 bilhão de litros, em 24 meses.

Apresenta-se, a seguir, uma perspectiva da produção e uso de etanol com ênfase nos EUA e

União Europeia, de forma a embasar a avaliação do potencial de exportação brasileira do produto.

ESTADOS UNIDOS

A lei *Energy Independence and Security Act* de 2007 (EISA) dita a política energética americana e, através do Padrão de Combustíveis Renováveis (*Renewable Fuel Standard* – RFS), estabelece a adição de biocombustíveis³² ao combustível automotivo, em percentuais crescentes até 2022 (EUA, 2007).

Incentivado pela EISA, o país tem apresentado recordes consecutivos na produção de etanol de milho (58 bilhões de litros em 2016), cujo principal destino é o atendimento à demanda interna, que tem se mantido estável, em torno dos 50 bilhões de litros (10% do consumo de gasolina). A política energética americana estabelece o mandatório de 10% de etanol³³ adicionado à gasolina (E10), (EIA, 2017).

Os volumes de etanol misturados à gasolina são suficientes para o cumprimento da parcela de biocombustível convencional (o etanol de milho) estabelecida pela RFS (EUA, 2007). No entanto, a dificuldade para a produção a nível comercial do etanol celulósico permanece. Assim como em anos anteriores, a EPA se viu forçada a diminuir as metas da RFS para esta parcela (EPA, 2017), passando para 1,2 bilhão de litros em 2017, quando originalmente era de 20,8 bilhões de litros.

UNIÃO EUROPEIA

O bloco mantém a Diretiva 2009/28/CE como principal instrumento de promoção à utilização de fontes renováveis, com as metas

³² Em função da redução de GEE no ciclo de vida dos biocombustíveis, esse programa estabeleceu a seguinte classificação: renováveis (etanol e biobutanol de milho), avançado (etanol de cana-de-açúcar), diesel de biomassa (biodiesel) e celulósico (etanol e biodiesel celulósico).

³³ Misturas com 15% de etanol (E15) também são permitidas, dependendo da disponibilidade nos postos e da preferência do consumidor.

indicativas de participação do consumo final automotivo e da matriz energética total, de 10% e 20%, respectivamente, para 2020 (UE, 2009). Permanecem também as metas de 20% de mitigação de GEE (em relação aos níveis de 1990) e de aumento da eficiência energética - “Triplo 20” ou *Climate and Energy Package* (UE, 2008).

No entanto, uma nova proposta³⁴ foi lançada em 2016, com foco em fontes avançadas de energia, inclusive nos biocombustíveis de segunda geração. A União Europeia reforça a posição de desfavorecer os biocombustíveis tradicionais (etanol de cana e milho e biodiesel de oleaginosas). A demanda máxima desses biocombustíveis na demanda energética é de 7% em 2020, reduzindo para 3,8% em 2030. A proposta recebeu duras críticas de diversos setores da indústria e comércio (EC, 2017).

Além dos mercados dos Estados Unidos e União Europeia, Japão e Coreia do Sul, permanecerão como os principais importadores de etanol do Brasil.

Para a projeção do volume de etanol a ser exportado pelo Brasil, foram realizadas análises de mercado, que consideraram, entre outras, as restrições na produção brasileira deste biocombustível. Para os Estados Unidos, adicionalmente, tomaram-se como referência as estimativas de importação total americana do produto, elaboradas pela EIA, e as novas diretivas da EPA. Com base nesse panorama mundial apresentado, as exportações brasileiras de etanol partem de 1,8 bilhão de litros em 2016 e alcançam 2,6 bilhões de litros em 2026, com uma taxa de crescimento de 3,8% a.a..

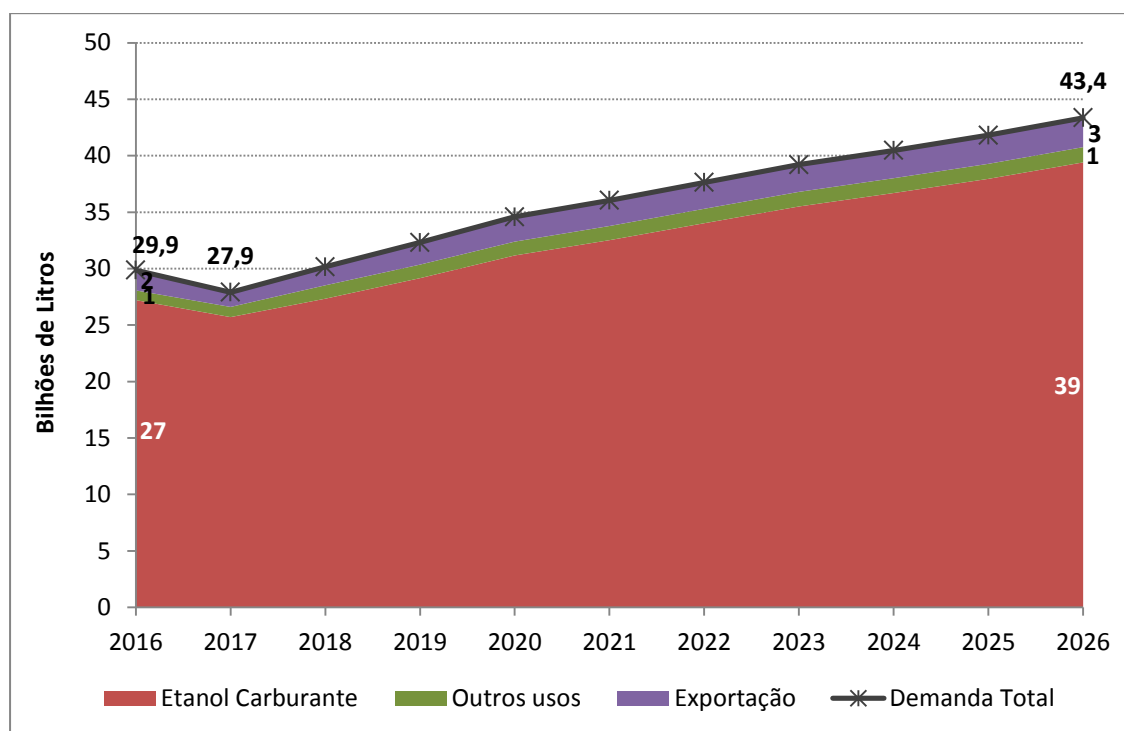
DEMANDA TOTAL

O Gráfico 81 consolida as demandas nacional (carburante e outros usos) e internacional de etanol no horizonte decenal.

A demanda total de etanol, incluindo exportação, tem uma taxa de crescimento de 3,8% a.a., alcançando 43,4 bilhões de litros em 2026, sendo o grande incremento advindo da demanda de etanol hidratado carburante.

³⁴ Nesta proposta, a UE definiu metas para 2020, permanecem as mesmas do Triplo 20; 2030, passam a 40% de redução nas emissões, 27% de participação de fontes renováveis e 27% na eficiência energética; 2050, redução de 85% a 90% nas emissões de GEE, comparadas às de 1990 (EC, 2017).

Gráfico 81. Projeção da demanda total de etanol



Fonte: EPE com base em EPE (2017b)

LOGÍSTICA

O modo rodoviário continua representando a maior parte do transporte de etanol no Brasil, apesar de possuir maiores custos energéticos e ambientais do que os outros (ferroviário, dutoviário e hidroviário). Com a expansão do mercado de etanol nos próximos dez anos, além do aumento da capacidade de armazenamento, faz-se necessário investir na diversificação dos modos utilizados na distribuição, para a eficiência do sistema de transporte.

Dentre os investimentos nos modos dutoviários e hidroviários, está o Projeto da Logum Logística S.A, que prevê a construção de uma longa extensão de dutos próprios e a utilização de existentes, atravessando quatro estados e 87 municípios. O valor total estimado para o projeto é de 5,2 bilhões de reais, dos quais 1,7 bilhão já foram aplicados nos trechos construídos e atualmente em operação.

A capacidade de armazenagem estática do projeto é de 650.000 m³, sendo que os dutos

possuirão capacidade de movimentação de 13 Mm³/ano e extensão de 1.430 km.

Os trechos dos dutos que já se encontram em operação são:

- Próprios: Ribeirão Preto (SP) – Paulínia e Uberaba (MG) - Ribeirão Preto (SP);
- Subcontratados: Paulínia (SP) - Barueri (SP); Paulínia (SP) - Rio de Janeiro (RJ) e Guararema (SP) - Guarulhos (SP).

Em Ribeirão Preto há um terminal de capacidade de movimentação de 4 milhões m³/ano e armazenagem de 52 mil m³ e, em Uberaba, as capacidades são de 2 milhões m³/ano e de 25 mil m³, respectivamente.

Em 2016, a movimentação em todo o complexo, incluindo o trecho sob contrato (operado pela Transpetro), foi de 2.300 m³ (LOGUM, 2017).

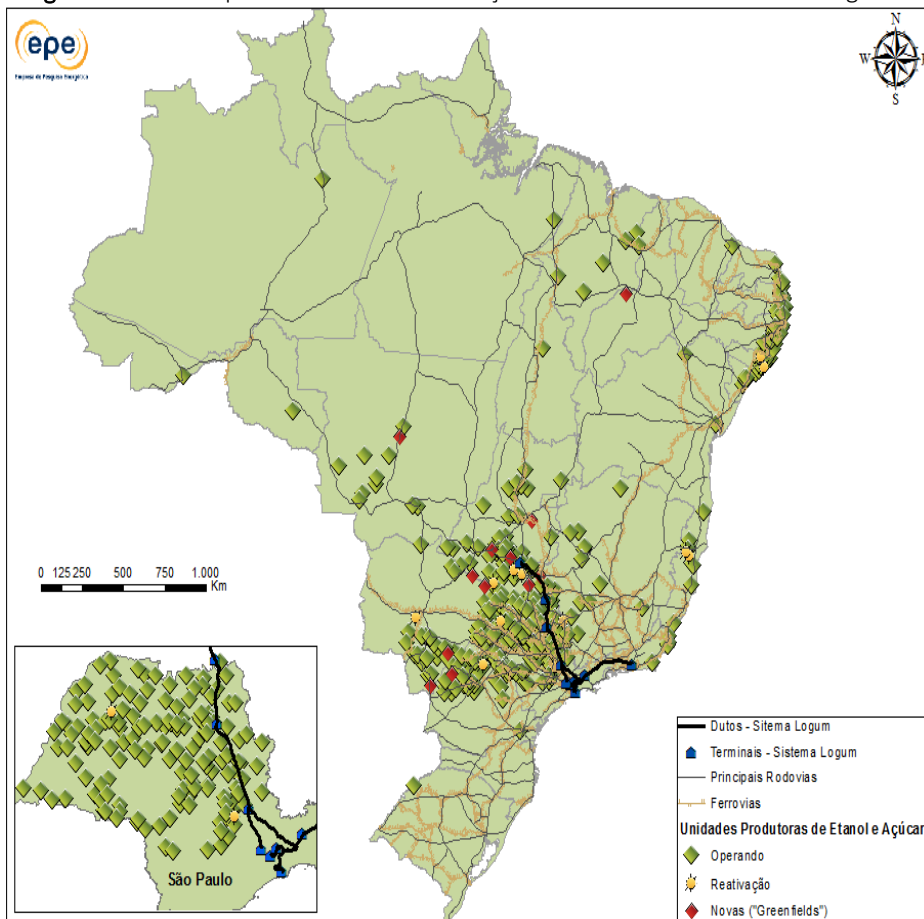
No modo ferroviário, os principais investimentos estão em trechos inaugurados nas ferrovias Norte-Sul e Centro Atlântica e na anunciada duplicação e reestruturação de 264 km

da malha ferroviária do Estado de São Paulo (A TRIBUNA, 2015). Investimentos em infraestrutura portuária também serão necessários.

Esse conjunto de medidas concorrerá para melhorar a capacidade logística do país, tornando os produtos brasileiros mais

competitivos no mercado nacional e internacional. A Figura 28 resume a localização das usinas sucroalcooleiras brasileiras, bem como a infraestrutura logística existente e a ser construída.

Figura 28. Plantas produtoras de etanol e açúcar no Brasil e infraestrutura logística



Fonte: EPE com base em MAPA (2017b), UDOP (2015) e UNICA (2014).

BOX 8.1 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Buscando antecipar possíveis ameaças ao abastecimento nacional de combustíveis para os veículos leves, foi realizada uma análise de sensibilidade para a Oferta de Etanol e Demanda do Ciclo Otto, considerando um cenário menos favorável para o setor sucroalcooleiro, com relação às políticas públicas.

Nesse sentido, reduziu-se a diferenciação tributária entre a gasolina e o etanol, adotada no cenário de referência para a oferta de biocombustíveis desse plano, que considera os sinais positivos do RenovaBio. Neste exercício, a perda de competitividade do etanol hidratado frente à gasolina C resultaria em que o setor decidisse não realizar todos os investimentos considerados neste ciclo de estudos (implantação de novas unidades, expansão e reativações). Registra-se que as demais premissas adotadas anteriormente não foram alteradas para a realização desta análise.

Como resultado, a estimativa de cana processada em 2026 seria de 768 milhões de toneladas (50 M ton inferior ao apresentado no Gráfico 77), o que redundaria em uma oferta total de etanol de 38,7 bilhões de litros, 4,6 bilhões de litros inferior à do cenário de referência.

Considerando o propósito de assegurar o abastecimento energético nacional, esta análise tomou como base a demanda Ciclo Otto que advém da trajetória de maior licenciamento de veículos leves. Nesse caso, constatou-se que os volumes de gasolina A e de etanol anidro alcançariam, respectivamente, 31,4 bilhões de litros (aumento de 3,1 bilhões de litros) e 11,6 bilhões de litros (aumento de 1,1 bilhão de litros). Esse aumento é consequência do menor volume de etanol hidratado disponibilizado pelos produtores para o mercado carburante, aproximadamente 23 bilhões de litros (um valor 5,8 bilhões de litros inferior ao cenário de referência).

8.2 Bioeletricidade da cana-de-açúcar

O aproveitamento energético da biomassa residual gerada no processamento industrial da cana-de-açúcar, tanto na produção de calor quanto na de eletricidade, destina-se ao autoconsumo e à produção de excedentes de energia elétrica, exportados para o Sistema Interligado Nacional (SIN).

Iniciativas governamentais de fomento à renovação e modernização das instalações de cogeração aumentaram a eficiência de conversão da energia da biomassa e, consequentemente, a geração de excedentes e sua distribuição, contribuindo para a diversificação do setor e o aumento de sua receita. Dados do Banco de Informação da Geração (ANEEL, 2017) registram que a capacidade de geração a biomassa de cana

atingiu 9,4 GW em janeiro de 2017, um aumento de 60% nos últimos cinco anos.

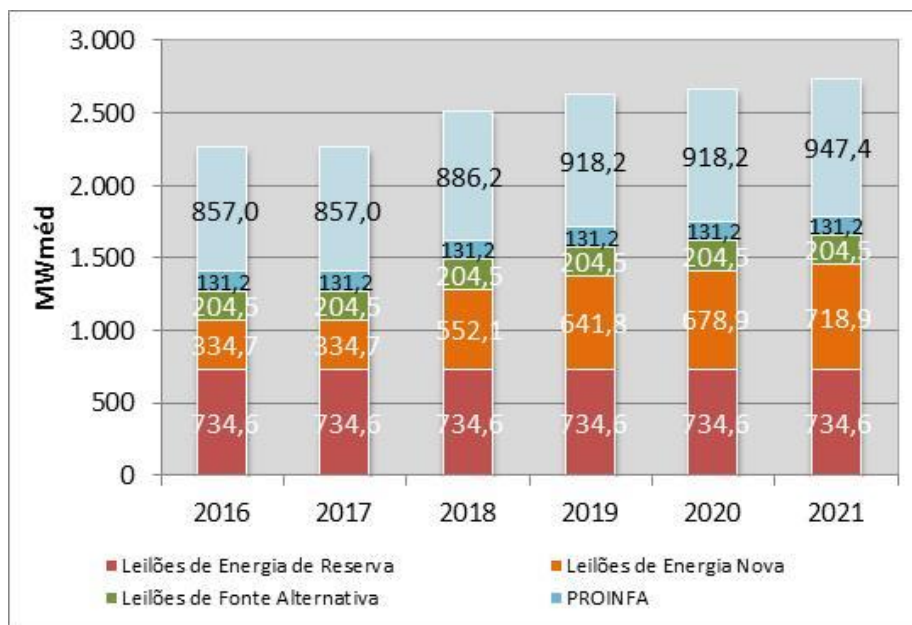
Além do bagaço, a cana também gera biomassa residual composta por palhas e pontas. Estima-se que, dentro do horizonte decenal, os principais estados produtores terão colheita mecanizada na totalidade de seus canaviais, produzindo uma quantidade significativa dessa biomassa passível de aproveitamento energético.

Dentre as 378 usinas em operação, cerca de 200 unidades comercializam energia e, somente 50% destas o fazem através de leilões de energia. Até maio de 2016, foram realizados cinquenta e três certames, ocorrendo vendas de energia das usinas sucroalcooleiras em vinte e um deles (CCEE, 2017). A energia total contratada pelas

usinas sucroalcooleiras no mercado regulado (ACR) atingirá aproximadamente 1,8 GWmédios ao fim de 2021, valor que poderá ser ampliado com a realização de futuros leilões. Ainda existe um montante extracertame de 950 MWmédios que pode ser comercializado pelas usinas de biomassa de cana no ACL em 2021. Incluso no

montante contratado no ACR, há a energia dos empreendimentos do PROINFA, de 131,2 MWmédios, valor que deverá manter-se no período decenal. O Gráfico 82 apresenta a quantidade de energia já contratada no ambiente regulado e aquela passível de comercialização no mercado livre, em acordos bilaterais.

Gráfico 82. Energia contratada e extra certame das usinas vencedoras nos Leilões de Energia



Nota: A energia comercializada através de contratos anteriores ao novo modelo do setor elétrico, estabelecido em 2004, não foi considerada. O leilão de energia existente (A-1) realizado em 2015 contratou cerca de 110 MWmédios para entrega no ano de 2016. Em outros anos, a oferta de bioeletricidade em leilão (A-1) foi irrisória.

Fonte: EPE com base em CCEE (2017) e ELETROBRAS (2017)

A partir da projeção de oferta de biomassa de cana-de-açúcar, foram realizados dois estudos para estimativa da oferta de bioeletricidade: (1) o cálculo do potencial técnico e (2) a construção da curva de exportação de bioeletricidade baseada no comportamento histórico do setor.

Para realizar a projeção da oferta de bioeletricidade, foi estimada a oferta de biomassa residual da cana que será processada para atender à produção decenal de etanol e açúcar. Sobre essa quantidade, aplica-se o fator médio de exportação de energia para o SIN correspondente a cada um dos estudos, cuja metodologia de cálculo é detalhada no PDE 2024 (EPE, 2015).

O Gráfico 83 apresenta a energia contratada no ACR e as projeções de exportação

de eletricidade para os dois estudos: com fator de exportação das usinas vencedoras de leilões de energia (potencial técnico) e com fator de exportação baseado no histórico.

Observa-se que para o ano de 2026, o potencial técnico atinge 6,7 GWmédios, quase 5 GWmédios maior que o atualmente contratado no ACR. Além disso, elaborou-se uma estimativa do potencial de aproveitamento das palhas e pontas, considerando que esta biomassa estará disponível apenas para as usinas da região Centro-Sul (cerca de 90% da cana do Brasil), dado que, neste horizonte, a maior parte da região Nordeste ainda não estará utilizando a colheita mecanizada.

Foram utilizados dois fatores de exportação de energia distintos, encontrados na

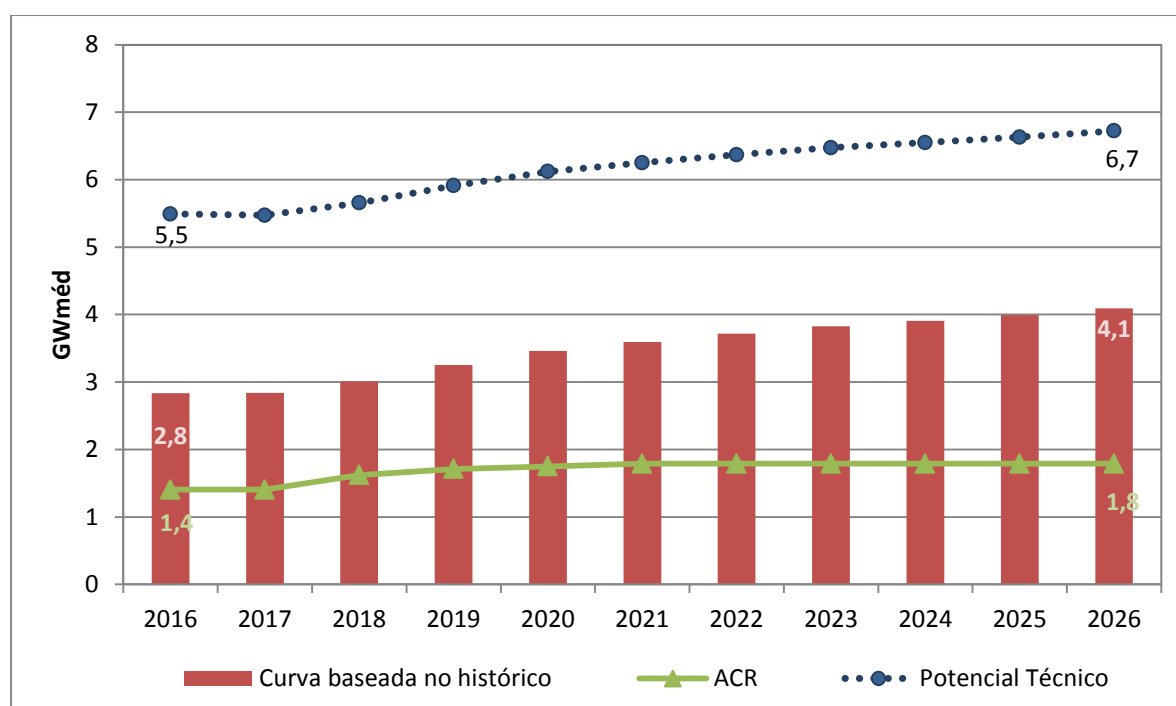
literatura: 500 e 787,5 kWh/tonelada de palhas e pontas, segundo COGEN (2009) e EQUIPAV (2009), respectivamente. Os resultados indicam que o potencial técnico de exportação de energia a partir da biomassa de palhas e pontas seria de 7,2 GWmédios e 11,3 GWmédios, respectivamente, ao fim do período decenal.

Nesse mesmo sentido, está a utilização de outros resíduos, como a vinhaça e a torta de filtro. Ainda pouco empregados para geração de energia elétrica nas usinas sucroenergéticas, estes insumos dão origem ao biogás, resultado de sua fermentação.

Com base nos dados da Usina Bonfim, vencedora do leilão de energia A-5 de 2016, foi possível estimar o potencial técnico de exportação de energia elétrica a partir do biogás obtido de vinhaça e torta de filtro alcançando cerca de 3 GWmédios em 2026.

Dessa forma, a contribuição da biomassa de cana-de-açúcar para o cenário energético nacional poderá se tornar ainda mais relevante, caso seu potencial técnico seja plenamente aproveitado.

Gráfico 83. Energia contratada no ACR e potencial de exportação de eletricidade gerada por bagaço



Nota: PROINFA incluso no ACR

Fonte: EPE com base em CCEE (2017)

8.3 Biodiesel

O Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) teve início em 2005 e, até dezembro de 2016, foram produzidos 25 bilhões de litros pela indústria nacional (ANP, 2017b).

A Lei nº 13.263 (BRASIL, 2016) ampliou o percentual mandatório de biodiesel para 8% (B8), 9% (B9), e 10% (B10), em, respectivamente, doze, vinte e quatro e trinta e seis meses após a data de sua promulgação. A Resolução CNPE nº 11 (CNPE, 2017), publicada em 1º de março de 2017, dispôs a data de início da adição destes novos percentuais mandatórios como sendo primeiro de março de cada ano, a começar por 2017. Em reunião extraordinária do CNPE, realizada em 09 de novembro de 2017, o Conselho decidiu antecipar para março de 2018 o percentual obrigatório de 10% de biodiesel na mistura (ANP, 2017d).

Essa mesma Lei prevê a possibilidade da elevação da mistura obrigatória de biodiesel ao óleo diesel em até 15% (B15), após a realização de testes específicos, incluindo aproximadamente cinquenta testes a serem realizados por mais de vinte empresas distintas, distribuídos em mais de quinze municípios diferentes da Federação.

Estes ensaios, tal como ficou estabelecido na Portaria MME nº 80 (MME, 2017), têm como novo prazo para a finalização e validação do B10, fevereiro de 2018, e do B15, janeiro de 2019 (relatório final a ser publicado, respectivamente em abril de 2018 e março de 2019).

Além disso, existe a possibilidade do uso voluntário e em percentual superior ao obrigatório para casos específicos³⁵ (CNPE, 2015):

- 20% em frotas cativas ou consumidores rodoviários atendidos por ponto de abastecimento;

- 30% no transporte ferroviário;
- 30% no uso agrícola e industrial;
- 100% no uso experimental, específico ou em demais aplicações.

Nesse estudo, assumiu-se como premissa de projeção que a adição de biodiesel ao diesel ocorrerá segundo a possibilidade prevista em lei. A partir da implantação da mistura B10 em março de 2018, haverá o aumento progressivo do teor de biodiesel, visando atingir 15% em 2025, para atendimento da NDC do Brasil, no âmbito do Acordo de Paris.

O Governo Federal, por meio da ANP, promove leilões para aquisição de biodiesel, preferencialmente produzido por empresas contempladas com o Selo Combustível Social (SCS), garantindo a compra e entrega do biocombustível para períodos especificados.

A primeira etapa do leilão, que em geral envolve 80% do volume total a ser comercializado, é restrita a empresas que possuam o SCS, enquanto que os 20% restantes são abertos à participação de qualquer empresa produtora.

A Portaria MME nº 116 (MME, 2013) incluiu a modalidade de leilão com opção de compra, possibilitando a transferência de responsabilidade sobre o estoque regulador e estratégico para as usinas de biodiesel, sendo aplicada desde julho de 2013. Até agosto de 2017 foram realizados 56 leilões e comercializados 28 bilhões de litros de biodiesel (ANP, 2017c).

Nos leilões 49 e 50, realizados em 2016, e 53 a 56, de 2017, foram vendidos volumes de biodiesel destinados a setores que podem optar por teores maiores que o mandatório, que totalizaram 4 milhões de litros (ANP, 2017c).

Esse mercado, ainda incipiente, poderá crescer visto que parte da venda do leilão 53 foi para abastecer unidades de geração de energia elétrica do Sistema Isolado no norte do país, onde

³⁵ As cidades de Brasília (DF) e Curitiba (PR) já possuem programas e/ou acordos voltados às mudanças climáticas e à melhoria da qualidade do ar, a fim de minimizar as emissões de GEE e outros poluentes locais.

o combustível produzido localmente, com matéria-prima da região, pode ter preços mais atrativos que o diesel fóssil que requer logística especial de entrega em pontos remotos.

Nos próximos 10 anos, o óleo de soja deverá permanecer como o insumo mais importante para a produção de biodiesel, o que acontece desde a implantação do PNPB. O Brasil é o segundo maior produtor mundial desta oleaginosa, e há uma tendência de que a produção cresça vigorosamente nos próximos anos, o que poderá garantir os aumentos dos percentuais mandatórios de biodiesel.

O sebo bovino é a segunda matéria-prima mais utilizada para a obtenção de biodiesel no Brasil, e deverá manter uma posição de destaque no horizonte decenal, embora seu percentual de participação possa diminuir, devido à entrada de novos insumos e ao aumento da participação do óleo de soja.

Em relação ao custo de produção do biodiesel, a matéria-prima corresponde a 80% do total (IEA, 2004). Portanto, o preço do óleo tem importância fundamental sobre a produção. Para os próximos dez anos, estima-se que este preço acompanhará os valores das *commodities* em geral.

A diversificação do *mix* de matéria-prima para a produção de biodiesel dependerá do sucesso de programas governamentais, tais como o Programa de Produção Sustentável da Palma de Óleo no Brasil (Propalma). Este tem por objetivo ordenar a expansão da cultura da palma, garantir a competitividade do setor com investimentos em pesquisa e aumentar a renda de agricultores familiares. Além disso, institui o Zoneamento

Agroecológico, indicando como áreas aptas à expansão produtiva da palma somente terras onde há ocupação do homem, exercendo diversas atividades (áreas antropizadas) (BRASIL, 2013). Assim, o óleo de palma poderá ter contribuição expressiva como insumo ao fim do período decenal, ultrapassando inclusive a gordura animal.

Os resultados positivos do Propalma deverão surtir efeito também para atendimento a outras demandas, já que o Brasil é importador desse óleo para outros fins (alimentício e cosmético).

A Embrapa tem resultados promissores com o cultivo da palma, inclusive para adaptação em outros ambientes geoclimáticos, além da tradicional Amazônia legal (EMBRAPA, 2010).

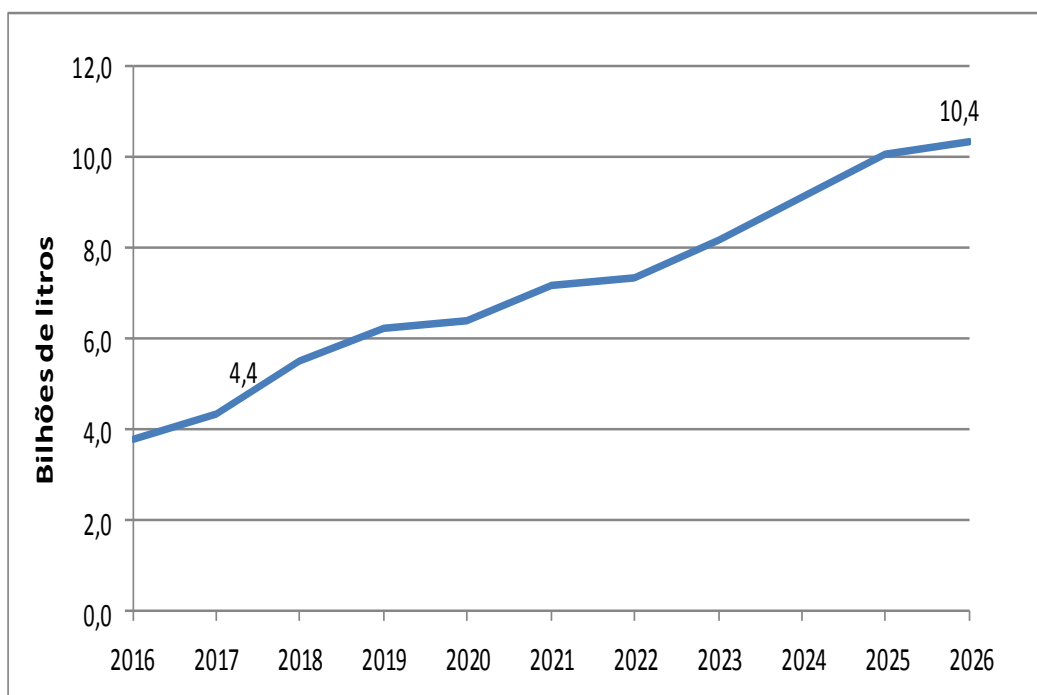
Ressalta-se que as demais culturas produtoras de óleo (mamona e girassol) não foram expressivas desde o início do PNPB e não deverão ocupar papel de destaque.

As projeções de demanda de biodiesel deste estudo foram obtidas com base na previsão do consumo regional de óleo diesel apresentada no Capítulo II e nas demais considerações já descritas. Este resultado está apresentado no Gráfico 84.

Já a capacidade de processamento de biodiesel, a projeção do consumo obrigatório e os balanços regionais e nacional para 2017 e 2026 são apresentados na Tabela 32.

Para estimar a capacidade instalada em 2026 foram consideradas as atuais solicitações de aumento de capacidade e os novos empreendimentos que já estão autorizados pela ANP.

Gráfico 84. Demanda de biodiesel



Fonte: EPE (2017b)

Tabela 32. Capacidade de processamento de biodiesel e consumo obrigatório em 2017 e 2026 (milhões de litros)

Região	2017			2026		
	Capacidade Instalada	Consumo Obrigatório	Balanço	Capacidade Instalada	Consumo Obrigatório	Balanço
Norte	242	464	(222)	242	1.172	(931)
Nordeste	455	683	(228)	506	1.688	(1.182)
Sul	2.924	865	2.059	3.526	2.112	1.414
Sudeste	994	1.677	(683)	994	3.742	(2.748)
Centro-Oeste	2.920	669	2.251	3.478	1.654	1.824
Brasil	7.535	4.358	3.177	8.745	10.368	(1.623)

Fontes: EPE com base em ANP (2017d).

Os investimentos³⁶ em ampliação e construção de novas unidades, que já foram autorizadas pela ANP, totalizam aproximadamente R\$ 450 milhões durante o período decenal. As regiões Norte, Nordeste e Sudeste não serão autossuficientes em 2017, condição que continua até 2026, com balanço até mais desfavorável.

A capacidade excedente de produção (Centro-Oeste e Sul) vem sendo observada desde a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Como havia a expectativa de sucessivos aumentos do mandatório, por parte do setor, isso se traduziu em aumento da capacidade instalada, principalmente por empresas do complexo da soja, mesmo após 2010, quando o mandatório ficou estacionado em 5% por quatro anos.

No entanto, durante os últimos três anos, observou-se um aumento rápido dos percentuais de biodiesel obrigatórios na mistura. Com os novos teores previstos, será necessário aumentar a capacidade instalada, com investimentos³⁶ de cerca de 1,5 bilhão de reais, além dos projetos já autorizados pela ANP.

Nesse sentido, poderá ocorrer uma maior mobilização do setor, que tem se mostrado muito dinâmico, para novos empreendimentos.

Nos últimos dois anos observou-se a paralisação das atividades de várias empresas, principalmente as de pequeno porte, que tiveram dificuldades em ofertar biodiesel a preços competitivos nos leilões. Nota-se que as companhias verticalizadas se mantêm economicamente mais estáveis que as pequenas não verticalizadas.

Contudo, há um movimento no sentido de tornar obrigatória a aquisição de biodiesel

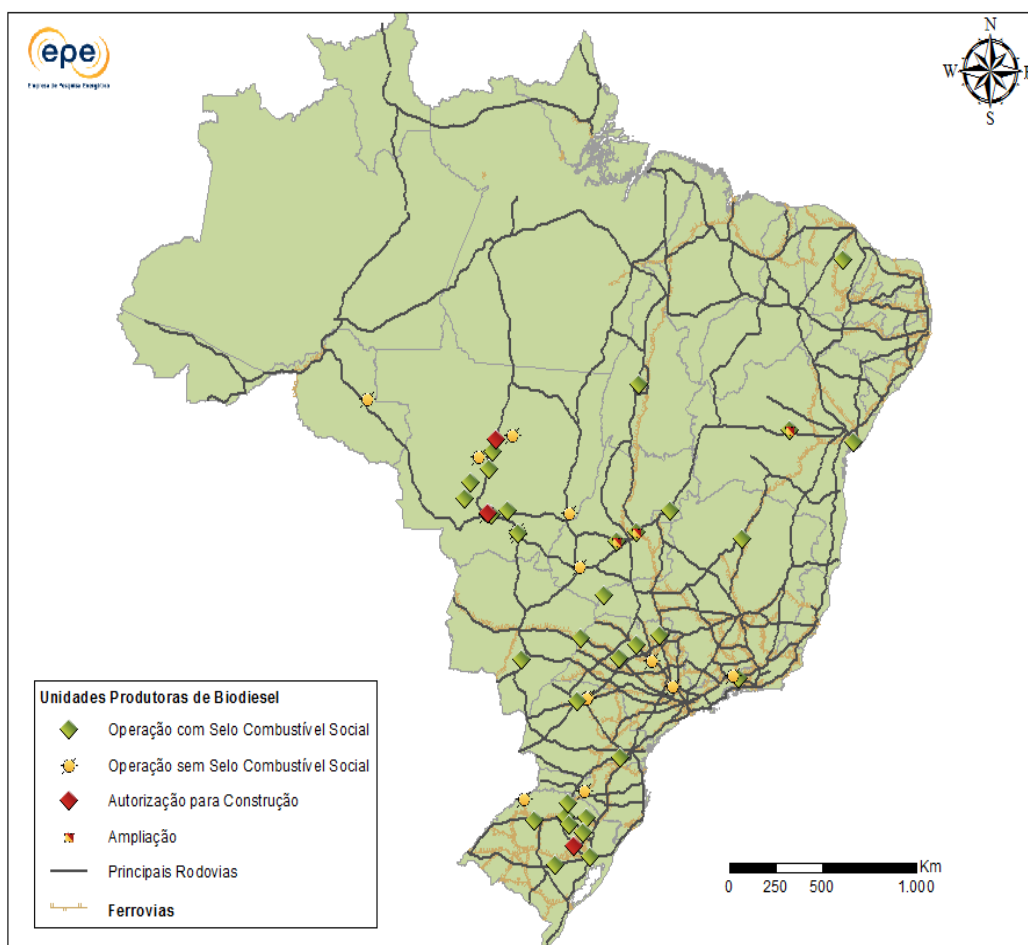
produzido pelos pequenos produtores, o que possibilitaria a sua manutenção no mercado.

INFRAESTRUTURA DE ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A atual infraestrutura de escoamento de biodiesel é apresentada na Figura 29, além da localização das usinas de produção já autorizadas pela ANP, distinguindo as que possuem ou não o Selo Combustível Social. Praticamente todas as usinas produtoras de biodiesel e bases das distribuidoras de combustíveis são atendidas por estradas federais. O transporte entre elas é feito basicamente pelo modo rodoviário. No médio prazo, o transporte de biodiesel tende a permanecer neste modo, por questões de escala. Consumos maiores que os previstos na legislação atual poderão implicar em uma revisão da logística de transporte, utilizando o modal ferroviário como alternativa para algumas regiões.

³⁶ Os valores de investimento referem-se exclusivamente à implantação de usinas de processamento de biodiesel, não contemplando aqueles necessários ao processamento para obtenção de óleos de diferentes oleaginosas ou materiais graxos. Para novos investimentos, foi considerado um limite mínimo de ociosidade de 20%.

Figura 29. Usinas de biodiesel e infraestrutura atual de escoamento



Fonte: EPE com base em ANP (2017d).

BOX 8.2 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Visando identificar os impactos no abastecimento nacional de combustíveis para o ciclo diesel, foi realizada uma análise de sensibilidade considerando que o percentual mandatório de biodiesel (B100) na mistura seria mantido em 10%, desde 1º de março de 2018 até o ano de 2025. Em 2026, o percentual se elevaria para 11%.

Como resultado, a demanda de biodiesel atingiria 7,6 bilhões de litros em 2026 (cerca de 3 bilhões de litros inferior ao cenário de referência), o que representaria um crescimento de 4,4% a.a.. Com isso, a demanda de Diesel A seria de 65 bilhões de litros, o que resultaria em importações da ordem de 8 bilhões de litros (3 bilhões de litros superior ao cenário de referência).

Neste cenário, o balanço nacional entre a capacidade instalada e a demanda obrigatória de biodiesel, estaria positivo em todo o horizonte decenal, embora no último ano esta capacidade se aproximasse do valor previsto para a demanda.

PONTOS PRINCIPAIS DO CAPÍTULO

- > Os biocombustíveis continuarão a ter participação relevante na matriz energética brasileira no próximo período decenal. O setor sucroenergético já possui papel de destaque na produção de etanol e vem aumentando sua contribuição na matriz elétrica com a bioeletricidade.*
- > Com investimentos em renovação do canavial, tratamentos culturais adequados e o ajuste entre a mecanização da colheita e do plantio da cana-de-açúcar, estima-se que ocorrerá uma recuperação dos indicadores de produção dessa cultura (produtividade agrícola e rendimento industrial em ATR/tc).*
- > Além disso, espera-se a redução de custos de produção e o aumento da competitividade do etanol frente à gasolina. Tais fatos,, associados à necessidade de incremento da capacidade de moagem, motivarão investimentos em unidades greenfields e na expansão de algumas unidades existentes.*
- > Considera-se, também, a introdução da cana-energia em pequenos percentuais e que, a produção de etanol 2G será significativa somente no final do período. Já a produção de etanol de milho ocorrerá, principalmente, com plantas flex .*
- > A oferta total de etanol alcança 44 bilhões de litros em 2026, sendo 39 bilhões de litros relativos ao etanol hidratado.*
- > Espera-se uma expansão do período de geração de bioeletricidade, incorporando palhas e pontas e, em alguns casos, biomassas diferentes da cana. Estima-se que haja 6.700 MW médios disponíveis para comercialização em 2026.*
- > Uma significativa vantagem para as indústrias do setor sucroenergético associada à bioeletricidade é a garantia de aporte financeiro constante propiciado pela comercialização de energia, em contraposição à sazonalidade da produção de cana.*
- > Para o biodiesel, espera-se que o óleo de soja permaneça como a principal matéria-prima no decênio. A demanda por este biocombustível manter-se-á nos limites do mandatório definido por lei.*
- > O setor de biodiesel tem se mostrado muito dinâmico, portanto, não deverão ocorrer gargalos em relação à capacidade instalada de produção.*
- > Em termos estratégicos, é importante para o PNPB, o desenvolvimento de culturas alternativas à soja. Dentre os óleos vegetais, o de palma apresenta o maior volume de produção no mercado internacional, além de preços mais competitivos.*
- > A exportação de glicerina tem se tornado fonte importante de receita para as usinas de biodiesel.*