



Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2032

Oferta de Biocombustíveis

Dezembro de 2022

Ministério de
Minas e Energia



Esta publicação contém projeções acerca de eventos futuros que refletem a visão da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) no âmbito do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2032. Tais projeções envolvem uma ampla gama de riscos e incertezas conhecidos e desconhecidos e, portanto, os dados, as análises e quaisquer informações contidas neste documento não são garantia de realizações e acontecimentos futuros.

Este documento possui caráter informativo, sendo destinado a subsidiar o planejamento do setor energético nacional. Logo, quaisquer decisões de encaminhamento (como formulação de políticas públicas, definição de diretrizes estratégicas, decisões de investimento ou de estratégias de negócio) dependem de outras instituições públicas e privadas.

A EPE se exime de qualquer responsabilidade por quaisquer ações e tomadas de decisão que possam ser realizadas por agentes econômicos ou qualquer pessoa com base nas informações contidas neste documento.

Conteúdo

- **Introdução**
- **Oferta de Etanol**
- **Bioeletricidade da cana-de-açúcar**
- **Biogás/Biometano**
- **Biodiesel**
- **Outros biocombustíveis**
- **Considerações Finais**

■ Políticas Públicas para Biocombustíveis consideradas



Mandatos de adição obrigatória de etanol anidro na gasolina
Mandatos de adição obrigatória de biodiesel no diesel B
Diferenciação tributária entre os combustíveis



Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)
Linhas de financiamento específicas



RenovaBio

Política Nacional dos Biocombustíveis (RenovaBio)

- Novembro/2022: certificação de cerca de 317 unidades produtoras
- Capacidade de produção certificada: etanol 79%, biodiesel 56%, biogás 60%
- Preço médio de aquisição até nov. 2022: R\$ 110,00 / CBIO (B3 S.A.)

Programa Combustível do Futuro

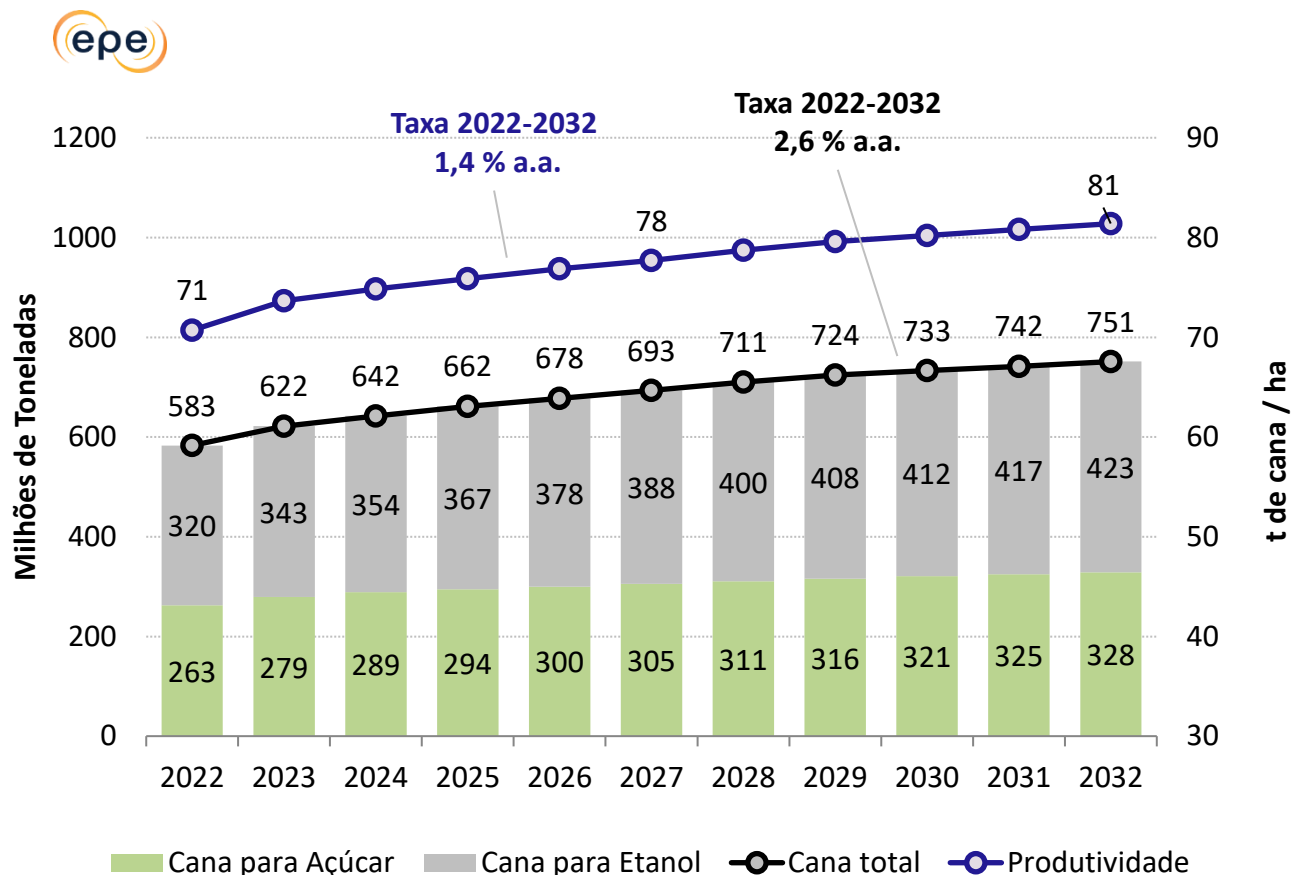


- Integração entre políticas públicas relacionadas ao Programa
- Redução da intensidade de carbono da matriz de combustíveis
- Avaliação da eficiência energético-ambiental por meio de ACV completo
- Estímulo ao desenvolvimento tecnológico e à inovação

Oferta de Etanol



Produtividade, cana colhida e destinação para etanol e açúcar



Fonte: Elaboração EPE

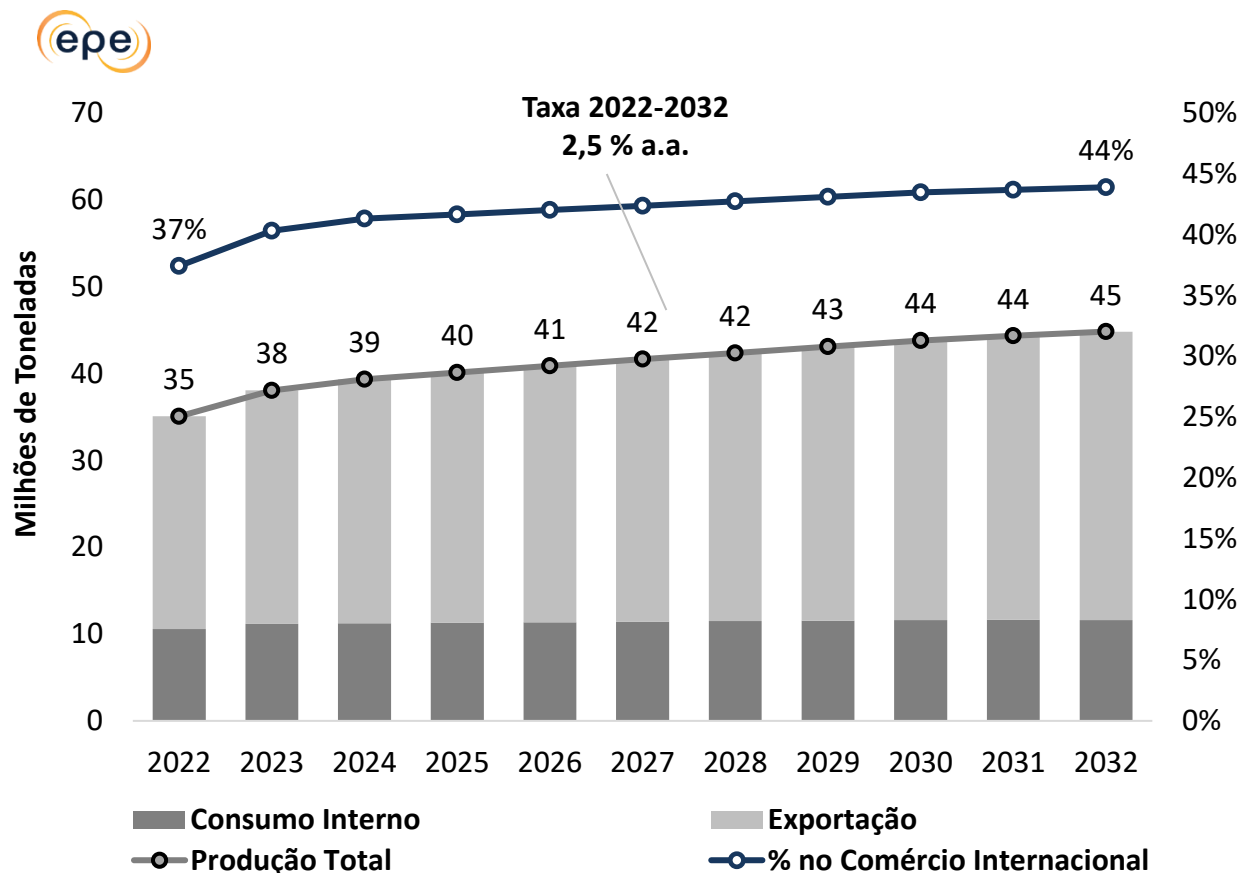
| | 2022 | 2032 |
|--------------------------|-------|-------|
| Área (Mha) | 8,2 | 9,2 |
| Rendimento (kg ATR / tc) | 141,6 | 142,6 |
| Cana Etanol (%) | 55 | 56 |

- Ações para melhoria dos fatores de produção, elevando a sustentabilidade financeira do setor.
- Aproveitamento da flexibilidade na produção de açúcar e etanol, maximizando receitas e/ou minimizar as perdas, ajustando-se às flutuações de mercado.

Ampliação de capacidade instalada:

- **Etanol de cana**
 - Implantação de 7 unidades: + 18,5 Mtc
 - Reativações e paralisações: + 6,0 Mtc
- **Etanol de milho:**
 - Implantação de 34 unidades: + 5,5 Bi litros
- **Etanol de 2ª geração**
 - Implantação de 8 unidades: + 0,6 Bi litros
- **Ampliações (ANP) de 54 unidades: + 18 Bi litros**

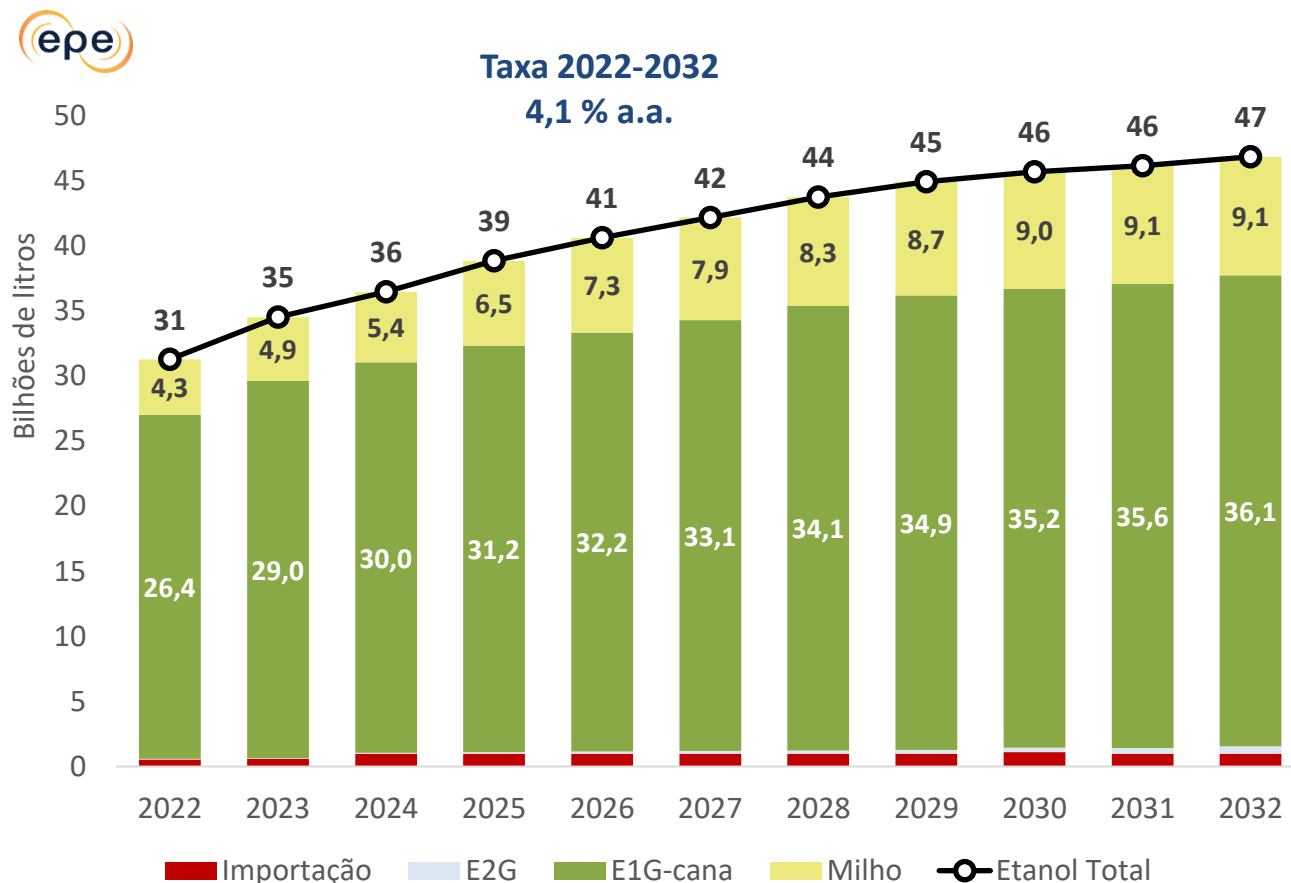
Projeção da produção brasileira de açúcar



Fonte: Elaboração EPE

- O consumo *per capita* brasileiro (kg/hab./ano) considera renda, envelhecimento da população e mudanças de hábitos alimentares.
- O Brasil mantém a sua posição de destaque no mercado externo, sendo responsável por mais de 40% do fluxo da *commodity* do comércio internacional:
 - Fatores impulsionadores: crescimento da demanda dos países importadores (da África e Ásia);
 - Fatores limitantes: produção da Índia, Tailândia e EU.

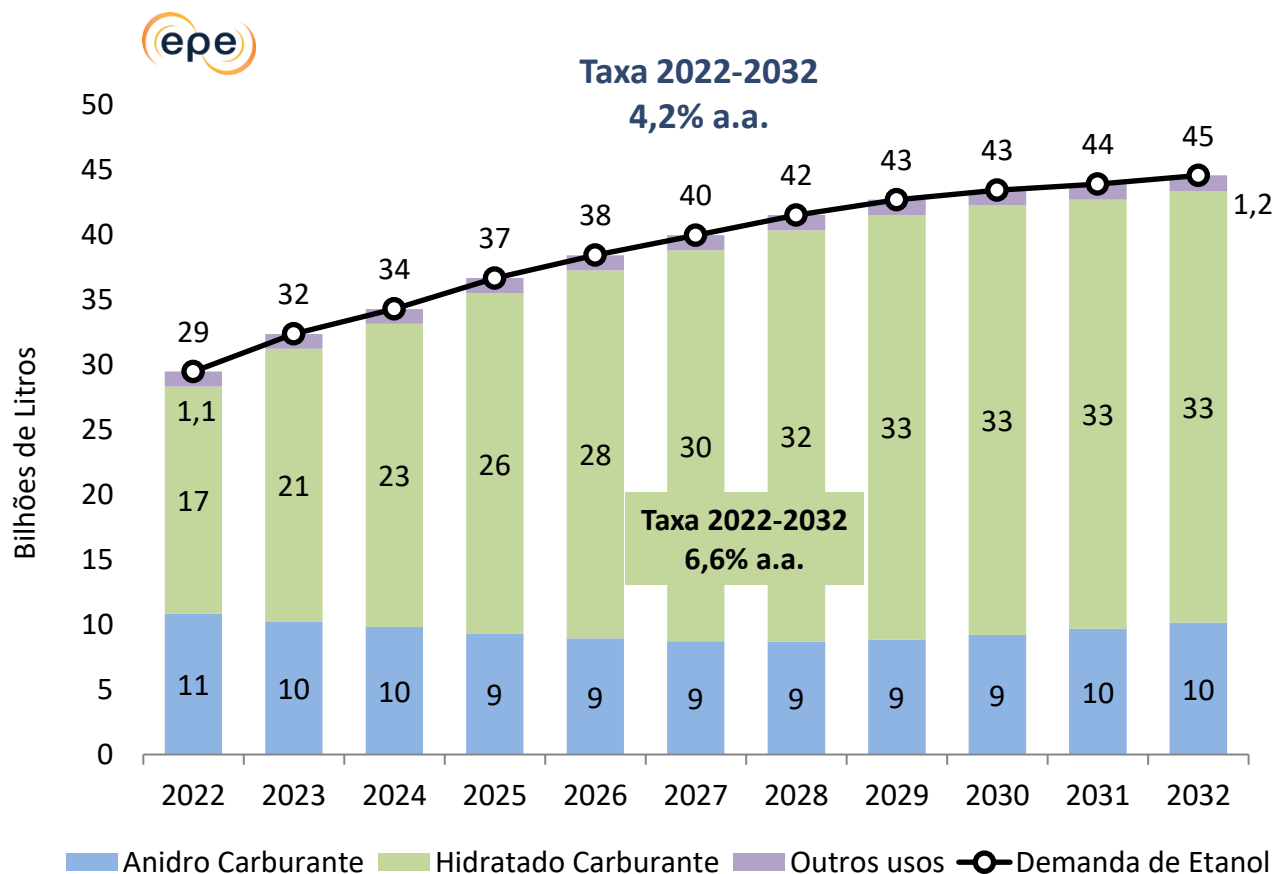
Projeção da oferta total de etanol



Fonte: Elaboração EPE

- O etanol de cana-de-açúcar mantém grande participação na oferta total:
 - Estimam-se **36,1 bilhões de litros em 2032** a partir da cana (26,6 bilhões em 2021).
- O etanol de milho apresenta grande crescimento no período:
 - Estimam-se **9,1 bilhões de litros em 2032** a partir do cereal (3,3 bilhões em 2021).
- Produção de etanol lignocelulósico:
 - Utilizará pequena parcela do bagaço e da palha produzidos;
 - Projetam-se **560 milhões de litros em 2032**.

Projeção da demanda total de etanol



Fonte: Elaboração EPE

- Maior competitividade do hidratado frente à gasolina:
 - Sinais positivos provenientes do RenovaBio;
 - Melhorias dos fatores de produção, realizadas pelo setor.
- Participação do etanol carburante no ciclo Otto de **55% em 2032** (44% em 2022).
- *Market share* do etanol hidratado nos veículos *flex fuel* será de **48% em 2032** (32% em 2022).
- Uso não carburante (bebidas, cosméticos, produtos farmacêuticos, compostos oxigenados e álcoolquímicos): **1,2 bilhão de litros em 2032**.

Mercado Internacional

- Balanço positivo em todo o período.
- Tendências mundiais:
 - Políticas de incentivo à eficiência energética e/ou promoção de fontes energéticas mais avançadas;
 - Modestos volumes comercializados, em comparação aos combustíveis fósseis;
 - Biocombustíveis continuarão importantes para a segurança do abastecimento, diversificação da matriz energética e redução da emissão de GEE.
- Principais destinos e políticas:
 - EUA: *Renewable Fuel Standard*, volumes definidos pela EPA (*Environment Protection Agency*);
 - União Europeia: *Renewable Energy Directive*;
 - Ásia: China e Japão (mandatórios) e Coreia do Sul (indústria e setor alimentício).

Exportações em 2032: 2,3 bilhões de litros



Fonte: [Freepik](#)

Bioeletricidade da cana-de-açúcar

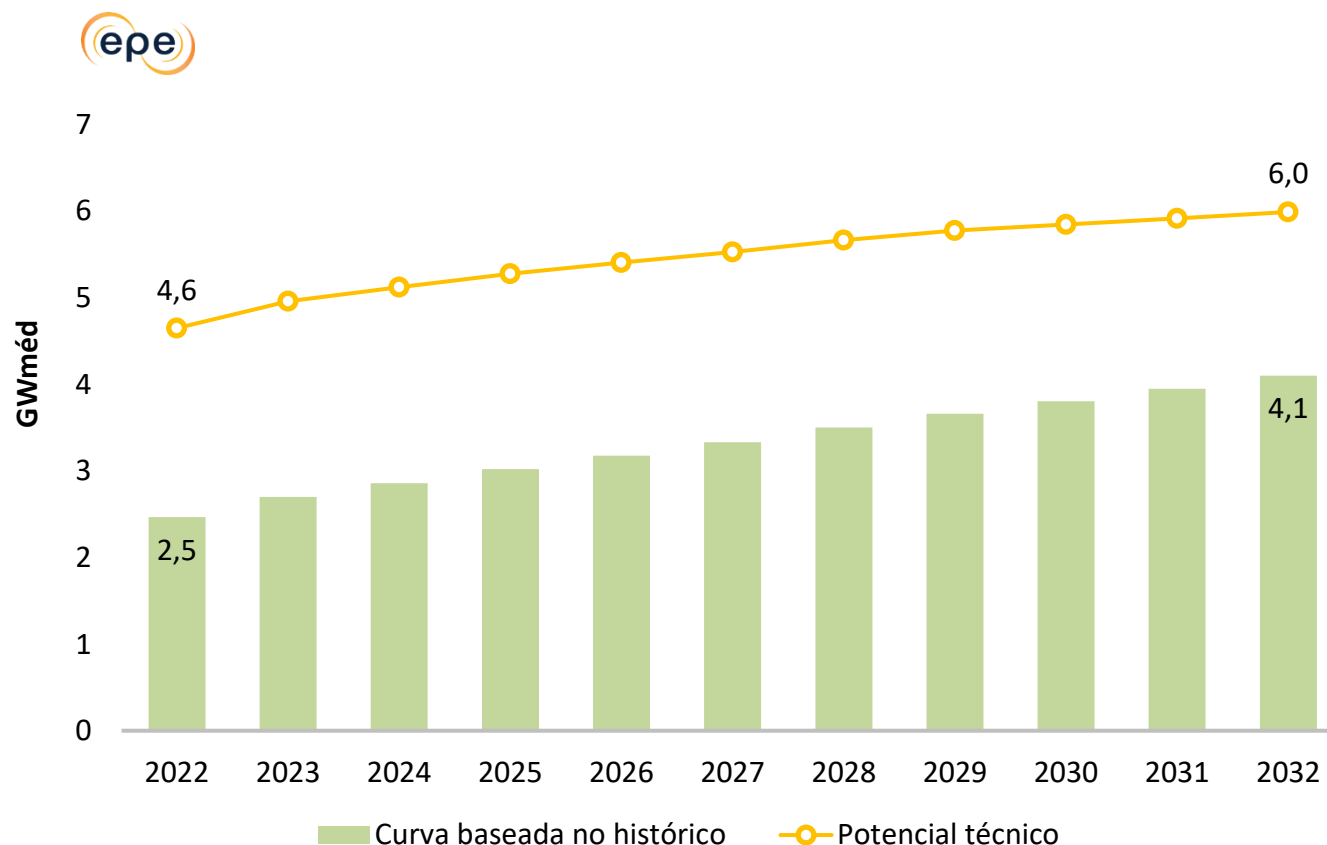
Contextualização

- O aproveitamento energético da biomassa residual da cana-de-açúcar destina-se ao autoconsumo e à exportação ao SIN.
- A capacidade de geração a biomassa de cana atingiu 12,2 GW em setembro de 2022, um aumento superior a 30%, em relação a 2016.
- Cerca de 236 unidades comercializam energia (aproximadamente 40%, através dos leilões).
- Até outubro de 2022, foram realizados 64 certames, ocorrendo venda de energia das usinas sucroenergéticas em 32.



Fonte: energiaquefalacomvoce

Potencial de exportação de eletricidade gerada por bagaço

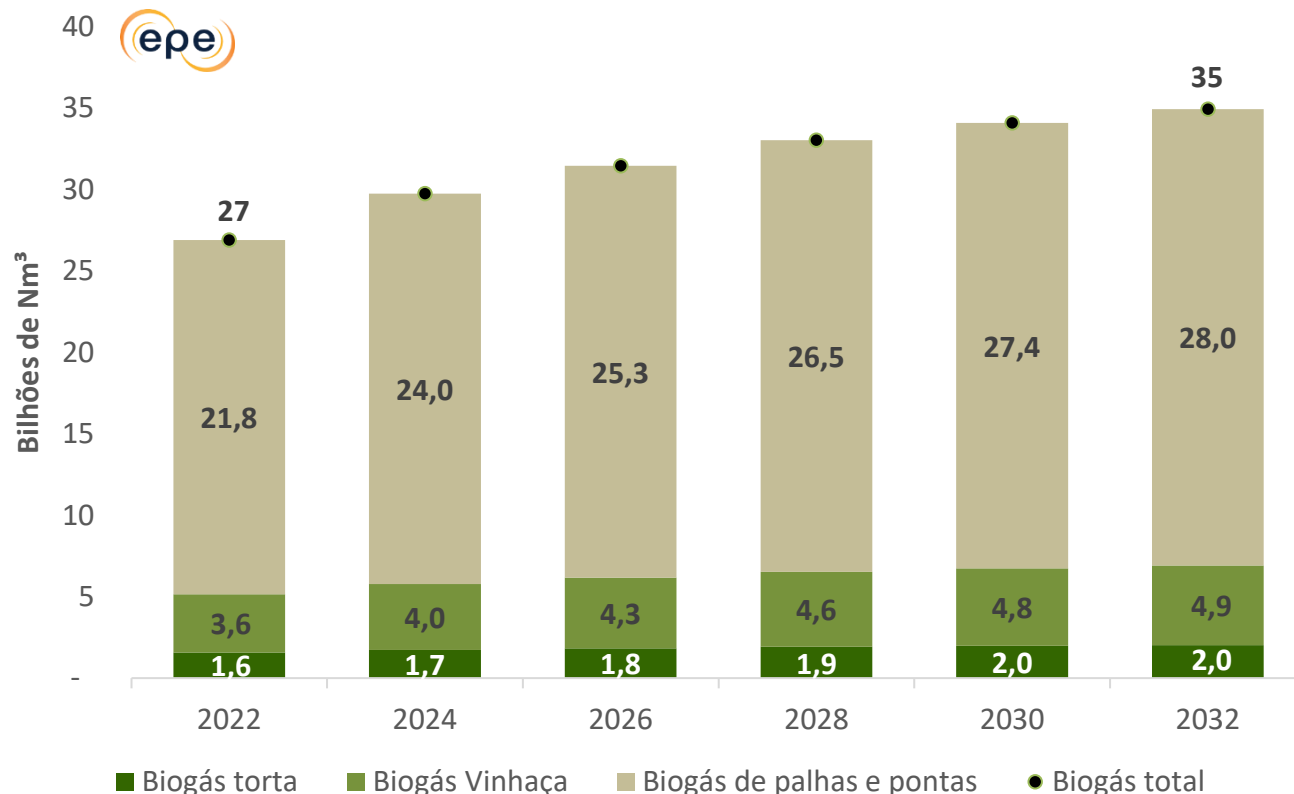


Fonte: Elaboração EPE

- Estima-se que a participação da bioeletricidade na matriz elétrica nacional será mantida, embora sua comercialização no ambiente regulado (ACR) diminuirá ao longo do período.
- O ambiente de contratação livre (ACL) e a liquidação de energia no mercado *spot* (PLD) poderão se configurar como mercados majoritários para a comercialização de energia deste segmento.
- O potencial técnico de exportação de energia a partir da biomassa de palhas e pontas da cana pode variar entre 6,6 GW médios e 10,5 GW médios ao fim do período decenal, de acordo com fatores disponíveis na literatura.

Biogás/Biometano

Potencial de biogás com biomassa residual de cana-de-açúcar



Fonte: Elaboração EPE

- Ações governamentais: Novo Mercado de Gás; Marco legal da Micro e Minigeração Distribuída (MMGD) e do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) (Lei nº 14.300/2022) e inclusão do biometano no REIDI.

- O potencial de **biometano** alcança **19,2 bilhões de Nm³ em 2032** (34,9 bilhões de Nm³ de biogás), com a destinação de toda vinhaça, torta de filtro e palhas e pontas.
- Potencial de exportação de energia elétrica a partir do biometano (vinhaça e torta de filtro) atinge 2,1 GWmédio no ano de 2032.

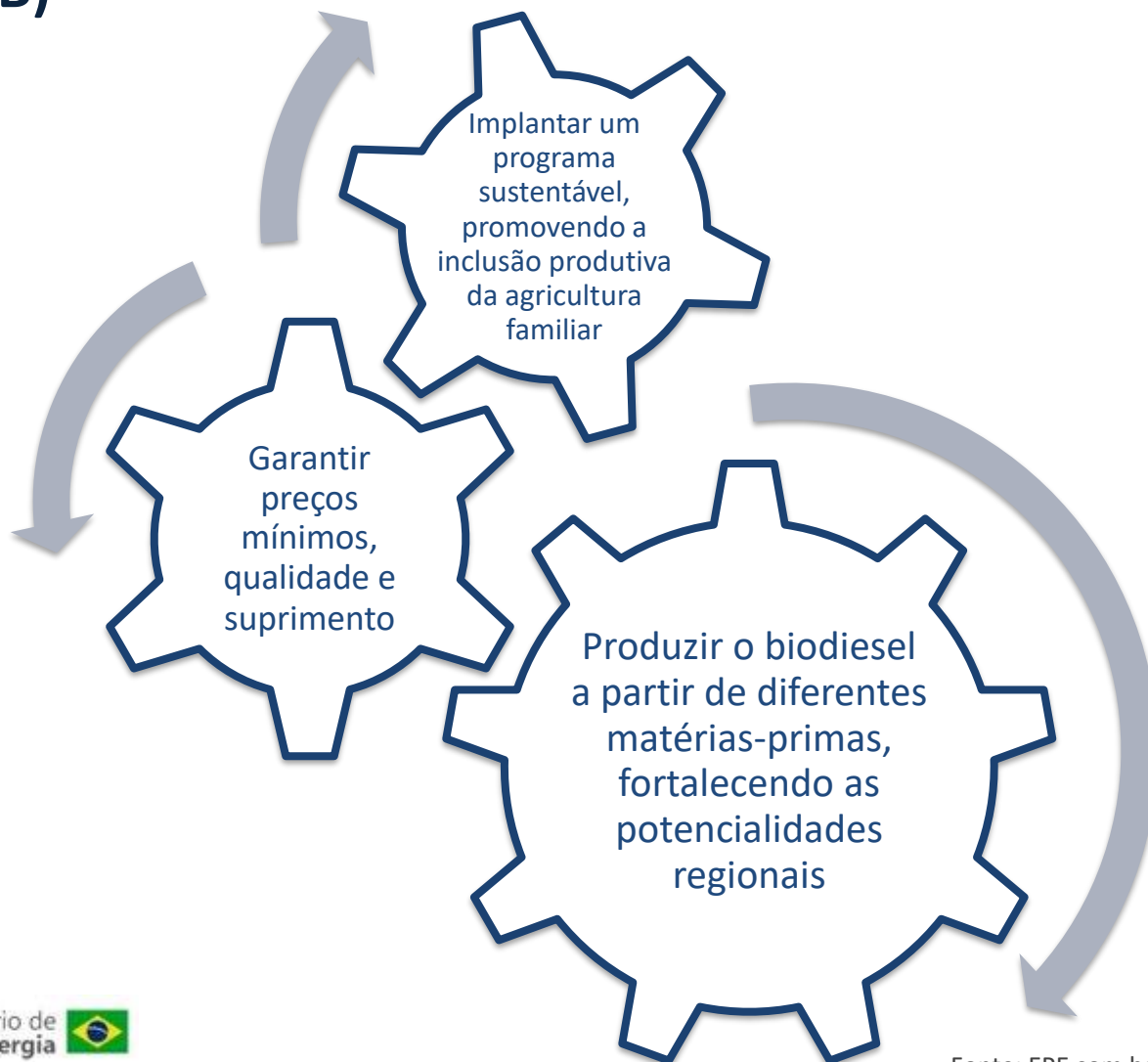
Análise de sensibilidade

- Caso sejam consideradas apenas as usinas mais saudáveis financeiramente, o potencial de **biometano** seria de **3,5 bilhões de Nm³ em 2032** (cerca de 9 bilhões de Nm³ de biogás).
- Considerando exclusivamente os insumos vinhaça e torta de filtro deste mesmo grupo, a produção de **biometano** seria de **1,8 bilhão** (3,3 bilhões de biogás), que poderia gerar 1,0 GWmédio.
- A produção de biometano da vinhaça e torta de filtro seria suficiente para suprir cerca de 20% da demanda de diesel A do setor agropecuário. Caso se considerem as palhas e pontas, o segmento seria autossuficiente.

Biodiesel



Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)

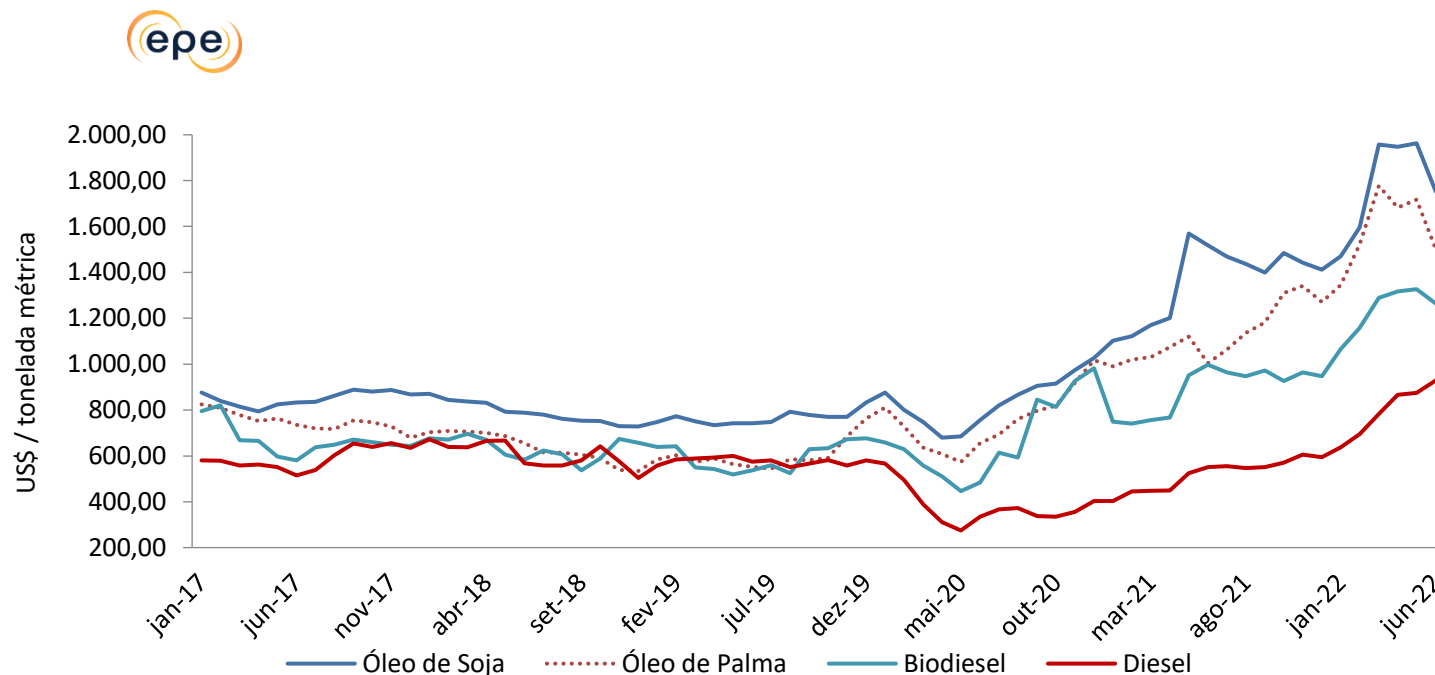


- Foram produzidos 6,8 bilhões de litros de biodiesel pela indústria nacional em 2021.
- Possibilidade do uso voluntário em percentual superior ao obrigatório (frotas cativas e usos ferroviário, agrícola, industrial e experimental).
- Os leilões eram realizados em duas fases: na 1ª somente participavam as detentoras do SCS (80% do volume); os 20% restantes eram disputados por todas as usinas.
- Até outubro de 2021, foram realizados 82 leilões.
- A partir de janeiro de 2022 passou vigorar o novo modelo de comercialização de livre negociação entre produtores e distribuidores (**Resolução CNPE nº 14/2020**).
 - A resolução também estabeleceu que no mínimo 80% do volume total comercializado deve ser oriundo de unidades detentoras do SBS.

Matérias-primas

- Destacam-se o óleo de soja e sebo bovino.
- O óleo de soja deve manter sua posição de liderança até o fim do período analisado.
- O sebo bovino ocupa o segundo lugar e, outros, como materiais graxos e óleo de fritura, vêm apresentando um crescimento.
- A matéria-prima corresponde a cerca de 80% do custo total. Para os próximos dez anos, estima-se que este preço acompanhará os valores das *commodities* em geral.

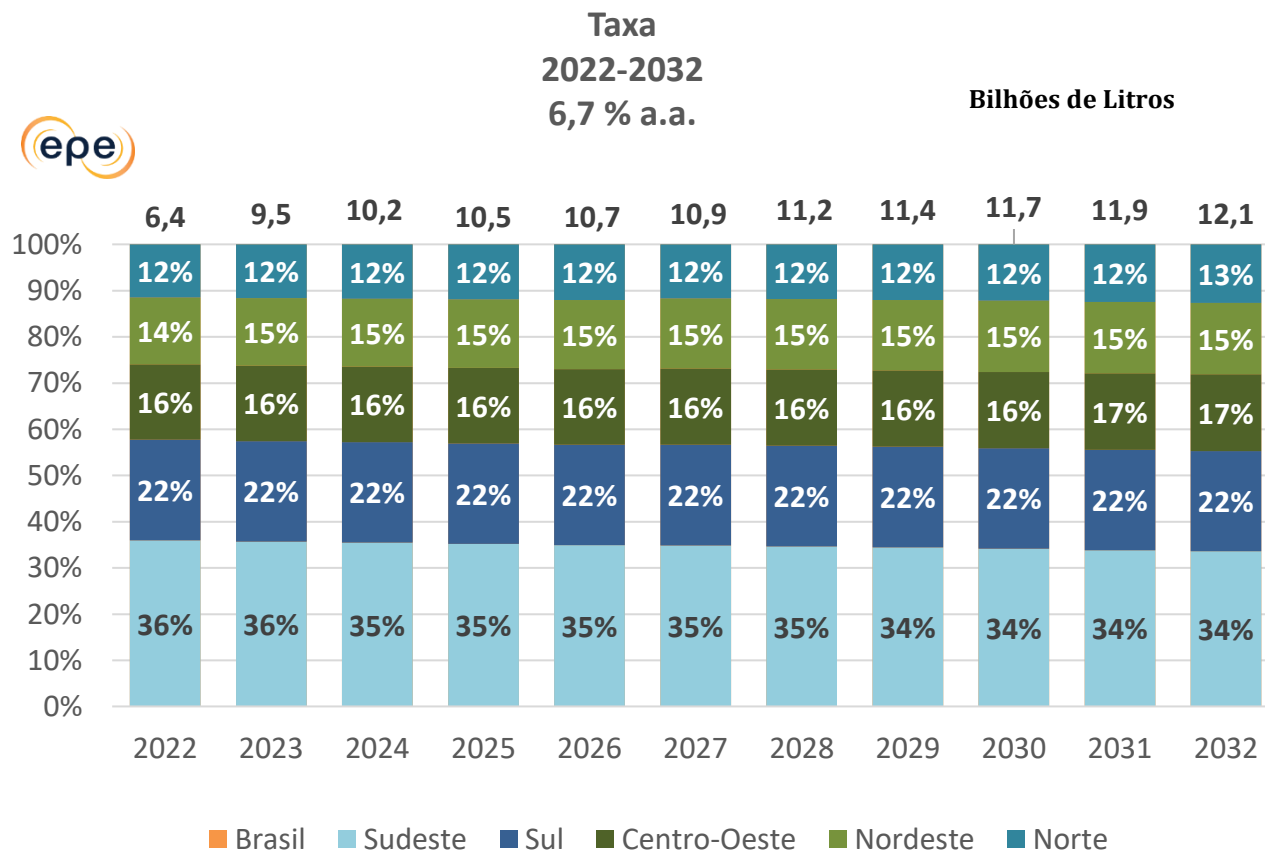
Preços internacionais do biodiesel, diesel e óleos de soja e de palma



Fonte: EPE com base em ABIOVE (2022), ANP (2022) e IndexMundi (2022)

- Desde setembro de 2020, observa-se um progressivo aumento com distanciamento entre os preços médios de venda entre o biodiesel e o diesel fóssil, com acentuada diferenciação entre estes. Este comportamento acompanha a elevação dos preços internacionais do óleo de soja, superior à dos preços do diesel. Considerando o dever institucional do CNPE, foi estabelecida a redução do teor de mistura BX entre 2020 e 2022.

Demanda de Biodiesel



Nota: Possibilidades para o éster e o parafínico
Fonte: Elaboração EPE

- As regiões Sul e Centro-Oeste lideram a produção, embora a demanda esteja mais concentrada na Região Sudeste.
- Estímulos a culturas adaptadas às Regiões Norte e Nordeste podem aumentar suas produções e reduzir o desequilíbrio regional.

| 2032 | | | |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------|
| Região | Capacidade Instalada | Consumo Obrigatório | Balço |
| milhões de litros | | | |
| Norte | 1.113 | 1.537 | -424 |
| Nordeste | 1.258 | 1.868 | -610 |
| Sul | 5.246 | 2.628 | 2.618 |
| Sudeste | 2.217 | 4.078 | -1.861 |
| Centro-Oeste | 7.215 | 2.011 | 5.204 |
| Brasil | 17.048 | 12.122 | 4.926 |

Fonte: EPE com base em ANP (jul. 2021)

- Em maio de 2021 foi publicada a Resolução ANP 842 que estabeleceu a especificação do diesel verde.

- **Diesel Verde** é um combustível renovável formado por uma mistura de hidrocarbonetos com composição química análoga à do combustível fóssil (*drop in*), podendo ser produzido a partir de diferentes rotas, como o hidrotreamento de óleo vegetal e animal, da síntese de Fischer-Tropsch proveniente de fontes renováveis, de processos fermentativos e da oligomerização de álcoois. O produto oriundo destes processos físico-químicos poderá compor a mistura do óleo diesel B.
- A Resolução ANP nº 842/2021 (ANP, 2021) regulamentou as especificações necessárias e obrigações quanto ao controle de qualidade do diesel verde para a sua comercialização no país.
- O **diesel coprocessado** refere-se à transformação de biomassa renovável simultaneamente com frações médias de petróleo, como o diesel, em refinarias para produção de combustíveis.
- Em 2022, Vibra Energia e Brasil BioFuels (BBF) anunciaram uma parceria para a produção e comercialização de SAF e HVO, a partir de óleo de palma, em uma biorrefinaria (Manaus) com início de operação em 2025 e produção de 500 mil m³ por ano. A Petrobras inseriu em seu Plano Estratégico 2022-2026 a construção de uma biorrefinaria, para produção entre 500 e 1000 kt/ano de HVO e de combustível sustentável de aviação, a partir de 2027.

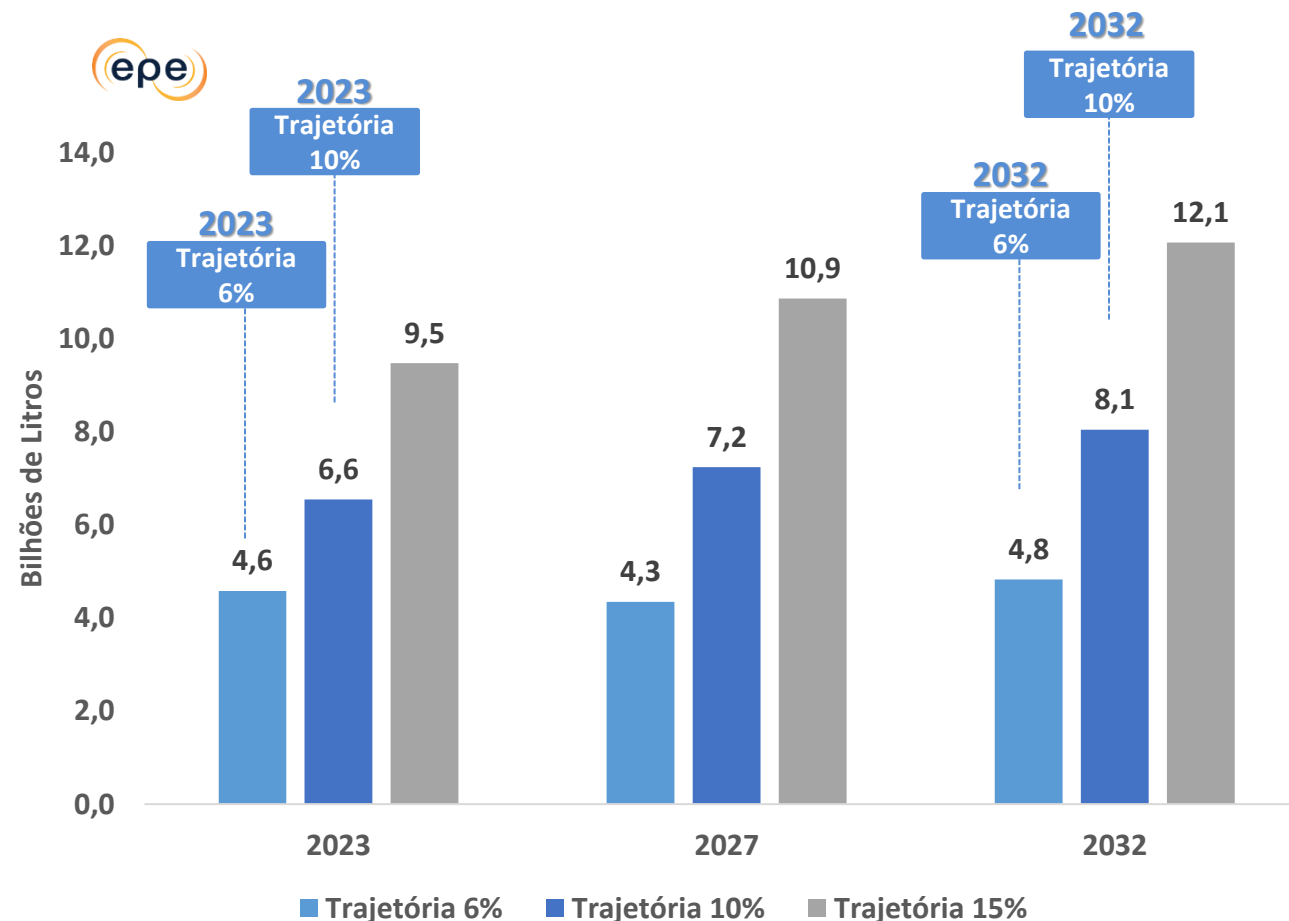
Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)

- Possui dever institucional de proteção dos interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos combustíveis.
- Lei nº 13.263/2016: possibilidade de redução do biodiesel (até uso de B6), a qualquer tempo, por motivo justificado de interesse público.
- Redução do teor de mistura BX entre 2020 e 2022, em função da acentuada diferenciação entre os preços médios de venda do biodiesel e do diesel fóssil.

Análise de Sensibilidade

- Foi realizada uma análise de sensibilidade para a demanda de biodiesel, através da construção de trajetórias alternativas de mandato do biocombustível no diesel B:
 - **TRAJETÓRIA 6%:** A partir de abr/23, alteração do percentual de mistura para 6% por todo o período, limite mínimo estabelecido pela Lei nº 13.263/2016.
 - **TRAJETÓRIA 10%:** Manutenção do percentual de mistura de 10%, vigente em 2022, por todo o período.
 - **TRAJETÓRIA 15% (CNPE 16/2018):** A partir de abr/23, alteração do percentual de mistura para 15%, valor mantido por todo período.

Demanda de Biodiesel



Fonte: Elaboração EPE

Outros Biocombustíveis





ICAO

CORSIA



- CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*) é um instrumento aprovado pela Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) em 2016, em alinhamento com as resoluções da COP 21.
- Obriga a indústria de aviação civil dos países signatários a neutralizar ou compensar suas emissões de gases do efeito estufa.
- Existem processos certificados na ASTM. A Resolução ANP nº 778/2019 regulamentou a utilização de cinco diferentes rotas de obtenção de querosene de aviação alternativos.
- O Programa Combustível do Futuro (Resolução CNPE nº 7/2021) instituiu grupo técnico interministerial para avaliar a forma de inserção do SAF na matriz de transporte.
- Existem iniciativas para fomentar o desenvolvimento industrial e aprofundar o conhecimento da comunidade técnico-científica sobre o SAF, além de intenção de investimentos em plantas produtoras.
- Estima-se a produção consorciada do SAF com o HVO, a BioNafta e BioGLP, a partir das biorrefinaria da BBF e da Petrobras.
- A razão de produção estimada, para a biorrefinaria da BBF, é de 40% para o SAF e 42% para o HVO, o que representa cerca de **200 mil m³ de SAF e 210 mil m³ para o HVO em 2032.**



Fonte: Freepik

- IMO (Organização Marítima Internacional) é a agência da ONU, composta por 174 Estados Membros, responsável por garantir a regulamentação e cumprimento das regras internacionais, determinadas no ANEXO IV da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (MARPOL).
- Estabeleceu novos limites de emissão de enxofre para o meio ambiente, que vigoram desde o início de 2020, fixados em 0,5% para áreas em geral e 0,1% nas áreas de controle de emissão (ECAs).
- O uso de biocombustíveis é uma das alternativas para atender aos limites de emissão no cenário decenal, já que o seu conteúdo de enxofre é quase nulo, e são atendidos os requisitos de redução de emissões de CO₂.
- O Subcomitê Combustíveis Marítimos, no âmbito do Comitê Técnico do Programa Combustíveis do Futuro, se dedicou a estudos específicos para este segmento, com o objetivo de estabelecer uma estratégia nacional, junto à IMO, para estímulo ao uso de combustíveis sustentáveis no transporte marítimo.

Considerações Finais



Os biocombustíveis continuarão a ter participação relevante na matriz energética brasileira no horizonte decenal. Somado ao RenovaBio, o estabelecimento do Programa Combustível do Futuro corrobora os desdobramentos positivos e o fortalecimento do setor, projetados para o próximo decênio.

A redução de custos de produção, a efficientização do processo produtivo e o aumento da competitividade do etanol frente à gasolina, associados à necessidade de incremento da capacidade de produção de etanol, motivarão investimentos em unidades *greenfields* e em unidades existentes.

Espera-se uma expansão do período de geração de bioeletricidade, incorporando palhas e pontas e, em alguns casos, biomassas diferentes da cana. 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.

O biogás do setor sucroenergético (vinhaça, torta de filtro e palhas e pontas) terá uma maior inserção na matriz energética, podendo ser destinado à geração elétrica, substituição ao diesel e misturado ao gás natural fóssil, nas malhas de gasodutos.

Espera-se que o óleo de soja permaneça como a principal matéria-prima para a produção nacional de biodiesel no decênio, sendo importante para o PNPB o desenvolvimento de culturas alternativas. Dentre os óleos vegetais, o de palma apresenta o maior volume de produção no mercado internacional, além de preços mais competitivos. Além da palma, os óleos de milho e macaúba surgem como potenciais insumos.

A demanda de biodiesel manter-se-á nos limites definidos por lei, sendo o FAME o principal produto.

A regulamentação do uso do diesel verde pode trazer oportunidades para a inserção dos hidrocarbonetos parafínicos de origem na biomassa no ciclo Diesel, ampliando a participação dos biocombustíveis na matriz de transportes. Adicionalmente, o uso do diesel coprocessado pode contribuir para a redução das emissões.

O PNPB demonstrou ser uma importante política pública de inserção da agricultura familiar na economia formal, sendo esse modelo passível de ser replicado tanto para novos biocombustíveis, como para outros setores. Ressalta-se que a agricultura familiar é responsável pela produção de uma parcela considerável da cesta de alimentos consumida pela população brasileira.

No Brasil, existem iniciativas para criar políticas públicas e aprofundar o conhecimento sobre os combustíveis sustentáveis de aviação, de forma a viabilizá-los economicamente, além de intenções para investimentos.



www.epe.gov.br

Diretora

Heloisa Borges Bastos Esteves

Coordenação Técnica

Angela Oliveira da Costa
Rachel Martins Henriques
Rafael Barros Araujo

Superintendência de Derivados de Petróleo e Biocombustíveis

Equipe Técnica

Dan Abensur Gandelman
Euler João Geraldo da Silva
Juliana Rangel do Nascimento
Leônidas Bially Olegário dos Santos
Marina Damião Besteti Ribeiro
Paula Isabel da Costa Barbosa



EPE - Empresa de Pesquisa Energética
Praça Pio X, nº 54. Centro.
Rio de Janeiro – RJ, 20091-040.

