

Perspectivas das exportações de etanol no Brasil¹

Daniela Tatiane de Souza²
José Dilcio Rocha³
Osvaldo Tadatomo Oshiro⁴
Rafael Mingoti⁵

Resumo – As exportações brasileiras de etanol podem se beneficiar da crescente busca por uma economia de baixo carbono e por adequações no balanço entre a oferta e a demanda nacional por esse biocombustível. Desde 2012, o País elevou a produção, que atingiu o pico em 2019, com 35,3 bilhões de litros. As vendas do produto passaram de 9,8 bilhões de litros em 2012 para 16,8 bilhões de litros em 2021. Este artigo traça algumas perspectivas para as exportações de etanol até 2031, à luz de um estudo da Empresa de Pesquisa Energética e de informações sobre a produção de açúcares totais recuperáveis (ATR) no País. O método de pesquisa baseou-se em adaptações preditivas para cenários distintos de crescimento de oferta e demanda do biocombustível. Os resultados indicam que há potencial para expansão das exportações até 2031, mas há também a necessidade de se ampliar a capacidade de produção, de modo a favorecer a transição energética nacional.

Palavras-chave: cenários, demanda, oferta.

Perspectives for ethanol exports in Brazil

Abstract – Brazilian ethanol exports may benefit from the growing search for a low-carbon economy and from adjustments in the balance between the national supply and demand for this biofuel. Since 2012, the country's production of biofuel has been increasing, and peaked at 35.3 billion liters in 2019. Biofuel sales grew from 9.8 billion liters in 2012 to 16.8 billion liters in 2021. This article gives an outlook for ethanol exports through to 2031, built from a study by Empresa de Pesquisa Energética and from some information on the production of total recoverable sugars (ATR) in the country. The research method was based on predictive adaptations for different scenarios of supply and demand by this biofuel. The results indicate that there is potential for exports to grow until 2031; however, there is also the need to boost the country's production capacity, in order to facilitate the national energetic transition.

Keywords: scenarios, demand, supply.

¹ Original recebido em 30/9/2022 e aprovado em 1º/2/2023.

² Economista, doutora, Embrapa Territorial. E-mail: daniela.souza@embrapa.br

³ Engenheiro Químico, doutor, Embrapa Territorial. E-mail: jose.rocha@embrapa.br

⁴ Engenheiro da Computação, Embrapa Territorial. E-mail: osvaldo.oshiro@embrapa.br

⁵ Engenheiro-agrônomo, Embrapa Territorial. E-mail: rafael.mingoti@embrapa.br

Introdução

O Brasil está numa condição singular de promoção de suas fontes de energia renovável. Os compromissos climáticos firmados por economias em busca de uma matriz energética limpa e com baixa emissão de carbono, de um lado, e as potencialidades brasileiras das fontes de biomassa agroindustriais, de outro, trazem oportunidades relevantes no contexto da sustentabilidade ambiental.

A biomassa da cana-de-açúcar é considerada uma opção promissora na agenda de transição energética global, por ser a fonte renovável que abrange a maior parcela na matriz energética, 19,1% em 2021, segundo o Balanço Energético Nacional (EPE, 2021a). Espera-se que o etanol contribua significativamente para as metas de descarbonização estabelecidas pelo Brasil na 26ª Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP-26). Entre as metas, estão a redução de 50% das emissões de gases de efeito estufa e uma participação de 45% a 50% de fontes renováveis na matriz energética brasileira até 2030 (Malzoni, 2021). Esse papel, contudo, deve ser balizado por um conjunto de ações sobre a infraestrutura necessária para alcançar essas metas, visando a uma transição energética coordenada.

As exportações brasileiras de etanol dependem, em grande medida, das políticas tarifárias e não tarifárias dos países importadores e de subsídios aos produtores domésticos, com destaque para os Estados Unidos (Rosa et al., 2018). Schutte & Barros (2010) também já haviam apontado que, no início do século 21, o Brasil enfrentava grandes desafios para se consolidar como exportador de etanol, entre eles a estabilização do mercado internacional para o produto. Assim, seria necessário diminuir as restrições à entrada do etanol nos países ricos e fazer frente ao grande número de países produtores que, por condições naturais e estratégias de desenvolvimento, concentram-se na África e na América Central (países pobres).

Essas necessidades estariam em consonância com o objetivo de commoditização do

etanol. Essa internacionalização depende não só do aumento do número de países produtores de etanol e das porcentagens de mistura, obrigatórias ou não, mas também de fatores que dificultam sua conversão em commodity global (Rached, 2011). Mais recentemente, a guerra entre Rússia e Ucrânia evidenciou a necessidade de diversificação de fontes de energia. A demanda mundial por etanol, notadamente por países que não são produtores relevantes, pode ser uma importante oportunidade para o Brasil (Leão & Tauszig, 2022).

Este artigo traça perspectivas para as exportações brasileiras de etanol à luz da oferta e demanda do produto, com base em premissas e metas estipuladas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021b), e avança em análises que envolvem o atrelamento dos preços dos açúcares totais recuperáveis (ATR) à oferta do produto.

Constatou-se que, no cenário de crescimento médio, as quantidades exportadas do produto podem atingir 2.305.890 litros de etanol em 2031, com preços variáveis conforme sua oferta. Prevê-se que a demanda por etanol oscile de acordo com as vendas do ciclo Otto e atinja 38,3 bilhões de litros no mesmo ano (crescimento médio). Embora o ritmo de expansão das exportações até 2031 possa ser considerado relativamente moderado, as metas nacionais de redução de CO₂, que exigirão cerca de 50 bilhões de litros de etanol de cana-de-açúcar (Rodrigues, 2022), requerem melhor dimensionamento da oferta e demanda do produto e estratégias coordenadas em direção a uma economia de baixo carbono.

Panorama da produção de cana e etanol no Brasil

Biomassa da cana para etanol

A produção de cana é bastante pulverizada no Brasil. Em 2019, 16 municípios respondiam por 10% da área colhida no País (Tabela 1), valor bem maior que o verificado em 2000,

Tabela 1. Cana-de-acúcar – área colhida entre 2000 e 2019 (ha).

Município	Área colhida em 2000 (ha)	Part. relativa 2000 (%)	Part. acum. 2000 (%)	Área colhida em 2019 (ha)	Part. relativa 2019 (%)	Part. acum. 2019 (%)
Morro Agudo, SP	78.000	1,6		99.000	1,0	
Nova Alvorada do Sul, MS	4.094	0,1	1,7	94.925	0,9	1,9
Rio Brillhante, MS	14.841	0,3	2,0	86.822	0,9	2,8
Uberaba, MG	5.000	0,1	2,1	83.900	0,8	3,6
Quirinópolis, GO	0	0,0	2,1	70.964	0,7	4,3
Barretos, SP	16.000	0,3	2,5	67.200	0,7	5,0
Guaíra, SP	23.000	0,5	2,9	62.000	0,6	5,6
Costa Rica, MS	0	0,0	2,9	61.795	0,6	6,2
Valparaíso, SP	16.800	0,3	3,3	58.368	0,6	6,8
Frutal, MG	3.600	0,1	3,4	55.360	0,5	7,3
Jaboticabal, SP	40.000	0,8	4,2	54.000	0,5	7,9
Ivinhema, MS	0	0,0	4,2	52.764	0,5	8,4
Denise, MT	24.520	0,5	4,7	52.720	0,5	8,9
Angélica, MS	0	0,0	4,7	51.793	0,5	9,4
Mineiros, GO	15	0,0	4,7	50.000	0,5	9,9
Paraguaçu Paulista, SP	36.500	0,8	5,5	49.200	0,5	10,4
Piracicaba, SP	40.000	0,8	6,3	48.000	0,5	10,9
Goiatuba, GO	5.244	0,1	6,4	47.800	0,5	11,4
Ituverava, SP	13.600	0,3	6,7	47.500	0,5	11,8
Barra do Bugres, MT	19.834	0,4	7,1	46.904	0,5	12,3
Total – 20 municípios	341.048			1.241.015		
Total – Brasil	4.804.511			10.081.170		

Fonte: IBGE (2021).

quando os mesmos municípios responderam por apenas 5,5% da área colhida (IBGE, 2021). As maiores áreas colhidas foram identificadas em Morro Agudo, SP, 99.000 ha; Nova Alvorada do Sul, MS, 94.925 ha; Rio Brillhante, MS, 86.222 ha; e Uberaba, MG, 83.900 ha. Destacam-se o elevado crescimento da área colhida em Nova Alvorada do Sul em 2019, 23 vezes maior que a área colhida em 2000, e o aumento de 17 vezes em Uberaba no mesmo período, mas também a entrada de novos municípios produtores, como Quirinópolis, GO, Costa Rica, MS, Ivinhema, MS e Angélica, MS, que exibiram um novo perfil socioeconômico a partir da expansão da cana

para o Centro-Oeste. Quirinópolis, que na década de 2000 era grandemente reconhecida pela produção de gado e soja, assistiu à expansão do número de usinas, empresas e universidades relacionadas à atividade canavieira no período (Alves & Silva, 2017).

Como reflexo da área colhida, 16 municípios respondiam também por 10% da quantidade produzida em 2019, com destaque para Morro Agudo, 7,6 milhões de toneladas; Uberaba, 6,8 milhões; Nova Alvorada do Sul, 6,5 milhões; e Rio Brillhante, 6,3 milhões (IBGE, 2021). A área destinada ao setor sucroenergético cresceu expressivamente de 2000 a 2019, principalmente

por causa do aumento da demanda por etanol para veículos flex e do mercado de açúcar.

A Tabela 2 mostra as quantidades das fontes de biomassa destinadas para a produção de etanol no Brasil em 2021.

Ao contrário do que acontece em outras atividades agrícolas, como o plantio de milho, que pode ocorrer independentemente de haver na região uma indústria beneficiadora, a produção de cana em uma região exige pelo menos a usina para processá-la. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2022), em 2022 havia 416 usinas produtoras de açúcar e etanol no Brasil. Considerando-se que muitas

fazem parte do mesmo grupo, o número cai para 315 unidades – 35% em São Paulo, 12% em Goiás, 11% em Minas Gerais e 6% em Mato Grosso do Sul. O principal produtor de etanol no País é o grupo Raízen, cuja capacidade total de produção é de 151.481 m³/dia de etanol hidratado e 95.315 m³/dia de etanol anidro, seguido dos grupos Pedra Agroindustrial, Tereos Açúcar e Energia e FS Agrisolutions, todos com produções expressivas.

A produção de etanol de milho tem apresentado progresso considerável nos últimos anos e atingiu 2,4 bilhões de litros em 2020 (Unica, 2021). Em 2021, existiam 20 unidades em operação, com capacidades de processamento de

Tabela 2. Quantidade de matéria-prima utilizada na produção de etanol no Brasil em 2021 (t).

Estado	Cana-de-açúcar	Melaço	Bagaço ou palha de cana	Milho	Outras matérias-primas	Total
São Paulo	129.772.602	6.790.893	72.724	20.711	31.252	136.688.183
Goiás	50.567.418	511.944		875.812	33.038	51.988.212
Mato Grosso do Sul	30.437.775	370.833				30.808.608
Minas Gerais	25.459.403	2.084.979			217.315	27.761.697
Mato Grosso	10.916.266	91.435		5.909.356	1.545	16.918.602
Paraná	14.544.185	5.061		39.565	9.071	14.597.881
Paraíba	4.163.315	2.960				4.166.275
Bahia	3.431.023	66.093				3.497.116
Pernambuco	2.263.306	379.438			25.538	2.668.282
Alagoas	1.818.781	628.415	10.688			2.457.883
Tocantins	2.290.884					2.290.884
Maranhão	2.005.419	5.290				2.010.709
Rio de Janeiro	1.564.124					1.564.124
Espírito Santo	1.405.678	12			894	1.406.584
Sergipe	991.664	41.456				1.033.119
Rio Grande do Norte	964.693	45.515				1.010.208
Pará	648.873					648.873
Piauí	219.820	84.253				304.073
Amazonas	63.163					63.163
Rio Grande do Sul					2	2
Total	283.528.391	11.108.576	83.412	6.845.444	318.654	301.884.478

Fonte: ANP (2022b).

14,5 milhões de toneladas de milho e capacidade de produção de 3,7 bilhões de litros de etanol (IBGE, 2021). O Brasil conta também com duas plantas comerciais de etanol de celulose (E2G) (Granbio e Raízen), com capacidade de produção nominal de 60 milhões e 42 milhões de litros por ano, respectivamente, e que operam abaixo da sua capacidade nominal (Granbio, 2021; Raízen, 2021).

Oferta e demanda de etanol

Entre 2012 e 2021, a produção de etanol cresceu 21% e totalizou 29,9 bilhões de litros

em 2021, sendo 18,5 bilhões litros de etanol hidratado e 11,4 bilhões de etanol anidro, ou seja, 61,9% e 38,1%, respectivamente (ANP, 2022b). A Figura 1 mostra a expansão da produção de etanol no Brasil entre 2012 e 2021.

Em 2019, a produção de etanol no País atingiu o pico de 35,3 bilhões de litros, influenciada pela retração do segmento de açúcar, com problema de excesso de oferta no mercado mundial à época. Em 2020, a demanda fragilizada pela pandemia de Covid-19 pressionou os valores de etanol e, na safra de 2021, as geadas e secas obrigaram as usinas do Centro-Sul a paralisarem

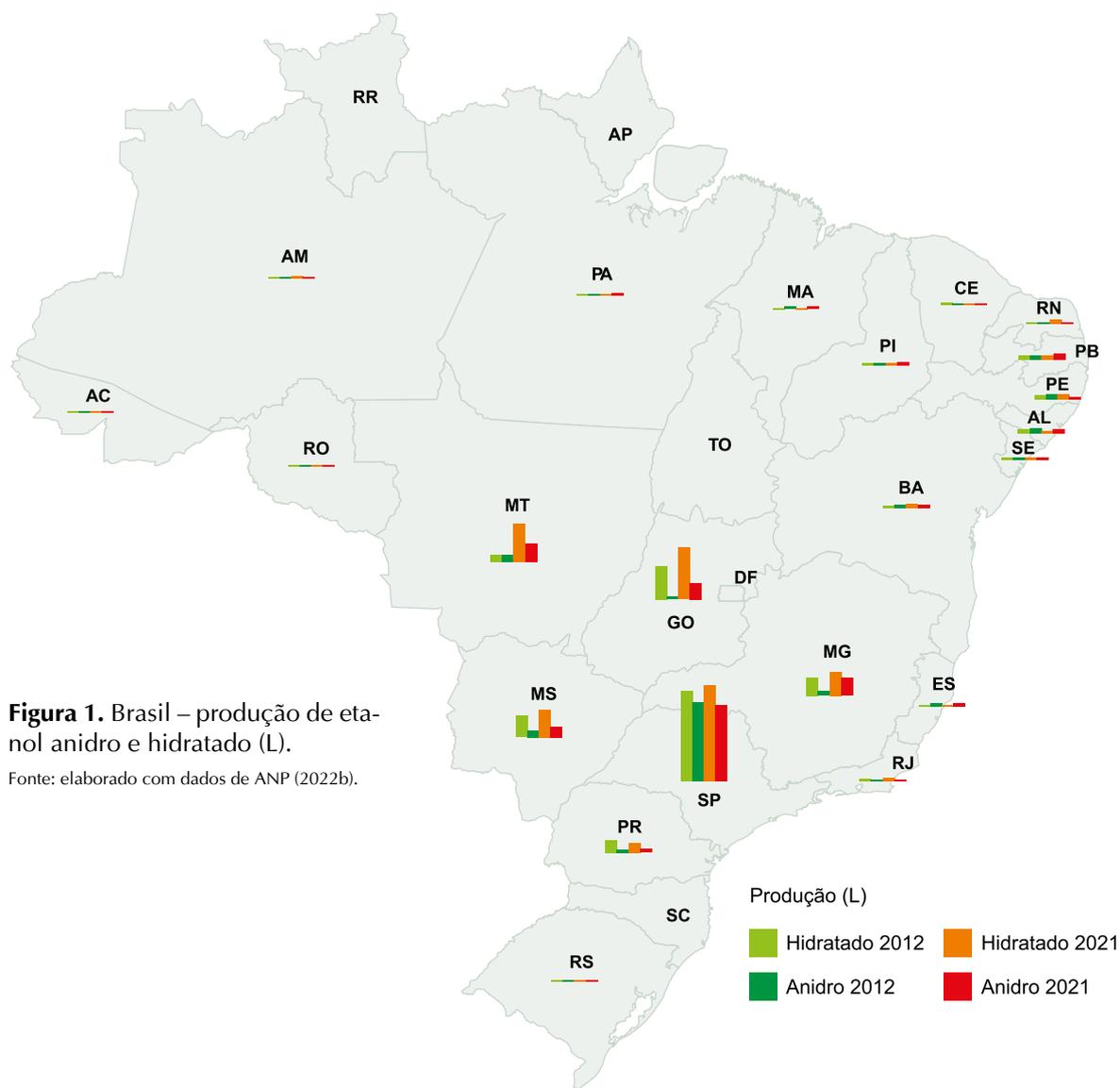


Figura 1. Brasil – produção de etanol anidro e hidratado (L).

Fonte: elaborado com dados de ANP (2022b).

a moagem de cana. Com a menor produção, os preços de venda nos postos subiram significativamente (Unica, 2019; Calcedoni, 2021).

Em 2021, as vendas de etanol foram de 27,4 bilhões de litros, acréscimo de 6,8 bilhões de litros em relação a 2012. Esse resultado decorreu do aumento das vendas de etanol hidratado, que passaram de 9,8 bilhões de litros em 2012 para 16,8 bilhões em 2021 (ANP, 2022c). A Figura 2 mostra as vendas de etanol anidro e hidratado no Brasil entre 2012 e 2021.

A Tabela 3 mostra o balanço entre produção, vendas, importações e exportações para

etanol anidro e etanol hidratado entre 2012 e 2021 no País. Por um lado, embora tanto a produção quanto as vendas tenham aumentado, o crescimento das vendas foi ligeiramente superior – a taxa de crescimento anual das vendas foi de 3,2% e a da produção, de 2,6%. Por outro, as exportações de etanol recuaram de 3 bilhões de litros para 1,9 bilhão, redução atribuída à queda das exportações de etanol anidro. Já as importações caíram de 553,8 milhões de litros para 432,2 milhões, sobretudo por causa da queda da demanda por etanol hidratado.

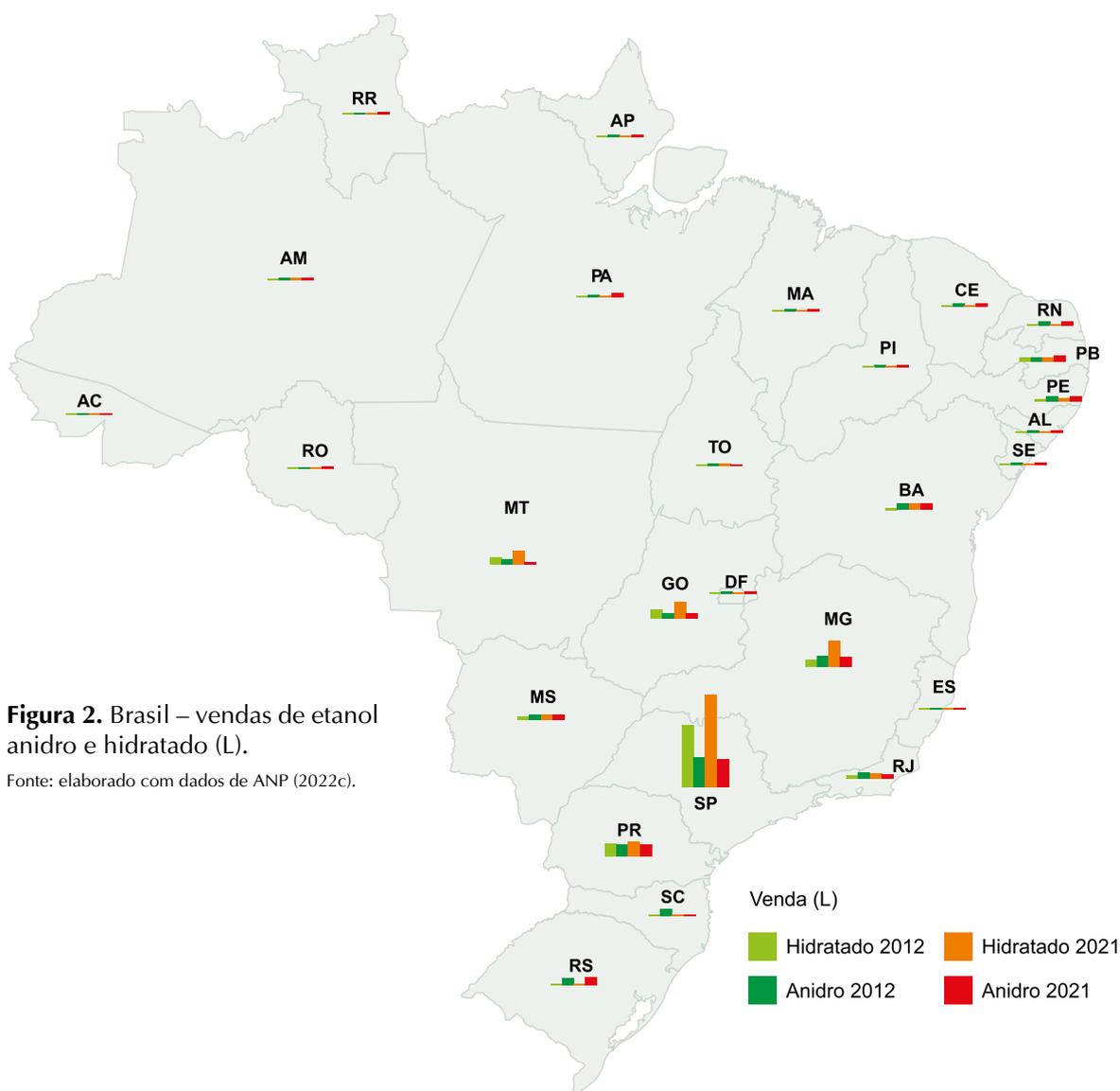


Figura 2. Brasil – vendas de etanol anidro e hidratado (L).

Fonte: elaborado com dados de ANP (2022c).

Tabela 3. Balanço entre produção, vendas e comércio exterior de etanol entre 2012 e 2021 (L mil).

Etanol	2012			2021		
	Hidratado	Anidro	Total	Hidratado	Anidro	Total
Produção	13.846.030	9.912.643	23.758.673	18.556.856	11.422.815	29.979.671
Vendas	9.850.180	10.718.383	20.568.563	16.791.705	10.615.684	27.407.388
Exportação	1.086.495	1.945.887	3.032.381	1.334.478	613.702	1.948.180
Importação	649	553.237	553.886	161	432.099	432.261
Saldo	2.910.004	-2.198.390	711.614	430.835	625.529	1.056.364

Fonte: Brasil (2022).

Procedimentos metodológicos

As predições para o mercado de etanol partem de premissas e metas já delineadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), mas agregam informações sobre o mercado de cana-de-açúcar no Brasil fornecidas pela União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia (Unica), bem como fatores técnicos de conversão da cana-de-açúcar em etanol contidos nos relatórios do Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo (Consecana).

Os cenários aqui apresentados são preditivos para a tomada de decisão, segundo a tipologia de Van Notten et al. (2003), e caracterizam faixas de crescimento baixo, médio e alto, de 2021 a 2031, que variaram conforme as taxas de expansão mostradas na Tabela 4.

As etapas constituintes dos cenários envolveram a delimitação do objeto finalístico a ser estimado (exportações de etanol), a natureza das variáveis envolvidas (fatores relacionados à oferta e demanda do etanol, produção de cana por produto e por ATR), bem como as vendas de etanol considerando-se os veículos leves de ciclo Otto e as inter-relações entre esses fatores. A quantidade exportada de etanol depende dos excedentes do mercado doméstico:

$$XS = S - D \quad (1)$$

O produto ofertado pelo mercado (XS) é função da quantidade ofertada internamente (S)

menos a demanda interna (D). Logo, as funções de oferta e demanda podem ser descritas por

$$S = f(Prod_{et} - Imp_{et}) \quad (2)$$

e

$$D = f(V_{en}) \quad (3)$$

em que $Prod_{et}$ representa a produção de etanol; Imp_{et} é a quantidade de etanol importado; e V_{en} as vendas domésticas de etanol em função do ciclo Otto.

Com base no ATR produzido, abate-se a parcela destinada ao açúcar e inclui-se a produção de etanol de milho e de celulose, obtendo-se assim a produção nacional de etanol. Desse total, com a soma do etanol importado, resulta a oferta total de etanol. A demanda por etanol foi calculada a partir das frotas dedicadas, movidas a gasolina C e a etanol hidratado, bem como a parcela da demanda de veículos flex que será atendida por etanol hidratado e por gasolina C (EPE, 2021b).

Os cenários iniciais delineados pela EPE foram ajustados, notadamente no que se refere aos dados de entrada (produção de etanol) para 2021, já que o ano-base utilizado pela instituição foi o de 2020. Para 2031, os valores foram corrigidos considerando-se as taxas de crescimento anual de oferta e demanda previstas pela EPE. Além disso, foi calibrada a quantidade ofertada de etanol conforme os preços de açúcar e etanol e a quantidade produzida no período.

Tabela 4. Premissas dos cenários.

Premissa	Fonte dos dados
<p>Capacidade instalada de moagem</p> <p>Brasil apresenta capacidade de moagem de 657 milhões de toneladas de cana/ano</p> <p>Fator de capacidade de moagem para as usinas é de 90%</p> <p>Capacidade de moagem de usina média é de 3.700.000 toneladas de cana</p> <p>Indicadores técnicos da safra de cana foram fornecidos pelo Consecana (2021)</p>	EPE (2021b), Consecana (2021)
<p>Ajustes nos fatores do ano-base</p> <p>A oferta (produção), demanda (vendas de etanol) e as exportações de etanol foram atualizadas para o ano-base 2021 (e não 2020, como fornecidas pela EPE), e as taxas de crescimento são as seguintes:</p> <p>Oferta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crescimento baixo: 2,2% a.a. • Crescimento médio: 3,0% a.a. • Crescimento alto: 3,8% a.a. <p>Demanda</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crescimento baixo: 2,6% a.a. • Crescimento médio: 3,4% a.a. • Crescimento alto: 4,4% a.a. 	ANP (2022c) e EPE (2021b)
<p>Market share do etanol hidratado na frota flex fuel em 2031</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crescimento baixo: 43% • Crescimento médio: 45% • Crescimento alto: 46% 	ANP (2022c)
<p>Quantidade de cana-de-açúcar por produto, ATR por produto e mix de produção</p> <p>O rendimento industrial varia conforme a quantidade de ATR (açúcares totais recuperáveis) por tonelada de cana</p> <p>O mix de produção adotado foi de 45% de açúcar e 54% de etanol</p>	Observatório da Cana (2021), ANP (2022c)
<p>Preços</p> <p>Os preços do açúcar e do etanol são importantes determinantes da oferta de etanol</p>	
<p>Ciclo Otto</p> <p>A demanda por etanol está atrelada às vendas do ciclo Otto</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crescimento baixo: 2,6% a.a. • Crescimento médio: 3,4% a.a. • Crescimento alto: 4,4% a.a. 	EPE (2021b)
<p>Exportações de etanol</p> <p>As quantidades exportadas de etanol em 2031 foram ajustadas pela taxa de crescimento de 1,7% a.a., estimada pela EPE (2021b)</p>	EPE (2021b)

A demanda por etanol anidro foi calibrada tendo em vista a venda de gasolina A e um market share do etanol hidratado na frota flex fuel de 45% no cenário de crescimento médio.

As perspectivas de exportação consideram, principalmente, a participação do etanol de cana no atendimento das metas da Renewable Fuel Standard (RFS) dos EUA. Os principais países importadores de etanol do Brasil continuarão sendo Coreia do Sul, EUA, Japão e União Europeia (EPE, 2021b).

Além das premissas da Tabela 4, considerou-se que a parcela obrigatória de adição de etanol anidro na gasolina C será mantida em 27%. Tal como a EPE (2021b), no cenário de crescimento médio, considerou-se um nível de expansão do setor com base em políticas de incentivos que ocorrerão com intensidade superior à do cenário baixo. No cenário de crescimento alto, ocorreriam diferenciações adicionais nas contribuições incidentes sobre o etanol e a gasolina e maior disponibilização de financiamento para o setor.

Resultados

A Figura 3 mostra a evolução das exportações de etanol no Brasil entre 2011 e 2031. Houve forte crescimento em 2012, superior a 3 bilhões de litros. Essa quantidade sofreu oscilações nos anos seguintes e atingiu 2,6 bilhões de litros em 2020. A pandemia de Covid-19 afetou sobretudo a demanda mundial por etanol em

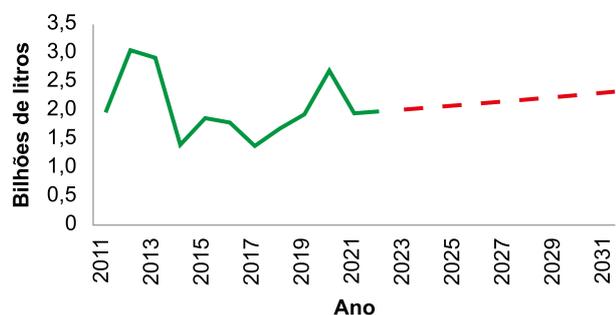


Figura 3. Brasil – exportações de etanol entre 2011 e 2031.

Fonte: EPE (2021b) e Brasil (2022).

2021, dada a redução da mobilidade da população e a ampliação da produção de açúcar. Com isso, as exportações de etanol regrediram para 1,9 bilhão de litros (Toledo, 2021). A tendência para os próximos anos é de aumento gradual dessas exportações à taxa de crescimento média em torno de 1,7% a.a., considerando-se a média de expansão dos últimos seis anos. Com as premissas delineadas neste estudo, estima-se a quantidade média exportada de 2.305.890 litros de etanol em 2031. Esse volume foi próximo do obtido pela EPE (EPE, 2021b), mas com atualizações para 2021.

É importante ressaltar que as perspectivas das exportações dependem sobretudo dos preços internacionais do produto e da variação cambial, mas também de outros fatores, como a vulnerabilidade da competitividade do comércio do etanol às condições climáticas e ao crédito interno e externo, a variação do preço do açúcar e o nível da demanda interna de etanol (Bittencourt et al., 2012).

Nos últimos cinco anos, os EUA responderam, em média, por 50% daquilo que o Brasil vendeu ao mercado externo. Em 2021, contudo, a fatia caiu para 24%, de acordo com dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) compilados pelo Ministério da Agricultura. Já a Coreia do Sul, por muitos anos o segundo maior destino do etanol brasileiro, usou o produto só para fins industriais, e não como combustível. Mas em 2021, o país ultrapassou os EUA e foi responsável por 40% das exportações brasileiras: demandou 778 milhões de litros de etanol do País e os EUA, outros 465 milhões (Brasil, 2022). O número de destinos também cresceu. Em 2021, os 30 principais países importaram mais de 1,9 bilhão de litros de etanol do Brasil, quase o dobro dos principais países importadores em 2019. Alguns países reapareceram entre os principais destinos do etanol brasileiro, notadamente a China, para onde o Brasil embarcou 65 milhões de litros, e outros que tradicionalmente nunca importaram etanol brasileiro, como a Venezuela, que importou 18 milhões de litros em 2021.

Quanto ao consumo interno de combustível, o etanol receberá influência das condições econômicas do País e, conseqüentemente, do poder aquisitivo da população, em um cenário de menor renda real e maior taxa de juros. A questão pandêmica, com suas restrições de mobilidade e dependência do surgimento de novas variantes, também pode afetar o consumo de combustíveis, embora esse efeito possa não ter a magnitude como na situação passada. Certamente um dos fatores que terá grande influência no consumo do etanol é o preço do combustível fóssil (Cepea, 2022).

Em 2021, o mix de produção na safra brasileira foi levemente mais alcooleiro do que em 2020, com 54% de participação da cana dedicada ao etanol e 45% da cana dedicada ao açúcar. O açúcar total recuperável (ATR), que mede a qualidade da cana (a capacidade de conversão em açúcar e etanol) foi de 142,9 kg/t (Unica, 2021). A Tabela 5 mostra a quantidade de ATR obtida e o mix de produção por tipo de produto. Houve maior produção de etanol anidro (32,18% do mix de produção) e açúcar VHP (very high polarization) (27,74%).

É importante destacar que o cálculo do ATR está atrelado ao preço dos produtos finais derivados da cana. Ou seja, quando esses preços oscilam, o preço do ATR também tende a se alterar. Em épocas de excesso de oferta, o preço cai. Isso ocorre frequentemente no meio da safra, quando é alto o nível de estoque.

A Figura 4 mostra os preços de comercialização projetados para açúcar e etanol no mercado interno em 2031. Estimou-se um nível

de preços para o etanol anidro e açúcar atrelado à oferta de etanol em 2031, de modo que os preços do etanol hidratado continuariam sendo mais elevados do que os preços do açúcar.

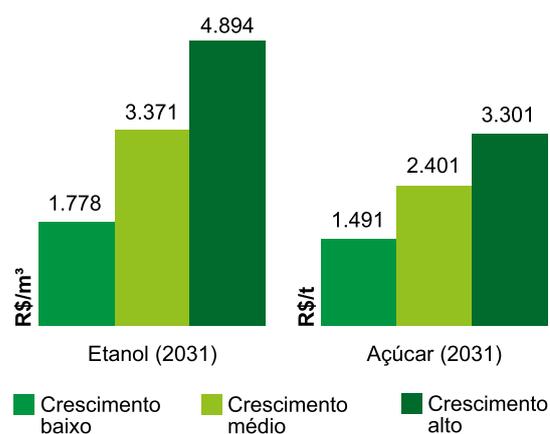


Figura 4. Brasil – preços do etanol e do açúcar no mercado interno em 2031.

Fonte: Observatório da Cana (2021) e EPE (2021b).

Em 2021, os preços atingiram em média R\$ 3.700/m³ para o etanol anidro e R\$ 2.600/t para o açúcar branco. O aumento dos preços do etanol em relação ao açúcar está em conformidade com a menor oferta, pois as vendas de etanol hidratado pelas usinas, notadamente no Estado de São Paulo, sofreram queda. Além disso, a conseqüente perda de competitividade do etanol hidratado em relação à gasolina C ajustou a demanda à redução de oferta (Calcidoni, 2021).

Quanto à demanda por etanol, atrelou-se a perspectiva, em 2031, conforme a demanda por ciclo Otto prevista pela EPE (2021b). Em um cenário de crescimento médio, essa quantidade

Tabela 5. Brasil – estimativa da quantidade de ATR por produto e preço do kg de ATR em 2021.

Produto	R\$/t	R\$/kg ATR	ATR (kg)	Mix de produção (%)
Açúcar branco	2.600	1,4740	89.865.794	17,71
Açúcar VHP	2.201	1,2528	140.736.705	27,74
Produto	R\$/m³	R\$/kg ATR	ATR (kg)	Mix de produção (%)
Etanol anidro	3.701	1,3402	113.456.430	22,36
Etanol hidratado	3.040	1,1815	163.266.570	32,18

Fonte: Observatório da Cana (2021).

seria de aproximadamente 59 bilhões de litros de gasolina equivalente. É possível fazer um balanço da disponibilidade de etanol no País, dado o nível de exportação desse produto, de 2,3 bilhões de litros; o de importação, 1,7 bilhão de litros; o de oferta, 40,2 bilhões de litros; e o de demanda por etanol (atrelada às vendas do combustível), de 38,2 bilhões de litros em 2031. A Tabela 6 mostra que esse saldo seria pouco maior em relação ao verificado em 2021, cerca de 1,3 bilhão de litros.

No cenário de crescimento baixo, a oferta de etanol seria de 37,2 bilhões de litros e a demanda, de 35,4 bilhões de litros em 2031. Já no cenário de crescimento alto, as quantidades seriam de 43,5 bilhões de litros e 42,1 bilhões, respectivamente.

Mesmo com a entrada de novos produtores no setor, com a expansão da produção de etanol de milho, que atualmente é de 2,4 milhões de litros, para 8,1 milhões de litros em 2031, e a segunda geração de etanol, que viabilizará cerca de 400 milhões de litros ao mercado em 2031, as exportações de etanol manterão um ritmo de expansão relativamente moderado.

Perspectivas e tendências

O etanol exportado para uso em transporte depende grandemente de elementos relacionados à classificação alfandegária, à tributação e à especificação da qualidade do produto. Como os produtores europeus não conseguem competir em preço com o etanol brasileiro de cana-de-açúcar, existe uma inclinação para se estabelecer uma barreira de importação, com exigências de alta desnaturação. A especificação do padrão de qualidade do etanol é uma questão pouco harmonizada na UE (Rosa et al., 2018). Já os EUA devem se manter como o maior exportador mundial de etanol de milho e como importador moderado de etanol de cana-de-açúcar para, assim, atenderem ao programa Padrão de Combustível de Baixo Carbono (Low Carbon Fuel Standard – LCFS) da Califórnia.

Entre 2015 e 2020, com a queda dos preços internacionais do petróleo, houve relativo desestímulo ao consumo de combustível renovável, além das promessas de substituição dos motores a combustão por veículos elétricos a bateria. O consumo de etanol no mundo permaneceu relativamente estável em toda a década passada, em volumes próximos a 100 bilhões de litros anuais. Em 2021, o uso de etanol caiu

Tabela 6. Etanol – oferta e demanda entre 2021 e 2031 (L mil).

Oferta	2021	2024	2027	2030	2031
Crescimento baixo	29.979.671	32.002.179	34.161.131	36.465.731	37.267.977
Crescimento médio	29.979.671	32.759.596	35.797.295	39.116.671	40.290.171
Crescimento alto	29.979.671	33.528.870	37.498.249	41.937.549	43.531.176
Demanda					
Crescimento baixo	27.407.388	29.601.228	31.970.676	34.529.787	35.427.561
Crescimento médio	27.407.388	30.299.068	33.495.841	37.029.896	38.288.913
Crescimento alto	27.407.388	31.186.680	35.487.111	40.380.541	42.157.285
Crescimento médio					
Exportações	1.948.180	2.049.236	2.155.534	2.267.345	2.305.890
Importações ⁽¹⁾	432.261	-	-	-	1.700.000
Saldo (oferta - demanda)	1.056.364	-	-	-	1.395.368

⁽¹⁾ Projeções não realizadas em 2024–2030.

Fonte: EPE (2021b) e ANP (2022a).

em relação aos níveis de 2019. Segundo Biofuels (2022), é prevista uma redução do uso de etanol para transporte na UE e nos EUA, sugerindo potencial de crescimento limitado para o consumo de biocombustíveis. Nos EUA, a demanda por biocombustíveis deverá ser sustentada pelo regime pós-RFS, e a taxa de crescimento será quase constante até 2031.

Nos últimos anos, as exportações vêm se beneficiando de janelas de oportunidade abertas por picos nos preços do etanol nos EUA e da abertura de novos mercados. Movimentos relevantes passam a ocorrer não mais no Ocidente, mas em regiões da Ásia. Como resultado de uma cooperação entre os governos do Brasil e da Índia, o país asiático decidiu aprovar a mistura de 20% de etanol à gasolina até 2025, além da adoção de veículos flex. Outros países asiáticos, como Tailândia, Indonésia e Filipinas, também têm participado de discussões com o Brasil para o uso do biocombustível renovável (Leão & Tauszig, 2022). Em 2021, o Reino Unido decidiu aumentar a mistura de etanol à gasolina, de 5% para 10%, e 60 países vêm buscando adotar ações semelhantes, visando melhorar a qualidade do ar, pautados pela experiência brasileira. Destacam-se também alguns países da América Latina, como a Guatemala, que oferecem uma janela de oportunidade para o etanol brasileiro na linha de descarbonização dos transportes (Gussi, 2022).

Uma alternativa para aumentar as exportações de etanol para mercados com exigências elevadas para a cadeia de valor do produto é torná-lo uma commodity, favorecendo a padronização de suas características e dinamização do comércio internacional. Rosa et al. (2018) apontam que a inserção do etanol entre as commodities reduziria sua comercialização no mercado de curto prazo, no qual está mais suscetível a variações do preço por mudanças de mercados. Com isso, o etanol poderia ser negociado via operações de hedge nos mercados futuros, nos quais o agente pode fixar o preço de negociação da mercadoria antes da venda para entrega no futuro, garantindo uma rentabilidade razoável.

Entre os padrões, Rosa et al. (2018) destacam, ainda, a sistematização da qualidade do produto, em termos de cor, para qualquer tipo de fornecedor e a estocagem do produto de forma a não prejudicar sua funcionalidade.

O aumento das exportações de etanol diante da escala de produção atual também deve ser balizado pelas metas de redução de CO₂ colocadas pela Política de Biocombustíveis (RenovaBio), definida para um horizonte de dez anos. Essa redução compreende a necessidade de emissão de 65 milhões de créditos de descarbonização (CBIOS) em 2031, provenientes do etanol de cana, o que equivale à produção de 50 bilhões de litros de etanol (Rodrigues, 2021). Tal quantidade exigirá acréscimo de 20 bilhões de litros aos volumes de produção atuais (29,9 bilhões de litros).

Nesse sentido, destaca-se a relevância de programas de incentivo ao aumento da escala de produção de etanol e à infraestrutura nacional, articulados aos ganhos provenientes da segurança energética de baixo carbono em nível global. Além das barreiras às exportações de etanol (tarifárias e não tarifárias) dos países importadores, no Brasil as questões logísticas em diferentes elos da cadeia produtiva também são determinantes da quantidade exportada. Contudo, quanto à logística, é importante salientar que em 2021 o País realizou a primeira exportação de etanol com um sistema privado de dutos, pela empresa Logum Logística. Parte do biocombustível embarcado em Uberaba, MG, recebeu um complemento em Ribeirão Preto, SP, e seguiu para o porto do Rio de Janeiro, com 40 milhões de litros de etanol destinados à Califórnia.

Considerações finais

Este trabalho buscou delinear perspectivas para as exportações brasileiras de etanol até 2031. Tomando-se como pano de fundo premissas e metas utilizadas por estudo da Empresa de Pesquisa Energética, percebe-se que há um horizonte de crescimento relativamente modesto para as exportações brasileiras desse biocom-

bustível. Diversos fatores limitam a conversão do etanol em commodity, como barreiras tarifárias e não tarifárias, que podem ser um complicador maior à internacionalização desse produto.

A busca pela descarbonização dos transportes situa o etanol como uma importante alternativa, com ênfase para os veículos híbridos flex e movidos a hidrogênio, extraído do próprio etanol. O crescimento da demanda nos mercados externo e interno dependerá desse balanço entre as diversas opções tecnológicas para o transporte.

Já do lado da oferta, tendo em vista a necessidade de atendimento das metas de redução de CO₂, haverá necessidade de aumento da capacidade produtiva das usinas até 2031, o que coloca um desafio para a produção interna atual. O aproveitamento de iniciativas a partir da abertura de novos mercados para exportação, a exemplo de Índia e Reino Unido, e da maior commoditização do biocombustível poderia dinamizar o ritmo de expansão das exportações para além do que foi evidenciado neste estudo.

Referências

- ALVES, B.M.; SILVA, L.G. da. O agronegócio e as transformações socioespaciais no município de Quirinópolis/Goiás, Brasil. **Élisée: Revista de Geografia da UEG**, v.6, p.203-216, 2017.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Importações e exportações**. Rio de Janeiro, 2022a. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp-pt-br/assuntos/importacoes-e-exportacoes>>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Painel dos Produtores de Derivados**. Rio de Janeiro, 2022b. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset/painel-de-produtores-de-derivados-processamento-de-petroleo-e-producao-de-derivados>>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Vendas de derivados de petróleo e biocombustíveis**. Rio de Janeiro, 2022c. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset?tags=vendas>>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- BIOFUELS. In: OECD/FAO Agricultural Outlook 2022-2031. Paris: OECD, 2022. p.237-248.
- BITTENCOURT, G.M.; FONTES, R.M.O.; CAMPOS, A.C. Determinantes das exportações brasileiras de etanol. **Revista de Política Agrícola**, ano21, p.4-19, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Comércio Exterior Brasileiro**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroenergia/arquivos-etanol-comercio-exterior-brasileiro>>. Acesso em: 1 ago. 2022.
- CALCIDONI, I.R.B. **Quebra da produção e demanda maior elevam preços do etanol na safra 21/22**. Piracicaba: Cepea, 2021. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/quebra-da-producao-e-demanda-maior-elevam-precos-do-etanol-na-safra-21-22.aspx#:~:text=Se%20na%20safra%20anterior%20a,no%20segmento%20produtor%20no%20Brasil>>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Perspectivas 2022**. Piracicaba, 2022. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 1 ago. 2022.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra Brasileira de Cana-de-Açúcar**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>>. Acesso em: 23 jun. 2022.
- CONSECANA. Conselho dos Produtores de Cana de Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo. **Preço Mensal**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.consecana.com.br>>. Acesso em: 6 abr. 2023.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2021**: ano-base 2020. Rio de Janeiro, 2021a. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2022.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Cenários de oferta de etanol e demanda de ciclo Otto 2022-2031**. Rio de Janeiro, 2021b. Nota técnica. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-255/topico-605/EPE-DPG-SDB-NT-04-2021_Cenarios_de_Oferta_de_Etanol.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- GRANBIO. **Bioflex I**: Produção de biocombustível. 2021. Disponível em: <<http://www.granbio.com.br/conteudos/bioflex-biocombustiveis>>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- GUSSI, E. A expansão internacional do etanol como solução de baixo carbono. **Revista Opiniões**, ano19, p.20-21, 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**. 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

- LEÃO, E.; TAUSZIG, J. Etanol: uma janela que se abre. **RPA News**, 24 maio 2022. Disponível em: <<https://revistarpanews.com.br/etanol-uma-janela-que-se-abre>>. Acesso em: 10 ago. 2022.
- MALZONI, M. **COP26**: principais discussões e compromissos firmados. Campinas, 2021. Disponível em: <<https://www.mercadosagricolas.com.br/acucar-e-etanol/cop26-principais-discussoes-e-compromissos-firmados>>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- OBSERVATÓRIO DA CANA. **Preços e cotações**. São Paulo: Consecana, 2021.
- RACHED, A.Z. **Barreiras à exportação do etanol brasileiro**. 2011. 113p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.86.2011.tde-10082011-153435>.
- RAÍZEN. **Prospecto definitivo da oferta pública de distribuição primária de ações preferenciais de emissão da Raízen S.A.** Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/c016735f-1711-48ce-919f-a8c701b83c19/37b57678-9dd0-55f8-9255-0e1de152e072?origin=1>>. Acesso em: 5 out. 2021.
- RODRIGUES, T.R. Como ajustar a oferta de cana às crescentes demandas de etanol e açúcar. **Revista Opiniões**, ano19, p.22-24, 2022.
- ROSA, I.F.; MAKIYA, I.K.; CESAR, F.I.G. Cenário atual do comércio internacional de etanol brasileiro para União Europeia: uma análise do ambiente da logística dos biocombustíveis. **Interciência**, v.43, p.228-235, 2018. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/339/33957240002/html>>. Acesso em: 9 ago. 2022.
- SCHUTTE, G.R.; BARROS, P.S. A geopolítica do etanol. **Boletim de Economia e Política Internacional**, n.1, p.34-43, 2010.
- TOLEDO, M. Em ano de pandemia, cai produção de etanol e usinas fazem mais açúcar. **Folha de São Paulo**, 13 abr. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2021/04/em-ano-de-pandemia-cai-producao-de-etanol-e-usinas-fazem-mais-acucar.shtml#:~:text=Em%20uma%20safra%20de%20cana,aumentar%20a%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de%20a%C3%A7%C3%BAcar>>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- UNICA. União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia. **Safra 2018/2019**: Brasil bate recorde de produção, consumo e venda. São Paulo, 2019.
- UNICA. **União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<http://unicadata.com.br>>. Acesso em: 6 dez. 2021.
- VAN NOTTEN, P.W.F.; ROTMANS, J.; VAN ASSELT, M.B.A.; ROTHMAN, D.S. An updated scenario typology. **Futures**, v.35, p.423-443, 2003.
-