

DA CANA AO FLEX FUEL: O LEGADO DO PROÁLCOOL FROM SUGARCANE TO FLEX FUEL: PROÁLCOOL'S LEGACY

Athena Mascarenhas da Cunha

Advogada. Doutoranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (Unioeste/Toledo).

Bolsista PROEX/CAPES.

E-mail: athena.athenaadv@outlook.com

Carlos Alberto Piacenti

Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Toledo. Economista. Mestre em Economia Rural e doutor em Economia Aplicada pela UFV.

E-mail: carlos.piacenti@unioeste.br

GT03. Evolução, estrutura, competitividade e dinâmica das cadeias agroindustriais

Resumo

O Programa Nacional do Álcool (Proálcool), criado em 1975, foi uma resposta estratégica à crise do petróleo, visando à diversificação da matriz energética por meio da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar. Com incentivos fiscais, financiamento público e parcerias com o setor privado, o programa impulsionou a produção do biocombustível e a fabricação de veículos a álcool. Apesar do declínio nos anos 1990, causado por fatores econômicos e políticos, o Proálcool deixou um legado importante, como a base para o desenvolvimento da tecnologia *flex fuel*, amplamente adotada no país a partir de 2003. A retomada do setor, agora impulsionada pela iniciativa privada, e o avanço do etanol de segunda geração reforçam o protagonismo do Brasil na produção de combustíveis renováveis. Iniciativas como o RenovaBio e dados da Embrapa evidenciam os ganhos ambientais e a relevância do país na transição energética global.

Palavras-chave: etanol; sustentabilidade; legado; *flex fuel*.

Abstract

The National Alcohol Program (Proálcool), created in 1975, was a strategic response to the oil crisis, aiming to diversify Brazil's energy matrix through the production of ethanol from sugarcane. With tax incentives, public financing, and partnerships with the private sector, the program boosted biofuel production and the manufacturing of alcohol-fueled vehicles. Despite its decline in the 1990s due to economic and political factors, Proálcool left a significant legacy, serving as the foundation for the development of flex-fuel technology, which became widely adopted in the country starting in 2003. The sector's resurgence, now driven by private initiative, along with the advancement of second-generation ethanol, reinforces Brazil's leadership in renewable fuel production. Initiatives such as RenovaBio and data from Embrapa highlight the environmental benefits and Brazil's relevance in the global energy transition.

Key words: ethanol; sustainability; legacy; *flex fuel*.

1. Introdução e Metodologia

O Programa Nacional do Álcool (Proálcool), instituído pelo Decreto n. 76.593/1975 (Brasil, 1975), surgiu como uma resposta estratégica do governo brasileiro às crises internacionais do petróleo nas décadas de 1970 e ao declínio nos preços do açúcar. Com o objetivo de diversificar a matriz energética nacional e reduzir a dependência do petróleo importado, o Proálcool incentivou a produção de etanol – termo oficializado pela Resolução n. 09/2009 da Agência Nacional do Petróleo (ANP) – a partir da cana-de-açúcar, da mandioca e de outros insumos agrícolas, representando uma inflexão na política energética do país.

O programa ganhou força a partir de 1974, com a nomeação de Shigeaki Ueki como Ministro de Minas e Energia. Com o apoio do governo Geisel (1974-1979), consolidou-se uma política público-privada, na qual o Estado oferecia subsídios e os usineiros ampliavam suas estruturas produtivas (Gordinho, 2010). Este arranjo, descrito por Shikida (1997) como

“orquestração de interesses”, fomentou o surgimento das primeiras destilarias integradas e permitiu a entrada dos veículos movidos a etanol no mercado brasileiro, beneficiados por incentivos fiscais como a redução do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) e da TRU (Taxa Rodoviária Única), e fabricados pela Fiat, Volkswagen e General Motors, ao passo que a Petrobras ficou responsável pela distribuição nacional do combustível.

Entre 1975 e 1985, o programa alcançou notável expansão, com aumento significativo na produção de etanol anidro e hidratado, este último utilizado como substituto integral da gasolina enquanto carburante (Shikida, 1997; Baccarin, 2005). No entanto, a partir de 1986, a redução dos subsídios estatais, a instabilidade econômica e a abertura comercial enfraqueceram a competitividade do setor sucroalcooleiro. A extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) em 1990 e a subsequente desregulamentação do setor consolidaram o fim do Proálcool, agravado por crises de abastecimento nos postos, aumento do preço do açúcar e pela queda do preço internacional do petróleo.

Apesar das adversidades e da descontinuidade do programa, o Proálcool deve ser compreendido como um marco na história energética brasileira. Seus desdobramentos contribuíram de forma expressiva para o surgimento da tecnologia *flex fuel* – consolidada há cerca de 25 anos –, para a ampliação da pesquisa em biocombustíveis e inovação tecnológica no setor sucroenergético. Nesse sentido, o legado do programa transcende os limites de sua vigência, influenciando políticas públicas e estratégias de sustentabilidade energética contemporâneas. Dado a estes resultados, o objetivo desta pesquisa busca compreender como a experiência histórica do Proálcool influenciou o desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* no Brasil e quais suas contribuições para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial os de número 7 (energia limpa e acessível) e 13 (ação contra a mudança global do clima).

Para o alcance do objetivo proposto, adotar-se-á uma abordagem qualitativa e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e documental. Complementarmente, serão analisados dados secundários obtidos em bases oficiais de órgãos estatais e de entidades privadas vinculadas aos setores sucroenergético e automobilístico.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

2. Resultados, Discussões e Considerações Finais

A tecnologia *flex*, criada nos Estados Unidos em 1982 pela pesquisadora da Ford Roberta J. Nichols, foi inicialmente desenvolvida para permitir o uso de metanol e gasolina em qualquer proporção nos veículos, sendo posteriormente adaptada para o etanol de milho e conhecida como *flexible fuel vehicle* (FFV) (Gatti Júnior; Yu, 2017). Embora os veículos bicomcombustíveis tenham sido comercializados nos EUA a partir de 1992, foi somente em 2003 que a inovação chegou ao Brasil, viabilizada pelo pioneirismo da engenharia da Bosch, que desenvolveu o primeiro sistema de injeção eletrônica de combustível flexível, posteriormente aperfeiçoado pela Magneti Marelli com o *Software Flexfuel Sensor* (SFS), capaz de identificar o tipo de combustível por meio da sonda lambda (Brasil, 2023; Bosch, 2023).

Por meio dela, foi conferida ao consumidor a liberdade para optar entre etanol e gasolina conforme a melhor relação custo-benefício, assegurando o funcionamento do motor em temperaturas baixas, prevenindo problemas de desabastecimento como os vivenciados na década de 1980, e promovendo a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂), em consonância com os objetivos de mitigação das mudanças climáticas.

O lançamento do modelo Gol Total Flex pela Volkswagen, em 2003, se tornou um marco significativo na retomada do protagonismo do setor sucroenergético brasileiro, ao

consolidar o uso de um combustível limpo, renovável e economicamente viável na matriz energética nacional. A rápida aceitação da tecnologia *flex fuel* pelos consumidores comprovou seu êxito, refletindo uma tradição já estabelecida no país, onde, em 1986, mais de 90% dos veículos produzidos utilizavam o biocombustível (Bosch, 2023). Paralelamente, o cenário internacional favorecia o etanol diante de fatores geopolíticos e ambientais relevantes, como a invasão do Iraque pelos Estados Unidos, os impactos do furacão Katrina em 2005, que evidenciaram os efeitos das mudanças climáticas, e a elevação acentuada dos preços do petróleo, reforçando a importância de fontes alternativas de energia (Bunde, 2020).

Em contraste com a lógica estatal que norteou o Proálcool, a retomada do setor sucroenergético a partir dos anos 2000 foi impulsionada, predominantemente, pelas forças de mercado e pela iniciativa privada, na busca de consolidar o combustível renovável. Diante das crescentes expectativas do mercado, as agroindústrias realizaram vultuosos investimentos, obtiveram empréstimos junto às instituições financeiras públicas e privadas, com vistas à instalação e/ou modernização das usinas e destilarias (Gordinho, 2010). Nesse mesmo período observou-se também a entrada de grupos multinacionais no setor, ampliando a competitividade e a capacidade produtiva.

Em que pese o objetivo precípuo da tecnologia fosse o abastecimento da frota de automóveis populares, em janeiro de 2025 verificou-se que, dos 124.316.271 veículos da frota brasileira, 55.070.853 deles estão configurados na modalidade *flex fuel* – ou seja, movidos a etanol/gasolina, etanol/gasolina/gás natural ou etanol/gasolina/elétrico – o que representa 44,3% do total, considerando automóveis, comerciais leves, entre outros (SENATRAN, 2025). Entre os anos de 2003 e 2023, o número de veículos novos licenciados com essa tecnologia saltou de 48.178 para 1.809.830 unidades, atingindo o seu ápice em 2013, com 3.169.080 autoveículos licenciados (ANFAVEA, 2024), o que denota a forte adesão do mercado consumidor ao combustível derivado da cana-de-açúcar.

Entre as safras 2000/2001 e 2023/2024, a produção total de etanol no Brasil cresceu expressivos 238,77%, passando de 10,59 milhões de m³ para 35,88 milhões de m³, o que evidencia a crescente relevância do biocombustível na economia nacional (Unicadata, 2025b). Nesse contexto, o setor sucroenergético consolidou-se como o terceiro mais importante para as exportações do agronegócio brasileiro, superando anualmente seus índices de produtividade e desempenho financeiro. Entre abril de 2023 e março de 2024, alcançou recordes históricos, exportando 35,24 milhões de toneladas de açúcar, que renderam US\$ 18,23 bilhões, e 2,55 bilhões de litros de etanol, gerando uma receita de US\$ 1,53 bilhão (Unicadata, 2025a).

No âmbito da sustentabilidade, a produção sucroenergética representa duplo ganho na questão de redução de emissão de gases tóxicos, pois para produzir o etanol em escala é preciso ampliar a área plantada com cana-de-açúcar. Em contrapartida, parte do CO₂ emitido pelos veículos movidos a etanol é reabsorvida por essas mesmas plantações e isso faz com que as emissões de CO₂ sejam parcialmente compensadas.

Uma pesquisa da Embrapa revelou que o etanol de cana-de-açúcar pode emitir até 73% menos CO₂ do que a gasolina, percentual que pode chegar a 82% com a mecanização da colheita, eliminando a queima da palha (Brasil, 2023). Nesse contexto, o lançamento do Programa RenovaBio, em 2017, consolidou-se como uma política pública voltada à valorização de biocombustíveis e ao cumprimento dos compromissos internacionais de mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

Paralelamente, o desenvolvimento do etanol de segunda geração (2G), obtido a partir de resíduos da cana como bagaço e palha, destaca-se como inovação estratégica para ampliar a sustentabilidade e a eficiência da matriz energética brasileira, oferecendo baixa emissão de carbono, reaproveitamento de resíduos e aumento da produtividade agrícola sem expansão territorial. O Brasil, pioneiro nessa tecnologia, projeta viabilidade econômica do etanol 2G a partir de 2025 e paridade produtiva com o etanol de primeira geração até 2030, consolidando

os avanços do Proálcool e reafirmando sua liderança na transição energética global, sendo esta última uma das principais – senão a principal – herança deixada pelo Proálcool.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). **Anuário Anfavea. Indústria Automobilística Brasileira. 2024.** Disponível em: https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2024/04/ANFAVEA-ANUARIO-DIGITAL-2024_compressed.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

BACCARIN, J. G. **A desregulamentação e o desempenho do complexo sucroalcooleiro no Brasil.** 2005. 291 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3466> Acesso em: 04 abr. 2025.

BOSCH. **Flex fuel 20 anos no Brasil.** 2023. Disponível em: <https://www.bosch.com.br/noticias-e-historias/mobilidade/flex-fuel-20-anos-no-brasil/>. Acesso em 08 mar. 2025.

BRASIL. **20 anos de carros flex no Brasil. 2023.** Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2023/03/20-anos-de-carros-flex-no-brasil>. Acesso em: 08 mar. 2025.

BRASIL. Decreto n. 76.593, de 14 de novembro de 1975. **Institui o Programa Nacional do Álcool e dá outras Providências.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-76593-14-novembro-1975-425253-publicacaooriginal-1-pe.html> Acesso em: 04 abr. 2025.

BUNDE, A. (Re)estruturação do setor sucroenergético: formação e (re)territorialização da produção e do consumo de etanol no Brasil. **Geografia Ensino & Pesquisa, [S. l.], v. 24, p. e37, 2020.** DOI: 10.5902/2236499434310.

GATTI JUNIOR, W.; YU, A. S. O. As transformações do conhecimento no processo de inovação: um estudo multicase no desenvolvimento da tecnologia *flex fuel* no Brasil. **REGE: Revista de Gestão**, v. 24, n. 3, p. 256-267, 2017.

GORDINHO, M. C. **Do álcool ao etanol: trajetória única = From alcohol to etanol: a winning trajectory.** São Paulo: Editora Terceiro Nome, 2010.

SENATRAN. **Frota de veículos 2025.** Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2025>. Acesso em: 08 mar. 2025.

SHIKIDA, P. F. A. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995.** 1997. 191 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

UNICADATA. **Fotografia do setor sucroenergético no Brasil e os benefícios econômicos, ambientais e sociais gerados.** 2025a. Disponível em: <https://unicadata.com.br/listagem.php?idMn=158>. Acesso em: 21 mar. 2025.

UNICADATA. **Histórico de moagem e produção de açúcar e álcool.** 2025b. Disponível em: <https://unicadata.com.br/listagem.php?idMn=4>. Acesso em: 27 mar. 2025.