

A IMPORTÂNCIA DO PROÁLCOOL PARA O ESTÁGIO TECNOLÓGICO ATUAL DO ETANOL NO BRASIL

THE IMPORTANCE OF PROALCOOL TO THE CURRENT TECHNOLOGICAL STATE OF THE ETHANOL IN BRAZIL

Resumo: O presente artigo analisará a importância do Proálcool (1975) para o desenvolvimento tecnológico dos motores a álcool e *flex-fuel* no Brasil e seus impactos no mercado de etanol combustível brasileiro. Esse estudo também apresentará um breve histórico das pesquisas desenvolvidas nessa área e da regulação desse mercado. Em seguida, apresenta a conclusão de que a atuação do Estado como órgão incentivador e coordenador do desenvolvimento do programa do álcool no Brasil, integrando o setor público e privado, foi determinante para o estágio atual desse biocombustível, marcado por boas perspectivas para o seu mercado interno e externo nos próximos anos. Em outras palavras, o incentivo e planejamento pelo Estado formaram a base necessária para a revolução na produção e uso do etanol combustível no Brasil.

Palavras-chave: Proálcool; atuação estatal; etanol combustível; desenvolvimento tecnológico

Abstract: This article will examine the importance of Proálcool (1975) for the technological development of the ethanol and flex-fuel engines in Brazil and the impact on the Brazilian fuel ethanol market. This study will also present a brief history of research in that area and the regulation of this market. Finally, it presents the conclusion that the State action as a promoter body and coordinator of the development of the ethanol program in Brazil, integrating the public and private sector, was crucial to the current stage of this biofuel, marked by good prospects for your market internal and external in the coming years. In other words, incentive and planning by the State formed the basis for the revolution in the production and use of ethanol fuel in Brazil.

Keywords: Proálcool; action state; ethanol fuel; technological development

1. Considerações iniciais

O interesse pelo álcool combustível no Brasil foi determinado por vários aspectos, sendo oportuno destacar as duas crises do petróleo na década de 1970, que contribuíram para a criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool). Contudo, não foram essas as únicas razões.

Vale lembrar que os primeiros testes do uso do álcool como combustível veicular (que passou a ser denominado de etanol pela Resolução ANP nº 39, de 10.12.2009) ocorreram em 1925 e 1927, respectivamente, nos estados do Rio de Janeiro e Alagoas. Essas experiências pioneiras acabaram incentivando outros produtores de álcool em São Paulo e Pernambuco, muito embora o seu uso isolado como combustível não tenha vingado naquela época (GRASSI NETO: 2010; 84).

Em 1931, por meio do Decreto nº 19.717, o governo brasileiro exigiu que os importadores passassem a adicionar álcool produzido internamente em quantidade correspondente a 5% do volume final à gasolina importada, como forma de, naquela época, amenizar a escassez desse combustível e melhorar o resultado da balança comercial. Em 1938, a Lei nº 737 determinou que a referida adição de álcool também passasse a ser obrigatória para a gasolina que fosse produzida no Brasil e não apenas para a importada (GRASSI NETO: 2010; 85). Em 1933, é criado o Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), por meio do qual o Estado intervém no mercado interno, fixando preços, monopolizando as compras, regulando também o transporte, o manuseio e a armazenagem do açúcar e do álcool (REZENDE; GOLGIN: 1993).

Podemos afirmar que o etanol vem há décadas participando do dia a dia dos brasileiros e também contribuindo para o desenvolvimento tecnológico do país, na medida em que se tornou um eficaz e importante combustível alternativo à gasolina (NATALLE NETO: 2007; 15).

É justamente o desenvolvimento tecnológico decorrente do projeto envolvendo o álcool combustível (etanol) brasileiro que será analisado neste artigo.

2. As perspectivas do mercado de etanol combustível para o Brasil

Nos últimos dez anos, podemos dizer que os mercados, interno e externo, do etanol combustível para os empresários do setor sucroenergético brasileiro têm apresentado

altos e baixos, momentos de euforia e desânimo, sobressaltos e incertezas, esperança e desalento. Enfim, o cenário vem sendo marcado por paradoxos.

Apesar das dificuldades, as perspectivas continuam sendo, a nosso entender, alvissareiras.

De um lado, podemos destacar que o etanol brasileiro é cientificamente reconhecido como um combustível limpo, que libera gases de efeito estufa em proporções muito menores que a gasolina, tanto em seu processo de produção como de combustão (CARVALHO: 2012; 14). Em momento de preocupação global com a preservação do meio ambiente e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, esse argumento por si só já seria determinante.

Acrescente-se ainda o fato de que o empresário do setor sucroenergético já detém a tecnologia necessária para o cultivo da cana-de-açúcar e consequente produção do etanol.

Ademais, o Brasil possui terras férteis em grande quantidade e condições climáticas favoráveis para a produção da cana-de-açúcar, matéria-prima do etanol.

O Acordo de Paris, decorrente da 21ª Conferência das Partes (COP-21), celebrado em dezembro de 2015, sugere uma maior participação dos biocombustíveis na matriz energética dos países como uma das formas de combate às mudanças climáticas no planeta. Por consequência, como o Brasil é um grande produtor de etanol, surge a perspectiva de aumento do interesse de alguns países na aquisição desse biocombustível, muito embora ainda existam barreiras a serem superadas. Acrescente-se ainda que, uma das metas mais ambiciosas na COP-21, a INDC (Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas) do Brasil prevê, até 2030, a participação de 18% de biocombustíveis em sua matriz energética, o que vale dizer, a sua produção de etanol atual terá quase que dobrar nos próximos quinze anos, apenas para atender o seu mercado interno (UNICA: 2016).

Vale ainda registrar que já existe um mercado consumidor interno para o etanol no Brasil, apesar dos recentes sobressaltos. O mercado de etanol hidratado encontra-se alavancado nos veículos *flex fuel* e o mercado de etanol anidro voltado para a sua mistura na gasolina consumida no Brasil.

Dentre outras, algumas ações vêm reforçando a importância do mercado de etanol. Apesar das metas ambiciosas não cumpridas, a Petrobras vem investindo nos últimos oito anos, por meio de sua subsidiária integral Petrobras Biocombustível S/A (PBio), na produção

de etanol.¹ Outra ação que reforça a confiança no etanol brasileiro foi a aquisição, em novembro de 2012, do controle da empresa americana Eco-Energy pela Copersucar, que juntas passam a líderes mundiais na venda de biocombustíveis, o que poderá auxiliar o projeto de internacionalização e “commoditização” do etanol no mercado mundial (MANZONI: 2012; 60).

O desenvolvimento das pesquisas do etanol de segunda geração e as iniciativas de sua produção em escala comercial também merecem destaque. Oportuno ainda lembrar a criação, em 2008, do Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (BIOEN), que tem por objetivo desenvolver uma cana-de-açúcar mais resistente à seca, menos dependente de fertilizantes e defensivos, com maior teor de fibras e parede celular mais fácil de ser rompida para favorecer a obtenção de etanol também do bagaço, teor de sacarose maior ou menor, de acordo com a necessidade de uso. A pesquisa de melhoramento genético chegar a uma cana-de-açúcar com essas características, será possível aumentar a produção de etanol e biomassa com menor impacto ambiental. Trata-se de projeto de médio e longo prazo, tendo em vista o complexo genoma da cana-de-açúcar. Ao final do projeto, denominarão a nova variedade como *cana-energia* ou *super-cana*.

Em 2011, objetivando atrair mais recursos tecnológicos e financeiros às pesquisas envolvendo a cana-de-açúcar, o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) foi transformado em uma sociedade anônima, cujos acionistas respondem por cerca de 60% da cana-de-açúcar moída na região Centro-Sul do Brasil.² O CTC, assim como outros centros de pesquisa (IAC UFSCar)³, teve importante papel na evolução genética da cana-de-açúcar no Brasil, enfim, no desenvolvimento de novos cultivares dessa planta.

Enfim, apesar da aguda crise financeira por que passa o setor sucroenergético brasileiro nos últimos anos, continuamos entendendo que as perspectivas do etanol combustível, tanto hidratado como anidro, continuam sendo promissoras.

¹ No dia 03 de março de 2008, o Conselho de Administração da PETROBRAS aprovou a criação da Petrobras Biocombustível S/A (PBio). A PBio, holding não-operacional, é uma empresa do Sistema PETROBRAS, responsável pelo desenvolvimento de projetos de produção e gestão de etanol e biodiesel.

² Consultar site do CTC. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/modelodenegocio.html>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

³ O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que faz parte da Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (Ridesa), formada por outras nove universidades federais, que se utilizam das áreas de atuação das Coordenadorias do ex-Planalsucar. A Ridesa foi criada em 1991, aproveitando a capacitação dos pesquisadores e as bases regionais do ex-Planalsucar, aos quais se juntaram os professores das universidades federais, dando assim continuidade à pesquisa relacionada ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA). As pesquisas da Ridesa já resultaram em 65 novos cultivares de cana, com a sigla RB (Disponível em: <<http://www.ridesa.agro.ufg.br/pages/38059>>. Acesso em: 2 mar. 2016).

³ Consultar site do CTC. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/modelodenegocio.html>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

3. Breve histórico da regulamentação do mercado de etanol no Brasil

Em 1933, é criado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), por meio do qual o Estado intervém no mercado interno, fixando preços, monopolizando as compras, regulando também o transporte, o manuseio e a armazenagem do açúcar e do álcool (REZENDE; GOLDIN, 1993).

O IAA foi criado num contexto em que o Estado considerava que a produção interna de açúcar excedia as necessidades de consumo e que a produção de álcool combustível (mais tarde conhecido como etanol) seria uma alternativa viável para a indústria açucareira.

A política de incentivar a produção de álcool no Brasil ganhou força com o Programa Nacional do Alcool, conhecido como Proálcool, criado pelo Decreto nº 76.593, de 14 de novembro de 1975. As duas “crises do petróleo”, uma em 1973 e outra em 1978, foram determinantes, respectivamente, para a criação e a continuidade do Proálcool nos primeiros anos.

O Proálcool apresentou três fases distintas: (a) a fase da expansão moderada (1975-1979), caracterizada pelo financiamento da montagem e ampliação das destilarias anexas às usinas de açúcar já existentes, o que resultou o aumento significativo da produção de etanol anidro, utilizado na mistura à gasolina; (b) a fase da expansão acelerada (1980-1985), caracterizada pelo estímulo à produção de etanol hidratado, utilizado diretamente em motores de veículos de passageiros especialmente desenvolvidos para tal fim, mediante o financiamento da montagem de destilarias autônomas localizadas em regiões anteriormente ocupadas por outras culturas que não a cana; (c) a desaceleração e crise (1986-1990) (CARVALHO: 2002; 267).

A partir da Constituição Federal de 1988, inicia-se o período de desregulamentação do setor sucroenergético, ou seja, o do afastamento do Estado das atividades da agroindústria canavieira nacional. Oportuno lembrar que o artigo 174 da Constituição deixa claro que o Estado deve exercer as funções de fiscalização, incentivo e planejamento da atividade econômica, sendo esse papel determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

Surge um novo ambiente institucional a partir de 1990, quando se tem a extinção do IAA (por meio da MP 151/1990, transformada na Lei 8.029/1990) e a desativação do Proálcool, enquanto programa governamental.

Em 13 de janeiro de 2005, a Lei nº 11.097 introduz o biodiesel (produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis) na matriz energética brasileira, o que não ocorreu naquela oportunidade com o etanol extraído da cana-de-açúcar. Apesar disso, essa mesma Lei acaba ampliando a competência administrativa da ANP, que assume também as atribuições de especificar e fiscalizar a qualidade dos biocombustíveis⁴ (biodiesel e etanol) e garantir o abastecimento do mercado, em defesa do interesse dos consumidores. A ANP passa então a denominar-se Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. O governo brasileiro, naquela época, já dava sinais de que o etanol voltaria a ter maior regulação por parte do Estado.

De 2003 a 2008, surge um movimento de forte expansão de novos projetos industriais para produção de etanol (projetos greenfield), principalmente nos Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul (PINTO: 2011; 77).

A Medida Provisória nº 532, de 28 de abril de 2011, transformada, em 16 de setembro de 2011, na Lei nº 12.490, deu início a um novo modelo para o mercado de etanol, com maior intervenção do Estado, ou seja, o etanol deixa de ser um produto agrícola controlado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e passa a ser considerado um combustível, agora controlado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energias.

Enfim, a garantia do fornecimento de etanol em todo o território nacional passa a fazer parte da política energética do Brasil, cabendo à ANP, a partir da Lei nº 12.490/2011, regular e autorizar as atividades relacionadas à produção, à importação, à exportação, à armazenagem, à estocagem, ao transporte, à transferência, à distribuição, à revenda e à comercialização de etanol no país. As Resoluções ANP 67/2011 e 26/2012 (com a redação dada pela Resolução ANP 14/2014) são exemplos do aumento da intervenção do Estado no mercado do etanol, na medida em que, respectivamente, fixa os regimes de aquisição e venda de etanol anidro combustível aos distribuidores e condiciona à prévia e expressa autorização da ANP a produção de etanol.

4. Fases do mercado de etanol no Brasil

⁴ Biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores a combustão ou em outro tipo de geração de energia.

Conforme já registrado, a utilização do etanol como combustível no Brasil já passou por várias fases.

Na primeira delas (1975-1979), período em que foi criado o Proálcool, a produção voltou-se principalmente para o etanol anidro, utilizado na mistura com a gasolina. Nesse momento, a intenção do governo era reduzir o gasto de divisas com a importação de petróleo, o que acabou incentivando o surgimento de novas unidades industriais e determinando uma grande intervenção estatal com relação à produção, comercialização e fixação dos preços do álcool (etanol).

Já na segunda fase (1980-1985), a produção volta-se para o álcool etílico hidratado (etanol hidratado), utilizado no abastecimento de veículos leves. A regulamentação estatal ainda é significativa.

Na terceira fase (1986-2002), tem-se um período de crise na produção do etanol, determinada por diversos fatores, tais como custos de produção elevados frente à gasolina, desinteresse do Estado em subsidiar a produção e redirecionamento das usinas para a produção de açúcar, o que acabou levando ao desabastecimento do mercado consumidor e à descrença do etanol combustível. Ao longo da década de 1990, o setor sucroenergético passa por um processo de desregulamentação do setor, o que acabou incentivando a busca de técnicas produtivas mais eficientes para redução de custos e consequente aumento da competitividade do etanol produzido no Brasil.

Na quarta fase (2002 até os dias atuais) as inovações tecnológicas ocorridas na indústria automobilística com o lançamento dos motores *flex fuel* e o aumento da preocupação ambiental em se buscar fontes alternativas renováveis. Nessa fase, o mercado consumidor do etanol entra em ascensão novamente, com oscilações no decorrer do tempo, as com boas perspectivas para o futuro.

5. Breves comentários sobre o Decreto nº 76.593/1975, que instituiu o Proálcool

Conforme já destacado, o Programa Nacional do Álcool, conhecido como Proálcool, foi instituído pelo Decreto nº 76.593, de 14 de novembro de 1975, assinado, em pleno regime militar, pelo então presidente Ernesto Geisel.

O Proálcool foi instituído visando ao atendimento, naquela época, das necessidades do mercado interno e externo e da política de combustíveis automotivos (art. 1º).

Oportuno lembrar que o Proálcool tratava da produção do álcool oriundo não somente da cana-de-açúcar, mas também da mandioca e outras matérias-primas. Muito embora o Decreto nº 76.593/1975 indicasse outras matérias-primas, na verdade o Proálcool procurava incentivar principalmente a produção do álcool oriundo da cana-de-açúcar. Esse incentivo à produção de álcool ocorreria por meio da expansão da oferta da cana-de-açúcar, com especial ênfase no aumento da produtividade agrícola, da modernização e ampliação das destilarias existentes e da instalação de novas unidades produtoras, anexas a usinas ou autônomas, e de unidades armazenadoras.

O mesmo Decreto nº 76.593/1975 instituiu a Comissão Nacional do Álcool, composta por representantes de vários Ministérios, mas presidida pelo Secretário-Geral do Ministério da Indústria e do Comércio. As propostas para modernização, ampliação ou implantação de destilarias de álcool eram apresentadas ao Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), que emitia parecer e o encaminhava para apreciação final da Comissão Nacional do Álcool.

Os investimentos e dispêndios relacionados ao Proálcool poderiam ser financiados pelo Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico (BNDE), pelo Banco do Brasil S/A, pelo Banco do Nordeste do Brasil S/A e pelo Banco da Amazônia S/A, sendo que os financiamentos destinados à produção de matérias-primas seriam suportados pelo Sistema Nacional de Crédito Rural. Naquela oportunidade, o Decreto nº 76.593/1975, em seu art. 5º, § 2º, chegou a fixar inclusive as condições de financiamento para modernização, ampliação ou implantação de destilarias de álcool, sendo 15% ao ano para o Norte e o Nordeste e 17% para os outros Estados, com prazo de amortização de até 12 anos e carência de 3 anos. Já o financiamento agrícola, ou seja, o financiamento para a produção da cana-de-açúcar e outras matérias-primas tinham condições ainda melhores para a época, quais sejam, juros de 7% ao ano, prazo de pagamento máximo de 5 anos e carência de até 2 anos. Enfim, podemos dizer que, naquela época, houve expressivo subsídio estatal para o programa do álcool no Brasil.

Segundo o mesmo Decreto que instituiu o Proálcool, coube ao Conselho Nacional do Petróleo (CNP) estabelecer o preço de paridade para os produtores de álcool anidro e um programa de distribuição desse produto para mistura carburante.

O Decreto nº 76.593/1975 registrava traços da forte intervenção do Estado na produção e comercialização do álcool naquela época. Como exemplo, podemos destacar o seu artigo 10, que restringia as exportações de álcool de qualquer tipo ou graduação ao IAA, ou seja, somente poderia ser vendido ao exterior por este instituto ou por empresas privadas

autorizadas por ele. Merece ainda destaque a obrigação de que todas as destilarias de álcool estavam sujeitas à inscrição no IAA, imposição que se repete nos dias atuais com a ANP⁵.

Por fim, não podemos esquecer que o decreto instituidor do Proálcool direcionou recursos para o fomento de pesquisas envolvendo o uso do álcool e a produção da cana-de-açúcar. O seu artigo 9º dispõe que os recursos gerados na comercialização do álcool carburante deveriam ser escriturados pelo Conselho Nacional do Petróleo (CNP) e destinados, dentre outras finalidades, para o financiamento de projetos voltados ao aprimoramento da tecnologia do uso do álcool carburante, à pesquisa e à produção da cana-de-açúcar.

6. O desenvolvimento tecnológico dos motores a álcool e a importância do Proálcool para o atual estágio dos motores *flex-fuel*

No início do século 20, a dependência ao petróleo crescia cada vez mais. O país que não tivesse acesso a esse produto, conhecido na época como “ouro negro”, estaria com o seu progresso comprometido. Mais progresso, mais automóveis, mais caminhões, mais importação de petróleo, mais dívida externa, mais dependência ao “ouro negro”, enfim, instala-se um ciclo multiplicador negativo, no qual o Brasil foi envolvido.

Naquele cenário, surgiram iniciativas para tentar encontrar um substituto para o petróleo, especialmente a gasolina. E o Brasil foi um dos países que sempre acalentou o sonho de substituir os derivados do petróleo, especificamente a gasolina, pelo nosso álcool.

Uma das primeiras iniciativas ocorreu em 1903, no governo do presidente Rodrigues Alves, quando foi instalada a “Exposição Internacional de Aparelhos a Álcool” (NATALLE NETTO: 2007, 48). Uma das primeiras medidas decorrentes dessa exposição foi a transformação dos aparelhos de iluminação a querosene para uso do etanol em quartéis, hospitais, órgãos públicos, faróis de orientação marítima na costa, escolas, dentre outros próprios públicos (SILVA; FISCHETTI: 2008, 28).

No início da década de 1920, em decorrência da Estação de Minérios e Combustíveis, foram incentivadas pesquisas na área de processos industriais de aproveitamento do álcool combustível. Naquela oportunidade, destacaram-se os engenheiros Eduardo Sabino de Oliveira e Heraldo de Souza Mattos, formados pela Escola Politécnica de

⁵ A Lei nº 12.490/2011 acrescentou à Lei nº 9.478/1997 o Capítulo IX-A (Das atividades econômicas da indústria de biocombustíveis) e o artigo 68-A, segundo o qual nenhuma empresa ou consórcio de empresa poderá exercer atividades econômicas da indústria de biocombustíveis sem a prévia autorização da ANP. Segundo o art. 1º da Resolução ANP 26/2012, estão condicionadas à prévia e expressa autorização da ANP a construção, a ampliação de capacidade, a modificação e a operação da planta produtora de etanol.

São Paulo e pela Escola Politécnica da UFRJ, respectivamente. Este último chegou inclusive a utilizar um “Fordinho” movido a álcool na Primeira Corrida do Circuito da Gávea, no Rio de Janeiro, promovida pelo Automóvel Club do Brasil em 1923⁶. Apesar de o teste ter sido satisfatório, o problema estava no alto custo de adaptação do motor a gasolina para o álcool e a corrosão antecipada de suas peças.

Em 23 de novembro de 1925, o engenheiro Ernesto Lopes da Fonseca Costa profere palestra sobre “O álcool como combustível industrial no Brasil”, no salão nobre da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. É tida como a primeira grande defesa do álcool como combustível (NATALE NETO: 2007; 190).

Em 1930, no governo de Washington Luis, os engenheiros da Estrada de Ferro Central do Brasil resolveram fazer uma experiência no transporte ferroviário (percurso Rio-São Paulo), ou seja, substituir a gasolina pelo álcool (SILVA; FISCHETTI: 2008; 39). A experiência foi bem sucedida, porém, dois fatores surgiram como obstáculo à adoção desse combustível alternativo: o seu uso comprometia a durabilidade do equipamento e o preço da gasolina era muito inferior ao do álcool. Podemos dizer que já estávamos naquela época em busca de novas tecnologias, ou seja, em busca de motores capazes de operar com o álcool de forma durável.

Até nos veículos utilizados pelos paulistas na Revolução de 1932 foi experimentado o uso do álcool combustível misturado a outros produtos, conforme relatam Ozires Silva e Décio Fischetti. Esses mesmos autores lembram que Francisco Landi participou e venceu, em 1941, com o seu Alfa Romeo, o VII Prêmio da Cidade do Rio de Janeiro, utilizando álcool com pequenas adições de acetona, éter, óleo de rícino e gasolina (SILVA; FISCHETTI: 2008; 39).

Podemos dizer que estudos com maior cientificidade sobre o uso do álcool combustível começam a surgir com Lauro de Barros Siciliano na década de 1940, muito embora o grande nome tenha sido Urbano Ernesto Stumpf, formado na primeira turma do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em 1950. Segundo ele, somente seria possível utilizar de forma efetiva o álcool como combustível se fosse criado um motor inteiramente projetado para esse fim, sem improvisos e adaptações não experimentadas.

Iniciava-se então a caminhada para se buscar uma nova tecnologia para os motores automotivos, o que demandava inúmeras pesquisas.

⁶ Segundo Ozires Silva e Decio Fischetti, o “Fordinho” não utilizou propriamente álcool combustível, mas sim cachaça de Parati “turbinada” com outros produtos, e obteve uma média, ao final da corrida, de 5 km/litro (**Etanol: a revolução verde e amarela**. São Paulo: Bizz Comunicação e Produções, 2008, p. 29-30).

Stumpf desenvolveu inúmeros estudos e orientou diversos trabalhos científicos sobre o uso do álcool em motores. Foi professor do ITA (de 1951 a 1958), da Escola de Engenharia de São Carlos/USP (de 1959 a 1964), da Universidade de Brasília (1965 a 1972) e pesquisador do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), a partir de 1973.

Ernesto Geisel assume a presidência do Brasil ainda sob os efeitos da primeira crise do petróleo, ocorrida em 1973. Em função disso, buscava uma alternativa para essa crise, pois o país era altamente dependente da importação de petróleo. Substituir a gasolina pelo álcool combustível era uma possibilidade, muito embora esse projeto trouxesse ainda muitas desconfiças. A conversa que Geisel teve com Stumpf no Departamento de Motores do CTA, no início de novembro de 1975, acabou convencendo-o de que o álcool poderia sim ser um combustível alternativo (SILVA; FISCHETTI: 2008; 75), levando-o assim a assinar, em 14 de novembro de 1975, o Decreto nº 76.593, que instituiu o Programa Nacional do Álcool, conhecido como Proálcool.

Em função do Proálcool, o CTA, instituto de excelência militar, foi convocado pelo governo Geisel a acelerar os estudos do motor a álcool, mediante financiamentos públicos específicos para esse fim. Para dar sustentação ao Proálcool, o governo teve que desembolsar, no período de 1975 a 1989, cerca de 7 bilhões de dólares (SILVA; FISCHETTI: 2008; 79).

João Batista Figueiredo assume a presidência do Brasil em 1979 e continua investindo no Proálcool, a ponto de já no seu primeiro ano de mandato, assinar com a Anfavea protocolo em que os fabricantes de automóveis deveriam buscar novas tecnologias para a produção em série de veículos a álcool hidratado, pois, até então, os motores a gasolina eram adaptados para o álcool em oficinas. Além de recursos financeiros, a indústria automotiva teve acesso a toda tecnologia desenvolvida, até então, pelas estatais com relação aos motores a álcool.

Além de Urbano Ernesto Stumpf, outros professores e pesquisadores brasileiros passaram a estudar e a defender o nosso combustível brasileiro, merecendo destaque Bautista Vidal, José Goldemberg, Manoel Sobral Júnior, Carlos Eduardo Vaz Rossel, Oscar Braunbeck, Manoel Regis Lima Verde e Rogério Cesar de Cerqueira (SILVA; FISCHETTI: 2008; 87).

Motivados pelo Proálcool, inúmeras patentes de invenção voltadas ao carro a álcool foram desenvolvidas, podendo destacar as do CTA na década de 1980, tendo como inventor Stumpf. Oportuno destacar as seguintes patentes de invenção: PI 8106855 (carburador

específico para álcool), PI 8307191 (turbo-alimentação de motor à centelha para uso de álcool), PI 7905726 (sistema que confere ao motor a característica multicomcombustível, tido como precursor do motor flex) e PI 8305171 (dispositivo para carburação combinada de combustíveis) (SILVA; FISCHETTI: 2008; 53).

Com investimento em pesquisa, o Proálcool impulsionou, no período de 1979 a 1986, um aumento significativo da produção de carros a álcool no Brasil, ou seja, aumentou de 0,46% em 1979 para 21,8% em 1980, atingindo seu auge em 1986 com 66,2% do número total de automóveis produzidos (ANFAVEA).

Durante o período de 1990 a 2002, o Proálcool entra em crise e o interesse pelo carro a álcool diminui sensivelmente. Somente com o desenvolvimento da tecnologia *flex-fuel* o interesse pelo álcool combustível retorna. Essa tecnologia nasceu de pesquisas realizadas nos Estados Unidos, Europa e Japão no final de década de 1980, buscando uma solução para o problema da falta de infraestrutura de distribuição e abastecimento para o uso de metanol e etanol. A tecnologia *flex-fuel* permite que sensores reconheçam o teor de álcool misturado à gasolina e ajustem automaticamente a operação do motor para as condições mais favoráveis.

Em 1992, a General Motors introduz a tecnologia *flex-fuel* em seus veículos produzidos nos Estados Unidos. No Brasil, os estudos para a aplicação dessa tecnologia têm início na Bosch, em 1993. Em 1999, a Magnetti Marelli desenvolve a tecnologia SFS (*Software Flexfuel Sensor*), que identifica qual o combustível está sendo usado e faz a devida adaptação automaticamente, permitindo o funcionamento normal do motor do veículo ((SILVA; FISCHETTI: 2008; 100). Em 2003, inicia-se a fabricação dos carros *flex-fuel* no Brasil, também chamados de carros bicomcombustíveis, já que podem tanto rodar com gasolina como com álcool combustível (etanol hidratado).

De 2003 a 2015, verifica-se no Brasil expressiva evolução dos números envolvendo a comercialização/licenciamento de automóveis comerciais leves *flex fuel* em relação aos movidos à gasolina (ANFAVEA):

ANOS	AUTOMÓVEIS COMERCIAIS LEVES	
	GASOLINA	FLEX-FUEL
2003	1.152.463	48.178
2004	1.077.945	328.379
2005	697.004	812.104
2006	316.561	1.430.334
2007	245.660	2.003.090

2008	217.021	2.329.247
2009	221.709	2.652.298
2010	280.706	2.876.151
2011	376.998	2.848.071
2012	273.915	3.162.874
2013	189.109	3.169.114
2014	184.841	2.940.508
2015	136.150	2.194.020

7. Conclusão

Não há dúvida de que o Brasil é detentor de tecnologia necessária tanto para a produção do etanol como para a produção de motores movidos por esse combustível limpo e alternativo à gasolina.

A nosso entender, o estágio atual em que o etanol combustível se encontra no Brasil somente foi alcançado em função do Proálcool, programa instituído no governo militar de Ernesto Geisel (1975), que investiu recursos expressivos no desenvolvimento de pesquisas que viabilizaram a efetiva utilização desse combustível oriundo da cana-de-açúcar, e teve o mérito de engajar os mais diversos segmentos da sociedade no projeto, que passou por altos e baixos até alcançar o atual patamar evolutivo.

Enfim, a nosso ver, a atuação do Estado, como órgão coordenador do desenvolvimento do programa do álcool no Brasil, integrando o setor público e privado, foi determinante para o seu atual estágio tecnológico, que possibilita trazer boas perspectivas para o mercado interno deste biocombustível.

Incentivo e planejamento da atividade econômica pelo Estado formaram a plataforma necessária para a revolução ocorrida na produção e uso do etanol combustível no Brasil.

Essa experiência do Proálcool, a nosso entender, poderia ser melhor utilizada para a produção de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar, principalmente neste momento em que tanto se discute o problema do suprimento de energia no Brasil. Essa é uma hipótese de pesquisa que se levanta para futuros estudos.

8. Referências bibliográficas

ALVES, Francisco; SZMRECSÁNYI, Tamás. Produção e suas alternativas. In: ALVES, Francisco; FERRAZ, José Maria Gusman; PINTO, Luís Fernando Guedes; SZMRECSÁNYI, Tamás. **Certificação socioambiental para a agricultura: desafios para o setor sucroalcooleiro**. São Carlos: EdUSCar, 2008.

ANFAVEA . Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br>>. Acesso em: 3 abr. 2016.

CARVALHO, Cícero Péricles de Oliveira. Novas Estratégias Competitivas para o Novo Ambiente Institucional. In: MORAES, Márcia Azanha Ferras Dias de; SHIKIDA, Pery Francisco Assi (Orgs.). **Agroindústria canavieira no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2002, p. 267

CARVALHO, Cristina Ribeiro. Pesquisa confirma o etanol como um combustível limpo. **Brasil Econômico**, 1º nov. 2012. Inovação & Sustentabilidade, p. 14.

CASTRO, Rogério Alexandre de Oliveira. **Setor sucroenergético e sua adequada regulação: sustentabilidade x viabilidade econômica**. Curitiba: Juruá, 2012.

_____. A propriedade intelectual relacionada à cana-de-açúcar: o cultivar e seu importante papel para o setor sucroenergético. In: Luiz Antonio Soares Hentz; Alfredo José dos Santos. (Org.). **Estudos de direito empresarial em homenagem ao Prof. Dr. Paulo Roberto Arnoldi**. Franca: Legis Summa, 2013, v. 1, p. 75-108.

CTC. Centro de Tecnologia Canavieira. Disponível em: <<http://www.ctcanavieira.com.br/modelodenegocio.html>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

GIDDENS, Anthony. **The politics of climate change**. Cambridge: Polity, 2009.

GRASSI NETO, Roberto. Contratos Agroindustriais e a Regulamentação Legal da Produção de Biocombustíveis. In: SCAFF, Fernando Campos; TRENTINI, Flávia; SAES, Maria Sylvia Macchione (orgs). **Ensaio sobre os biocombustíveis**. São Paulo: Annablume, 2010, 2. v., p. 85.

JUNGSMANN, Fernando. **O direito da agro-indústria açucareira**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1971.

MANZONI JR., Ralphe. A arrancada global do etanol. **Dinheiro Rural**, v. 98, p. 60-61, dez. 2012.

MIDC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=3743&refr=1161>>. Acesso em 17 jan. 2013.

MORAES, Márcia Azanha Ferras Dias de; SHIKIDA, Pery Francisco Assi (Orgs.). **Agroindústria canavieira no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2002.

MORAES, Rodrigo Jorge. **Setor sucroalcooleiro: regime jurídico ambiental das usinas de açúcar e álcool**. São Paulo: Saraiva, 2011.

NATALE NETTO, João. **A saga do álcool: fatos e verdades sobre os 100 anos do álcool combustível em nosso país**. Osasco/SP: Novo Século Editora, 2007.

NOVACANA. **Retomada: exportação de etanol aumentou 55% em 2012**. Disponível em: <<http://www.novacana.com/n/etanol/mercado/exportacao/retomada-2012-exportacao-etanol-aumentou-040113/>>. Acesso em: 17 jan. 2013.

PINTO, Mairun Junqueira Alves. **Investimentos diretos estrangeiros no setor sucroenergético**. Dissertação de Mestrado FEARP/USP, Ribeirão Preto/SP, 2011.

POPOV, Daniel; NOGUEIRA, Luís Artur. Biocombustível: a prioridade é investir. **Revista Dinheiro Rural**, n. 87, p. 28-29, jan. 2012.

REZENDE, G. C.; GOLDIN, I. **A agricultura brasileira na década de 80: crescimento numa economia em crise**. Rio de Janeiro: IPEA, 1993.

RIDESA. Rede Interuniversitária de Desenvolvimento do Setor Sucroenergético. Disponível em: <<http://www.ridesa.agro.ufg.br/pages/38059>>. Acesso em: 2 mar. 2016).

ROCHA, Alda do Amaral. Etanol brasileiro pode ter acesso livre ao mercado dos EUA. **Valor Econômico**, São Paulo, 26 dez. 2011, Caderno Agronegócios, p. B-10.

RODRIGUES, Arthur. **Etanol: aspectos jurídicos, econômicos e internacionais**. Rio de Janeiro: Synergia, 2011.

SAFATLE, Fernando Netto. **A economia política do etanol: a democratização da agroenergia e o impacto na mudança do modelo econômico**. São Paulo: Alameda, 2011.

SILVA, Ozires; FISCHETTI, Decio. **Etanol: a revolução verde e amarela**. São Paulo: Bizz Comunicação e Produções, 2008.

UNICA. *Unica celebra acordo para o clima na COP21: Compromisso global para a redução dos gases de efeito estufa trará mais oportunidades para a adoção do etanol e outros bioenergias na matriz energética brasileira e mundial*. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/22757742920320153336/unica-celebra-acordo-para-o-clima-na-cop21/>>. Acesso em 3 abr. 2016.