

ipea



Nº 39

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

Diretoria
de Estudos
e Políticas
Setoriais
de Inovação,
Regulação e
Infraestrutura

06 / 2015



ipea

Nº 39

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

Diretoria
de Estudos
e Políticas
Setoriais
de Inovação,
Regulação e
Infraestrutura

06 / 2015

ipea

Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

Ministro Roberto Mangabeira Unger

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Jessé José Freire de Souza

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Alexandre dos Santos Cunha

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Marco Aurélio Costa

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

André Bojikian Calixtre

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Brand Arenari

Chefe de Gabinete

José Eduardo Elias Romão

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

RADAR

Tecnologia, produção e comércio exterior

Editor responsável

José Mauro de Moraes

Radars : tecnologia, produção e comércio exterior / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura. - n. 1 (abr. 2009) - . - Brasília : Ipea, 2009-

Bimestral
ISSN: 2177-1855

1. Tecnologia. 2. Produção. 3. Comércio Exterior.
4. Periódicos. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura.

CDD 338.005

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2015

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 5

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS INDÚSTRIAS DE EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIAS EÓLICA E SOLAR FOTOVOLTAICA E SUAS DIMENSÕES CIENTÍFICAS NO BRASIL 7
Paulo A. Meyer M. Nascimento

A CRISE NA PRODUÇÃO DO ETANOL E AS INTERFACES COM AS POLÍTICAS PÚBLICAS 27
Gesmar Rosa dos Santos
Eduardo Afonso Garcia
Pery Francisco Assis Shikida

OS DESAFIOS DA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR: COMO PENSAM E AGEM ARRENDATÁRIOS E PRODUTORES? 39
Ana Claudia Sant'Anna
Gabriel Granco
Jason Bergtold
Marcellus M. Caldas

PRODUTIVIDADE NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA 49
Gesmar Rosa dos Santos

VARIAÇÕES NO PREÇO DO ETANOL EM COMPARAÇÃO AO PREÇO DA GASOLINA: UMA ANÁLISE DA RESPOSTA DO CONSUMIDOR 59
João Gabriel de Moraes Souza
Fabiano Mezadre Pompermayer

APRESENTAÇÃO

Para continuar a se desenvolver, as energias alternativas ao petróleo, como a eólica, a fotovoltaica e o etanol, ainda necessitam de forte apoio dos governos? Quais são os principais fatores que levaram à crise recente no setor de produção de combustíveis derivados da cana-de-açúcar e que provocaram o fechamento de várias usinas? Quais são os motivos que levam os consumidores dos estados com maior produção de etanol, após mudanças nos preços relativos que favoreceram o produto em relação à gasolina, a substituir, com maior rapidez, esta por aquele biocombustível quando comparados aos consumidores de estados não produtores?

Respostas preliminares a essas e a outras perguntas encontram-se nos artigos desta 39ª edição do boletim *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*, dedicada especialmente a alguns pontos relevantes das energias alternativas, em seus aspectos produtivos, tecnológicos, de fornecimento de matérias-primas, de apoio governamental e de tendências dos mercados.

No primeiro artigo, de autoria de Paulo A. Meyer M. Nascimento, apresenta-se uma visão geral das evoluções internacional e doméstica das indústrias de energias eólica e solar fotovoltaica, assim como o comportamento recente dos mercados globais e da concorrência no âmbito dessas indústrias. O autor defende o ponto de vista de que a contínua expansão das energias renováveis na matriz energética mundial já não decorre apenas de crises energéticas, nem tampouco resulta somente de uma prevista escassez futura dos combustíveis fósseis, mas deriva, também, de significativas mudanças nas preferências da sociedade, com base na sustentabilidade ambiental como um valor intrínseco ao desenvolvimento econômico, abrangendo um número crescente de países e ocupando papel central na agenda dos governos. O artigo apresenta reflexões sobre a inserção do Brasil nessas indústrias e no âmbito do domínio científico e tecnológico relevante para o desenvolvimento dessas fontes de energia renovável. O autor demonstra que o potencial eólico nacional tem sido mais bem aproveitado do que o solar, mas tão somente quando relacionado à geração adicional de eletricidade. As tecnologias associadas a esse processo são apropriadas por firmas estrangeiras, embora haja um competidor nacional no ramo. Quanto ao potencial solar, trata-se de um mercado que cresce rapidamente em escala global e no qual ainda existem oportunidades tecnológicas, mas o mercado brasileiro ainda é incipiente. Em razão de seu potencial, o Brasil deverá ser instado a ampliar a participação de fontes solares em sua matriz energética, mas, ao fazê-lo, já não estará em posição de dianteira na corrida tecnológica do setor. Segundo argumenta o autor, as dificuldades de expansão da capacidade hidroelétrica, aliadas ao potencial solar e eólico do país e às condições externas favoráveis às energias renováveis, deverão contribuir para tornar o Brasil um mercado consumidor cada vez mais relevante, tanto para aerogeradores quanto para painéis fotovoltaicos. No entanto, as restritas bases científicas nacionais nos segmentos de energias solar e eólica poderão limitar o aproveitamento de oportunidades tecnológicas que ainda poderão surgir no desenvolvimento daqueles equipamentos.

No artigo seguinte, Gesmar Rosa dos Santos, Eduardo Afonso Garcia e Pery Francisco Assis Shikida revisam a literatura sobre aspectos relacionados às crises no setor sucroenergético e discutem os principais indicadores dessa crise, além de trazerem novos elementos ao debate. Foram ressaltadas as dificuldades das empresas (endividamento, aumento dos custos, prejuízos com intempéries e redução de margens de lucro), com dados ainda não conclusivos sobre o impacto na produção. No artigo são destacados os principais aspectos indicativos de crise que impactam toda a cadeia produtiva do etanol, sendo as fragilidades de concorrência do etanol hidratado diante da gasolina o foco principal atual, além da elevação nos custos de produção. Diante das dificuldades, os autores apontam a reivindicação do setor privado de um amplo programa de saneamento, de modo a incentivar a volta do investimento, aspecto que merece estudo detalhado. Mesmo diante desse apoio governamental, o texto realça que grupos mais atrasados, nas áreas tecnológica e de gestão, sairiam do mercado. Esses sinais, segundo os autores, levam a uma questão já bastante destacada no debate do tema: a necessidade de uma política estruturante para o etanol hidratado, com atenção para os elos agricultura e indústria.

Ana Claudia Sant'Anna, Gabriel Granco, Jason Bergtold e Marcellus M. Caldas estudaram, no terceiro artigo, alguns aspectos do perfil e da percepção de dois grupos de atores importantes na expansão da cadeia produtiva canavieira – fazendeiros produtores de cana-de-açúcar e arrendatários de terra para esse cultivo –,

acerca dos desafios e barreiras na expansão da atividade em suas regiões. As análises do artigo fundamentaram-se em um levantamento de campo em quatro microrregiões de áreas de expansão da cana nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul. A pesquisa visitou dezessete cidades no primeiro estado e treze no segundo. Foi aplicado um formulário específico para o estudo de caso, desenvolvido pelos autores. Nas entrevistas, solicitou-se a indicação das maiores preocupações que aqueles agentes tinham quanto à produção de cana. Além dos obstáculos, como incidência de pragas, doenças e mudanças climáticas, a preocupação mais frequentemente citada foi relacionada à situação financeira das usinas (39% dos entrevistados em Goiás e 33% em Mato Grosso do Sul). Os entrevistados foram, também, questionados sobre os seus relacionamentos com as usinas de açúcar. Mesmo com incertezas quanto a elas serem parceiras comerciais confiáveis ou não, a maioria dos entrevistados – 91% em Goiás e 74% em Mato Grosso do Sul – discordaram que seus lucros tenham diminuído desde que assinaram contrato com a usina. Além disso, 74% dos entrevistados de Goiás e 89% dos de Mato Grosso do Sul concordaram que passaram a ter uma renda mais constante graças ao contrato com a usina.

No quarto artigo, Gesmar Rosa dos Santos apresenta e discute alguns indicadores da produtividade agrícola e industrial da agroindústria canavieira, particularmente na cadeia produtiva sucroenergética. O autor lembra que iniciativas de promoção de ganhos de rendimento da cana têm grande relevância, por ser a etapa da produção responsável pelos maiores desafios na cadeia como um todo: somente o custo da matéria-prima oscila entre 67% e 74% do custo total da agroindústria, a depender da localidade (produtividade física) e de outros parâmetros técnicos de cada sistema de produção, além de ser nela que se concentra o maior potencial de riscos. O trabalho apresenta cálculos das produtividades da cana-de-açúcar nas cinco grandes regiões do Brasil, medidas pelo rendimento médio por hectare (ha) da lavoura colhida; os resultados indicam que persistem disparidades, mesmo diante da incorporação de tecnologias ao longo dos anos e com curvas ascendentes de produtividade. Historicamente, o ganho de rendimento agroindustrial, considerando-se toda a cadeia produtiva do etanol, nos quarenta anos da produção em larga escala (1975-2015) tem sido expressivo: desde o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), em 1975, até a safra 2013/2014, o rendimento médio por área plantada, expresso em etanol hidratado equivalente, passou de 2.024 litros/hectare (l/ha) para 7.105 l/ha. Essa evolução, porém, não evitou o surgimento de diferenças regionais de produtividade, que resultaram tanto da defasagem na adoção de tecnologias quanto de distintos sistemas de produção. Em suas conclusões, o autor lembra que, como os produtores priorizam fatores de produção não necessariamente pautados em ganhos significativos de produtividade, pode haver necessidade de revisão dos estímulos e direcionamentos de ações do poder público para a promoção da produtividade na produção de cana-de-açúcar.

Por fim, o último artigo, de autoria de João Gabriel de Moraes Souza e Fabiano Mezadre Pompermayer, analisa as respostas do consumidor brasileiro aos movimentos de preços do etanol hidratado e da gasolina, nas principais Unidades da Federação (UFs). A metodologia utilizada baseou-se na comparação da evolução dos percentuais de preços etanol/gasolina com a evolução da participação (*marketshare*) do consumo do etanol em veículos leves nas cinco regiões geográficas brasileiras. Além dessa análise, os autores apresentam informações sobre as origens do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), a distribuição geográfica do consumo de combustíveis e a evolução da frota de veículos leves, do Ciclo Otto, por tipo de combustível utilizado, isto é, gasolina, álcool e *flex*. Os resultados mostraram que as respostas do consumidor às variações nos preços relativos etanol/gasolina variaram ao longo das UFs: nos estados em que a produção de etanol é significativa, a resposta dos consumidores frente às variações nos preços relativos foi mais intensa e mais rápida em comparação à resposta dos consumidores em estados em que a produção de etanol possui pouca significância. Para os autores, nos estados em que a produção é maior, o consumidor possui maior percepção de mudanças nos preços relativos, isto é, possui maior qualidade informacional, como no caso do estado de São Paulo, podendo, assim, exercer seu poder de barganha. Já nos estados em que a produção de etanol é pequena ou inexistente, o consumidor parece estar menos atento às alterações dos preços relativos, pouco alterando seu padrão de consumo. As conclusões do trabalho realçam que os resultados obtidos podem fornecer subsídios para as políticas públicas de eficiência energética e de fomento aos biocombustíveis.

Ao consolidar, neste boletim, diversos estudos sobre energias alternativas, que resultam de pesquisas em andamento no Ipea, esta edição espera contribuir para o debate e o melhor conhecimento das questões envolvidas, assim como para o aperfeiçoamento das políticas públicas.

CONSIDERAÇÕES SOBRE AS INDÚSTRIAS DE EQUIPAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIAS EÓLICA E SOLAR FOTOVOLTAICA E SUAS DIMENSÕES CIENTÍFICAS NO BRASIL¹

Paulo A. Meyer M. Nascimento²

1 INTRODUÇÃO

Muita expectativa existe em torno das modernas fontes renováveis de energia quanto ao seu potencial inovador e de desenvolvimento econômico, modificando significativamente o estilo de vida de nações inteiras. Mazzucato (2014) acredita que a nova revolução industrial seja a revolução verde, propiciada pela crescente participação de fontes renováveis na matriz energética mundial. Em relatório do McKinsey Global Institute, Manyika *et al.* (2013) classificam as energias eólica e solar fotovoltaica como duas das tecnologias que transformarão o mundo na próxima década.

Recente declaração dos líderes do Grupo dos Sete (G7),³ anunciada ao final da conferência de cúpula dos dias 7 e 8 de junho de 2015, a seis meses da 21ª Conferência do Clima (COP 21), reforça expectativas nesse sentido. O documento enfatiza a necessidade de “profundos cortes” na emissão de gases do efeito estufa, propondo maior empenho de todos os países, ao longo deste século, na redução da intensidade em dióxido de carbono (CO₂) nas suas matrizes energéticas (G7, 2015).

Para o Brasil, à medida que se concretiza um viés mais acentuado a favor de energias limpas, elevam-se as incertezas quanto à efetiva viabilidade da exploração do petróleo na camada do pré-sal. Ao mesmo tempo, expandem-se as oportunidades para o país avançar no desenvolvimento de fontes renováveis de energia. Tendo em vista seu grande potencial para o aproveitamento da luz solar e da força dos ventos na geração de eletricidade, apresenta o Brasil indicadores convergentes com os dos países líderes nessas tecnologias?

Para contribuir com esse debate, este artigo analisa dados secundários e informações contidas em variados relatórios para delinear os atuais contextos – internacional e doméstico – das indústrias de bens de capital na geração de energias eólica e solar fotovoltaica. Adicionalmente, recorre a dados sobre produção científica disponíveis no portal ISI Web of Knowledge (Thomson Reuters, [s.d.]), para se ter uma noção do quão presente e relevante, no debate internacional sobre essas duas fontes de energia renovável, a base científica nacional possa estar. Busca-se, com isso, apresentar uma visão geral dos mercados e da concorrência no âmbito dessas indústrias, bem como situar o Brasil nesses contextos e no domínio científico e tecnológico relevante ao desenvolvimento dessas fontes de energia renovável.

Este artigo está dividido em seis seções, das quais a primeira é esta introdução. A seção 2 delinea o contexto em que florescem as chamadas energias renováveis na matriz energética mundial. A seção 3 fornece ao leitor uma visão da evolução dos mercados globais de sistemas fotovoltaicos e eólicos, enquanto a seção 4 apresenta uma breve discussão acerca do ambiente doméstico desses mercados. A seção 5 vale-se de dados bibliométricos para discutir a dimensão relativa e a visibilidade da base científica brasileira nos campos das energias eólica e solar. Por fim, a seção 6 traz as considerações finais.

1. Este artigo é uma versão ampliada de um ensaio produzido para discussão na disciplina *Organização industrial*, ministrada em 2014 no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Bahia (PPGE/UFBA) pelo professor-doutor Hamilton de Moura Ferreira Jr., a quem o autor agradece pelas discussões em aula e pela indicação de algumas referências. Agradece, também, aos colegas do Ipea que participaram de debate interno acerca dos textos deste boletim, em particular os comentários e as sugestões de Gesmar Rosa dos Santos, Fabiano Mezadre Pompermyer, José Mauro de Moraes e Graziela Ferrero Zucoloto, que ajudaram a melhorar esta versão do texto. Eventuais erros e omissões remanescentes são de responsabilidade exclusiva do autor.

2. Técnico de Planejamento e Pesquisa do Ipea e doutorando em Economia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

3. O G7 é formado pelos sete países com economias mais desenvolvidas: Estados Unidos, Alemanha, Japão, Reino Unido, França, Canadá e Itália, além de ter representação também da União Europeia.

2 CONTEXTO GERAL DE DESENVOLVIMENTO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

Há três décadas e meia a geração de energia, por meio de fontes renováveis, tem adquirido centralidade na pauta de governos mundo afora. As duas crises energéticas da década de 1970 alertaram muitos países quanto à necessidade de reduzir a dependência de suas matrizes energéticas aos combustíveis fósseis. Como resposta, maior importância passou a ser dada à geração de energia por fontes alternativas, a exemplo da solar e da eólica, bem como ao desenvolvimento de biocombustíveis.

Nessa época proliferaram, particularmente nos Estados Unidos, na Alemanha e na Dinamarca, projetos de pesquisa e de desenvolvimento em energia eólica. As políticas que viabilizaram a primeira “corrida eólica” (1980-1985) também impulsionaram o surgimento de um mercado global de painéis fotovoltaicos, dando novo escopo a uma tecnologia que começara a ser implementada mais de 25 anos antes, como gerador de energia para satélites espaciais (Mazzucato, 2014). No Brasil, despontava o Programa Nacional do Álcool (Proálcool).⁴

Se crises energéticas deram um impulso importante nas décadas de 1970 e de 1980, as décadas de 2000 e de 2010 trazem outro contexto histórico. Com efeito, a contínua expansão das energias renováveis na matriz energética mundial já não decorre apenas de crises energéticas, nem tampouco resulta somente de uma perspectiva longínqua de rareamento dos combustíveis fósseis; repercute, outrossim, significativas mudanças nas preferências sociais, espraiando-se, com cada vez mais intensidade e por um número maior de países, a sustentabilidade ambiental como um valor intrínseco ao desenvolvimento econômico.

Disso deriva a diversidade de conferências, de acordos e de protocolos sobre as mudanças climáticas, cujos resultados moldam, em maior ou em menor medida, os arcabouços institucionais dos países signatários, tornando-os mais propícios a políticas de suporte ao desenvolvimento de energias renováveis. Políticas estas que podem ser classificadas, conforme Pernick, Wilder e Belcher (2014), em três categorias: *i) políticas regulatórias* (tarifas *feed-in*, metas de geração de energia e quotas compulsórias de utilização); *ii) incentivos fiscais* (subsídios, renúncias fiscais e garantias de pagamento por energia produzida); e *iii) financiamento público* (investimento público direto, crédito facilitado e uso de compras governamentais como instrumento de indução à inovação).

Mazzucato (2014) argumenta que, para além de políticas industriais e de inovação, o Estado costuma ser protagonista (embora muitas vezes esquecido, visto como coadjuvante ou mesmo tratado como antagonista) de muitas das inovações radicais da história. Antes mesmo do estágio em que o capital de risco e os fundos de *private equity* dispõem-se a apostar em uma ideia inovadora (mormente quando a ideia já se mostra mais tangível e já existem protótipos para testes pré-comerciais), é normalmente o Estado quem costuma entrar nos estágios inicial e de arranque. Nestes estágios são extensivamente demandadas pesquisas básicas e aplicadas, que consomem muito dinheiro e sob as quais incidem muito mais probabilidade de fracasso do que de sucesso. São estágios em que, mais do que riscos, vivem-se incertezas. Nesse ponto é que o *Estado empreendedor*⁵ faz-se presente e permite que se viabilize, entre muitos fracassos próprios de processos de inovação radical e de fronteira, alguns casos de sucesso que, posteriormente, serão apropriados por empreendedores privados, a quem caberá efetivamente transformá-los em produtos comercializáveis.

O apoio de governos às energias renováveis, quer seja por meio de políticas regulatórias, quer seja por incentivos fiscais, quer seja, ainda, por financiamento público, tem agido como força motriz da inovação nesse setor. A despeito disso, novos investimentos em energias renováveis caíram durante dois anos seguidos (2012 e 2013) em comparação a 2011, voltando a crescer em 2014, como se vê na tabela 1.

4. Por não serem os biocombustíveis foco deste trabalho, não será discutido neste artigo o Proálcool.

5. Título do livro de Mazzucato (2014).

TABELA 1
Tendências globais dos investimentos em energias renováveis
(Em % e US\$ bilhões)

Categoria	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Crescimento 2013-2014 (%)	Taxa composta anual de crescimento 2004-2014 (%)
	(US\$ bilhões)												
1 Investimento total													
1.1 Novos investimentos	45,1	72,9	112,1	153,9	181,8	178,5	237,2	278,8	256,4	231,8	270,2	16,6	17,7
1.2 Transações totais	53,9	99,1	148,1	212,5	241,1	242,7	295,7	352,3	324,1	298,6	339,0	13,5	18,2
2 Novos investimentos, por cadeia													
2.1 Desenvolvimento tecnológico													
2.1.1 Capital de risco (<i>venture capital</i>)	0,4	0,6	1,2	2,1	3,2	1,6	2,5	2,5	2,4	0,7	1,0	42,9	8,7
2.1.2 Pesquisa e desenvolvimento (P&D) governamental	1,9	2,0	2,2	2,7	2,8	5,3	4,7	4,6	4,5	4,9	5,1	4,1	9,4
2.1.3 Pesquisa, desenvolvimento & demonstração (PD&D) corporativo	3,2	2,9	3,1	3,5	4,0	4,1	4,2	5,1	5,0	6,6	6,6	0,0	6,8
2.2 Manufatura de equipamentos													
2.2.1 Capital de crescimento próprio	0,3	1,0	3,0	3,6	6,8	2,9	3,1	2,5	1,7	1,4	1,7	21,4	17,1
2.2.2 Mercados públicos	0,3	3,7	9,1	20,7	10,9	13,1	11,4	10,1	3,9	10,5	15,1	43,8	42,8
2.3 Projetos													
2.3.1 Financiamento de ativos	30,4	52,5	84,7	110,4	135,4	120,0	154,6	181,2	163,2	154,6	170,7	10,4	17,0
<i>do qual é capital reinvestido</i>	0,0	0,2	0,7	3,1	3,7	1,9	5,6	3,3	2,9	1,9	3,6	89,5	-
2.3.3 Microgeração distribuída	8,6	10,3	9,5	14,1	22,3	33,4	62,2	76,1	78,8	54,9	73,5	33,9	21,5
Investimento financeiro total	31,4	57,6	97,3	133,7	152,7	135,6	166,1	192,9	168,1	165,4	185,0	11,9	17,5
P&D governamental, PD&D corporativo, microgeração distribuída	13,7	15,3	14,8	20,2	29,1	42,8	71,2	85,9	88,3	66,4	85,2	28,3	18,1
Total de novos investimentos	45,1	72,9	112,1	153,9	181,8	178,5	237,2	278,8	256,4	231,8	270,2	16,6	17,7
3 Transações relacionadas a fusões e aquisições													
3.1 Reestruturações societárias (<i>buyouts</i>)	0,8	3,7	1,8	3,6	5,4	2,2	2,0	3,1	3,3	0,6	2,5	316,7	10,9
3.2 Saídas de investidores de mercados públicos	0,4	2,4	2,7	4,0	1,0	2,5	4,9	0,2	0,4	1,8	1,9	5,6	15,2
3.3 Fusões e aquisições corporativas	2,4	7,6	12,3	20,3	17,6	21,8	19,4	30,1	10,1	15,2	9,8	-35,5	13,6
3.4 Aquisição de projetos e refinanciamento	5,3	12,5	19,1	30,6	35,4	37,8	32,1	40,1	53,8	49,3	54,5	10,5	23,6

(Continua)

Categoria	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Crescimento 2013-2014 (%)	Taxa composta anual de crescimento 2004-2014 (%)
	(US\$ bilhões)												
4 Novos investimentos, por setor													
4.1 Eólica	17,9	29,1	29,6	61,6	75,2	81,2	98,9	84,2	84,1	89,3	99,5	11,4	16,9
4.2 Solar	12,0	16,3	22,1	38,0	60,8	63,7	103,3	155,7	144,3	119,8	149,6	24,9	25,8
4.3 Biocombustíveis	3,9	9,6	28,4	28,7	19,2	10,2	10,1	10,4	7,0	5,5	5,1	-7,3	2,5
4.4 Biomassa e aproveitamento energético de lixo (<i>waste-to-energy</i>)	7,4	9,6	12,1	15,8	16,9	13,9	16,0	17,4	12,4	9,3	8,4	-9,7	1,2
4.5 Pequenas centrais hidroelétricas	2,6	7,2	7,6	7,1	7,8	6,3	5,7	7,2	6,4	5,5	4,5	-18,2	5,1
4.6 Geotérmica	1,2	1,0	1,5	2,0	1,7	2,9	3,0	3,7	1,8	2,2	2,7	22,7	7,7
4.7 Ondas e marés	0,0	0,1	0,9	0,8	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	100,0	24,0
Total	45,1	72,9	112,1	153,9	181,8	178,5	237,2	278,8	256,4	231,8	270,2	16,6	17,7
5 Novos investimentos, por localização geográfica													
5.1 Estados Unidos	5,4	11,6	29,1	33,0	35,1	24,3	35,1	50,0	38,2	36,0	38,3	6,4	19,5
5.2 Brasil	0,8	3,1	5,2	11,8	12,1	7,9	7,7	10,1	7,2	3,9	7,6	94,9	22,7
5.3 Américas (exceto Estados Unidos e Brasil)	1,7	3,3	3,9	5,0	5,8	5,8	12,2	9,2	10,2	12,2	14,8	21,3	21,7
5.4 Europa	23,6	33,6	46,7	66,4	81,6	81,2	111,1	120,7	89,6	57,3	57,5	0,3	8,4
5.5 Oriente Médio e África	0,6	0,8	1,1	2,4	2,3	1,7	4,2	2,9	10,4	8,7	12,6	44,8	31,9
5.6 China	3,0	8,2	11,1	16,6	25,7	39,5	38,7	49,1	2,8	62,6	83,3	33,1	35,3
5.7 Índia	2,7	3,1	4,9	6,3	5,6	4,3	9,0	12,7	7,4	6,4	7,4	15,6	9,6
5.8 Ásia e Oceania (exceto China e Índia)	7,2	9,2	10,0	12,5	13,6	13,7	19,3	24,1	30,5	44,7	48,7	8,9	19,0
Total	45,1	72,9	112,1	153,9	181,8	178,5	237,2	278,8	256,4	231,8	270,2	16,6	17,7

Fonte: Adaptado de McCrone et al. (2015).

Antes dos anos de 2012 e 2013, a única outra queda nos novos investimentos se deu em 2009 (ano de maior impacto da crise financeira desencadeada no último trimestre de 2008). As quedas de 2012 e de 2013 atingiram praticamente todas as formas modernas de energia renovável (só em geotérmica houve alguma recuperação em 2013, em relação a 2012). Na distribuição geográfica, os investimentos vinham em queda nas principais potências energéticas, embora seguindo em expansão em países periféricos na produção de energia. Exceção entre os grandes é a China, que segue implementando planos ambiciosos (Mazzucato, 2014). São possivelmente os investimentos chineses (majoritariamente feitos via governo ou corporações, sendo que, na China, estas também são públicas) que seguraram a estabilidade ou frearam a queda dos investimentos governamentais e corporativos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) naqueles anos. Já o capital de risco, que tinha se mantido quase estável nos anos anteriores, reduziu em 67% seus novos aportes entre 2012 e 2013.

Para McCrone *et al.* (2014), o declínio dos investimentos por dois anos sucessivos não é um problema. Segundo esses autores, algumas condições essenciais para o crescimento futuro dos mercados de energias renováveis teriam se firmado em 2013. Nesse sentido, eles destacam a redução dos custos; o retorno da lucratividade de algumas das firmas líderes nessas tecnologias; a proliferação, por diversos países, de mercados que já não dependem de subsídios; e as atitudes positivas de investidores de mercados públicos em relação às energias renováveis.

Generalizar essas condições favoráveis para todas as formas de energia renovável talvez seja o principal equívoco de McCrone *et al.* (2014). Excluindo os painéis fotovoltaicos, as turbinas eólicas e alguns tipos de biocombustíveis, hoje já em fase de consolidação de suas viabilidades comerciais, as demais fontes de energia renovável (a exemplo da geotérmica, da termossolar e da geração por ondas e marés) ainda estão em estágios bem inferiores a isso. Sem suporte de governos, a geração de energia por ondas do mar, por exemplo, ainda em fase inicial de desenvolvimento, simplesmente deixaria de existir.

Na visão de Manyika *et al.* (2013), mesmo as energias solar e eólica ainda não teriam alcançado um patamar que lhes permita prescindir de forte suporte governamental, inclusive de contínuos subsídios. Para os autores, uma inflexão dos investimentos colocaria em risco os benefícios que essas energias potencialmente ainda têm por gerar. Eles ressaltam que progressos em energias solar e eólica podem reduzir a demanda por combustíveis fósseis, mas que avanços também têm ocorrido na exploração de petróleo e gás, reduzindo a competitividade das fontes renováveis de energia. Por fim, questionam se a preocupação das pessoas com a sustentabilidade ambiental será grande o suficiente para motivar governos a continuarem subsidiando as energias renováveis – mesmo em cenários de expansão da oferta de combustíveis fósseis e queda de seus preços.

A julgar pela declaração dos líderes do G7, ao final da conferência de cúpula transcorrida na Alemanha nos dias 7 e 8 de junho de 2015 (G7, 2015), a resposta ao questionamento de Manyika *et al.* (2013) talvez seja afirmativa.

Noticiou-se que teria sido firmado compromisso do G7 com a eliminação dos combustíveis fósseis de suas matrizes energéticas até 2100,⁶ embora o documento oficial (G7, 2015) não estabeleça expressamente tal meta. Ainda assim, é possível, em alguma medida, inferi-la, por conta da remissão recorrente ao 5º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) (Pachauri *et al.*, 2014). Nele se afirma que tentativas de contenção do aquecimento global nos patamares atuais exigiriam substanciais reduções da emissão de gases do efeito estufa nas próximas décadas, de forma a buscar aproximar a zero as emissões de CO₂ até o fim do século. Para tanto, seria necessário que, até 2050, 80,0% da eletricidade gerada no mundo fosse proveniente de fontes com baixa intensidade de carbono.⁷ Além disso – eis a meta estabelecida em Pachauri *et al.* (2014) que a comunidade internacional espera ser buscada pelo G7 depois da recente declaração de cúpula –, haveria de ser eliminada por completo a utilização de combustíveis fósseis sem o uso de tecnologias de captura e de armazenamento do dióxido de carbono (conhecidas pela sigla CCS, do inglês *carbon capture and storage*).

6. Ver Bremer (2015), Carrel e Martin (2015), Grandelle (2015), Mathiesen (2015) e Ming (2015).

7. Em 2010 era 30%.

G7 (2015) não se compromete expressamente com essa meta, embora o texto sugira que estejam no horizonte desses países as ações e as metas delineadas em Pachauri *et al.* (2014). O compromisso efetivamente transcrito em G7 (2015) remete à redução, até 2050, da emissão de gases do efeito estufa na ordem de 40% a 70%, em comparação aos níveis registrados para 2010, além de outras ações de financiamento e de apoio a iniciativas de combate ao aquecimento global, em especial em países vulneráveis da África, da América Latina e Caribe e da Ásia e Pacífico. Percebe-se, pois, que a declaração do G7 busca, em verdade, demarcar posição. De um lado, coloca pressão sobre a China, a Rússia e os países em desenvolvimento para que definam seus posicionamentos antes da COP 21; de outro, atribui aos países do G7 o papel de protagonistas no avanço das chamadas tecnologias limpas pelo continente africano e por países pobres das Américas e do Oriente, próximas fronteiras mercadológicas da revolução verde vislumbrada por autores como Mazzucato (2014).

As intenções externadas pelo G7, contudo, ainda são de eficácia futura incerta, por alguns motivos.

Primeiro, a exploração comercial em grande escala do gás de xisto já é vista como uma revolução dos combustíveis fósseis (Cueto-Felgueroso e Juanes, 2013; Melikoglu, 2014; Wang *et al.*, 2014). Segundo, o anúncio é visto com reservas por alguns setores e países, dada a resiliência de países europeus em cumprir metas de redução de emissão de CO₂ anteriormente fixadas para 2020 (Grandelle, 2015). Terceiro, o abandono de combustíveis fósseis sem CCS significaria uma profunda readequação nas matrizes energéticas das principais economias do planeta. De acordo com dados referentes a 2012 publicados pela Agência Internacional de Energia (IEA, 2014), 86,5% do suprimento mundial de energia primária ainda advinha, naquele ano, de combustíveis fósseis – petróleo, carvão e gás natural – e de energia nuclear. Estima-se que as nações do G7 sejam responsáveis por 48% de todas as emissões de CO₂ provenientes de combustíveis fósseis e da produção de cimento ao longo da história.⁸

Some-se a isso o cumprimento de metas dessa natureza estarem sempre sujeitas a variações na trajetória tecnológica, na geopolítica e até nas preferências sociais. Além disso, a meta de redução das emissões de CO₂, até 2050, de 40,0% a 70,0%, em relação aos níveis de 2010, não se distancia muito de metas semelhantes ou até mais ambiciosas que já haviam sido estabelecidas por alguns dos próprios países do G7. Estados Unidos e Reino Unido, por exemplo, trabalham com metas de redução das emissões de CO₂, até 2050, respectivamente de 83%, sobre os níveis de 2005, e de 80%, sobre os níveis de 1990 (Mathiesen, 2015).

A despeito das questões geopolíticas envolvidas e do justificável ceticismo, G7 (2015) tem o poder simbólico de uma decisão estratégica e, mesmo passível de entraves até sua concretização, sinaliza uma disposição de superar a era dos combustíveis fósseis (Ming, 2015). Se colocada em prática, significará um movimento em dois sentidos. Por um lado, um declínio mais acentuado do petróleo, que poderá ver afetada a viabilidade da sua exploração no pré-sal, do carvão, em declínio já há bastante tempo, e do gás natural, o que poderá limitar a uma promessa o gás xisto. Por outro, em paralelo, seria de se esperar uma ascendência mais célere e pronunciada das fontes renováveis ao longo deste século.

Antes da declaração do G7, relatório mais recente de McCrone *et al.* (2015), do qual advêm os dados da tabela 1, já introduzia um otimismo ao cenário de investimentos em fontes renováveis. Os autores destacam que os investimentos aumentaram significativamente após dois anos de queda, as fontes renováveis (excluindo grandes hidroelétricas) alcançaram 100 gigawatts (GW) de instalações pela primeira vez e os países em desenvolvimento (com China à frente, mas com destaque também para o Brasil, a Índia e a África do Sul) aproximam-se bastante do montante de investimentos dos países desenvolvidos, além de terem sido

8. Estimativas feitas pelo autor a partir dos dados levantados até 2011 por Tom Boden, Gregg Marland e Bob Andres, disponíveis em: <http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_coun.html>, com acesso em 16 jun. 2015. Métodos de coleta dos dados estão descritos em Boden, Marland e Andres (2009). Os dados mais antigos da série alcançam, para alguns países, o ano de 1751. Os dados mais recentes, até a data de acesso para a elaboração deste texto, são de 2011.

registradas estatísticas recordes para o financiamento de energia solar na China e no Japão, e de energia eólica *offshore* na Europa (McCrone *et al.*, 2015). Destaque-se, contudo, que o capital de risco, a despeito de haver crescido em 2014, encontra-se ainda muito abaixo dos níveis que apresentava até 2012.

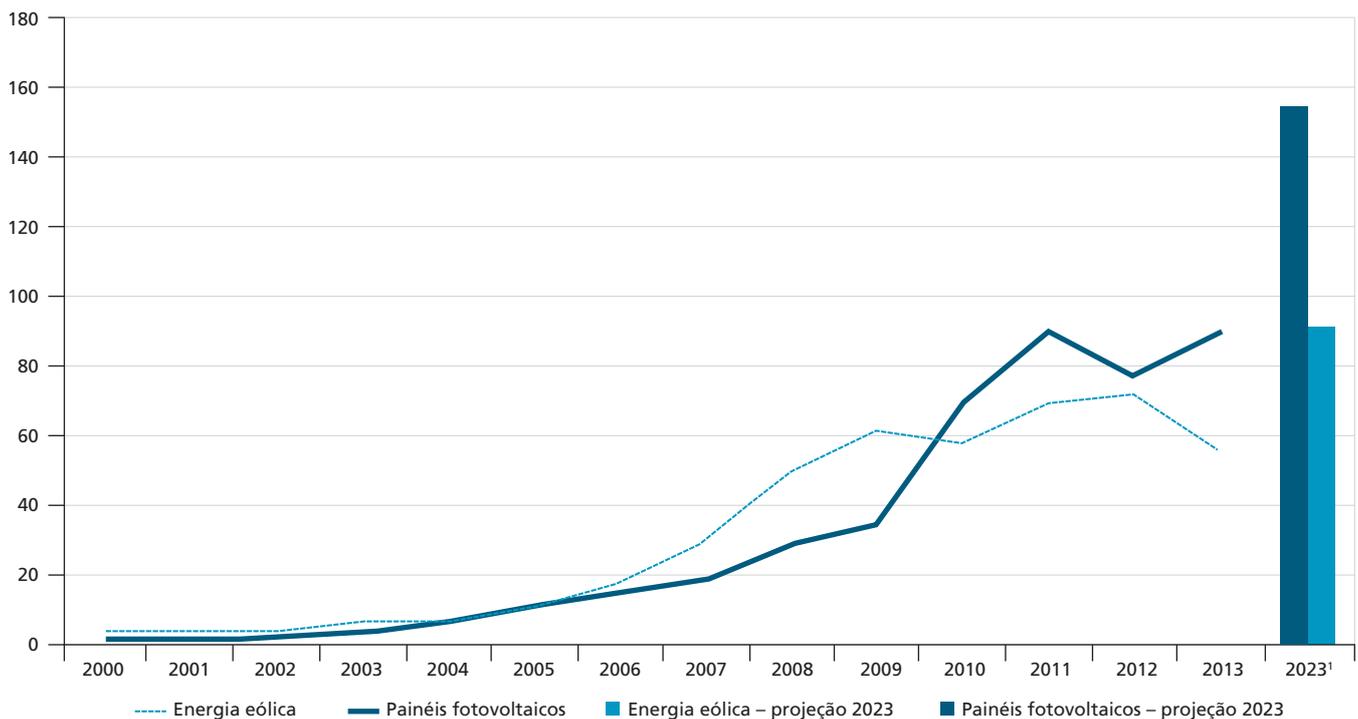
Na próxima seção serão apresentados alguns dados que ajudam a perceber melhor o tamanho dos mercados globais de energias solar e eólica.

3 OS MERCADOS GLOBAIS DE EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR PAINÉIS FOTOVOLTAICOS E POR AEROGERADORES

Os mercados de painéis solares fotovoltaicos e de equipamentos e instalações para a geração de energia eólica movimentaram, juntos, em 2013, cerca de US\$ 150 bilhões em todo o mundo. É uma ordem de grandeza dez vezes superior ao que movimentavam em 2004. Estima-se que, até 2023, esses mercados façam circular quantias em torno de US\$ 250 bilhões (Pernick, Wilder e Belcher, 2014). O gráfico 1 mostra essa evolução.

GRÁFICO 1

Mercado global de energias eólica e solar fotovoltaica no período 2000-2013 e projeção para 2023
(Em US\$ bilhões)



Fonte: Pernick, Wilder e Belcher (2014).

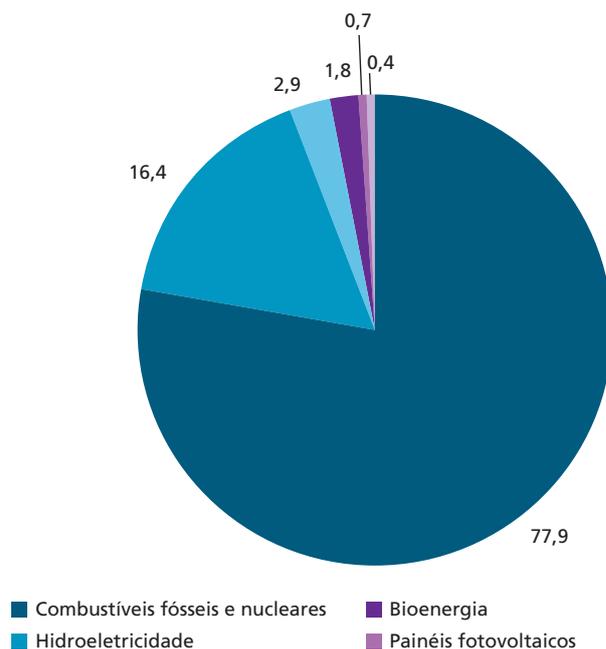
Elaboração do autor.

Nota: ¹ Os dados referentes a 2023 advêm de projeções publicadas na obra citada.

Em 2010, o mercado de equipamentos para a geração de energia solar superou o de energia eólica em termos de divisas, e a perspectiva é que seu crescimento siga sendo maior, pelo menos até 2023, alargando essa diferença (perceba que a última observação plotada no gráfico 1 refere-se, na verdade, a uma projeção do tamanho dos dois mercados em 2023). Em termos de participação na produção mundial de eletricidade, a energia eólica ainda é mais representativa do que a solar, como mostra o gráfico 2.

GRÁFICO 2

Participação de energias renováveis na produção mundial de eletricidade: estimativa do cenário no final de 2013
(Em %)



Fonte: REN21 (2014).
Elaboração do autor.

Destaca-se, mais uma vez, agora pelo gráfico 2, que os combustíveis fósseis e nucleares ainda são as grandes fontes de produção global de eletricidade. Apesar do quadro geral ainda ser este, as energias renováveis têm paulatinamente ganhado espaço na geração de eletricidade, muito por conta, inclusive, do fato de que grande parte das políticas de suporte às fontes renováveis serem destinadas justamente ao setor elétrico. É crescente a participação das energias renováveis na produção de eletricidade. Em 2013 elas perfizeram mais de 56% das adições líquidas à capacidade global de geração de eletricidade, havendo representado parcelas bem maiores em muitos países. O ano de 2013 já foi o sexto seguido em que as fontes renováveis representam a maior parcela da capacidade marginal de geração de eletricidade na União Europeia, e o primeiro na China (REN21, 2014) – que, também pela primeira vez, em 2013, investiu mais em energias renováveis do que toda a Europa (McCrone *et al.*, 2015).

Por sinal, a participação da indústria chinesa nos últimos anos tem crescido significativamente, tanto no mercado de turbinas eólicas quanto no de painéis fotovoltaicos.

3.1 A indústria eólica: principais *players* e o papel dos governos

Depois de dois anos (2012 e 2013) em que a indústria de equipamentos de energia eólica retraiu-se na maioria dos principais mercados, exclusive na China (Pernick, Wilder e Belcher, 2014), o ano de 2014 foi de recuperação significativa (Broehl, Labastida e Hamilton, 2015; McCrone *et al.*, 2015). Isto teria decorrido largamente de políticas direcionadas a acelerar as instalações em três países-chave – China, Alemanha e Estados Unidos –, além de ter sido um ano muito bom também no Brasil, outro importante mercado e no qual foi triplicada, em 2014, as novas instalações para geração de energia eólica (Broehl, Labastida e Hamilton, 2015).

Atualmente, as maiores firmas de manufatura de turbinas eólicas, ou aerogeradores, são a Vestas (Dinamarca), a Siemens (Alemanha) e a GE Energy (Estados Unidos). Tradicionalmente a líder é a Vestas, mas para 2014 há pelo menos duas fontes de estimativas diferentes desse mercado: para Broehl, Labastida e Hamilton (2015), o ano passado teria terminado com a Vestas em primeiro lugar, a Siemens em segundo e a GE Energy em terceiro; já para a Make Consulting (Siemens..., 2015; Zawadzki, 2015), a liderança em 2014 foi da Siemens, com a GE Energy em segundo lugar e a Vestas em terceiro (perdendo sua tradicional liderança, embora a participação de

mercado das três seja muito próxima). Afora essas três, as maiores produtoras de bens de capital para energia eólica costumam incluir firmas de nacionalidade chinesa, espanhola, indiana e outras alemãs (Krogsgaard *et al.*, 2014).

Classificação encontrada em Hader (2010) e seguida por autoras como Melo (2013) e Podcameni (2014) distribui as firmas de manufatura de turbinas eólicas em três categorias: grandes corporações industriais, firmas de vanguarda ou pioneiras e *players* regionais com foco de atuação dentro de mercados crescentes.

As grandes corporações industriais, que, em regra, entram nesse mercado por aquisições, até fins da década de 2000 respondiam por quase um terço da capacidade instalada de energia eólica no mundo. Os principais expoentes desse grupo são a GE Energy e a Siemens. A primeira adquiriu a Enron Wind, em 2002, que, por sua vez, havia adquirido, em 1997, a Zond, uma das pioneiras do período que Mazzucato (2014) chama de “primeira corrida eólica” (1980-1985). A segunda entrou nessa indústria após adquirir, em 2004, a dinamarquesa Bonus, outra firma de vanguarda na década de 1980. Outras grandes companhias, caracterizadas por expressivas economias de escopo que também atuam no setor são a Alstom, a Mitsubishi, a Samsung, a Acciona e a United Technologies Corporation.

Adicione-se que, não apenas por meio de aquisições, a expansão de grandes corporações em indústrias de energia costuma também estar associada às suas elevadas inversões em pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D), bem como ao protagonismo em consórcios com os governos, principalmente nos Estados Unidos, na Alemanha e no Japão. Daí buscam incorporar concorrentes de pequeno porte que porventura tenham conseguido inovar primeiro em alguma prototipagem. Mazzucato (2014) ressalta que são as grandes corporações, com o apoio dos governos, que dominam a pesquisa, desenvolvimento e demonstração (PD&D) nas indústrias de energia renovável. Santos (2014) discute essa dinâmica no setor sucroenergético, no qual essas grandes corporações também costumam se fazer presentes e conduzir estratégias análogas.

Hader (2010) chama de firmas de vanguarda ou pioneiras as que se posicionaram como desenvolvedoras originais dessa tecnologia, ganharam escala e seguem *players* de relevo no setor, sem ainda haverem sido adquiridas por grandes corporações. Essas firmas terminaram a década de 2000 com mais de 50% do mercado de equipamentos e de instalações para geração de energia eólica.

O principal expoente dessa categoria é a Vestas. Segundo Mazzucato (2014), a partir de bem-sucedidos projetos de P&D apoiados pelo governo dinamarquês, a Vestas expandiu-se para o setor em fins da década de 1970 e soube aproveitar as oportunidades surgidas na já mencionada primeira corrida eólica de 1980-1985. Ela valeu-se particularmente de incentivos fiscais do estado americano da Califórnia para se tornar grande exportadora de aerogeradores e de equipamentos afins. Terminados os incentivos, em fins de 1985, a Vestas decaiu e chegou a falir, ressurgindo, de forma rápida, unicamente como produtora de turbinas eólicas, abandonando completamente o negócio de máquinas agrícolas, que era seu principal escopo de atuação antes de entrar na indústria de energia eólica (Mazzucato, 2014). Atualmente, a Vestas produz a partir de dezenas de países, inclusive a partir do Brasil.

Integram também o grupo das firmas de vanguarda a espanhola Gamesa e as alemãs Enercon e Nordex. Já outras pioneiras da corrida eólica de 1980-1985, como a dinamarquesa Bonus e a norte-americana Zond, tornaram-se aquisições de grandes corporações, atualmente sendo, como já mencionado, respectivamente Siemens e GE. Outra firma colocada por Hader (2010) nesse grupo, a norte-americana Clipper, fundada em 2001 pelo mesmo empreendedor que estabeleceu a Zond em 1980, foi adquirida em 2010 pelo conglomerado norte-americano United Technologies Corporation.

Por fim, os *players* regionais têm por foco de atuação mercados crescentes. Esses fabricantes, responsáveis por cerca de 20% da capacidade instalada global de energia eólica, detêm grandes participações em seus mercados domésticos, mas ainda reduzida presença em outros mercados. Os maiores exemplos de *players* regionais são as fabricantes chinesas, apesar de estas, mesmo com atuação majoritariamente regional, frequentarem assiduamente os ranques de maiores firmas globais do ramo. Em 2014, quatro firmas chinesas (Goldwind, Guodian United Power, Ming Yang e Envision) estavam entre as dez maiores fornecedoras de turbinas eólicas no mundo (Broehl, Labastida e Hamilton, 2015), sendo que, em 2013, a Goldwind teria chegado a assumir a vice-liderança mundial (Krogsgaard *et al.*, 2014), tendo caído para a quarta posição em 2014 por conta de sua reduzida presença fora da China (Broehl, Labastida e Hamilton, 2015).

As firmas chinesas – não apenas a Goldwind – concentram suas atividades em seu mercado doméstico, e nisso perderam, em 2014, muitas oportunidades decorrentes do bom ano para energia eólica na Alemanha, nos Estados Unidos e no Brasil (Broehl, Labastida e Hamilton, 2015). Mesmo com baixa penetração em mercados externos, firmas chinesas costumam, desde 2010, frequentar a lista dos dez maiores fabricantes globais desses equipamentos, principalmente devido à conjunção de dois fatores: *i*) os incentivos introduzidos em 2005 pela lei chinesa de energia renovável; e *ii*) a ampla dimensão do mercado interno chinês (Wang, Qin e Lewis, 2012). Como dito antes, porém, a atuação das firmas chinesas do setor ainda é bastante circunscrita ao próprio mercado chinês, razão pela qual seguem vistas como *players* regionais. Não se deve perder de vista, contudo, que já iniciam sua expansão para outros países. A título de exemplo, a Goldwind já instala aerogeradores em seis continentes, segundo informações reportadas em seu *site* na internet.⁹

Enquanto as firmas chinesas são *players* regionais que se desenvolveram a partir de seus próprios mercados, a argentina Impsa desenvolveu-se com foco no mercado brasileiro (Podcameni, 2014). O Brasil também dispõe de um *player* regional de turbinas eólicas, a WEG. Trata-se de uma empresa viabilizada no setor com apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (Azevedo *et al.*, 2012) e que começou a produzir aerogeradores em 2011 (Podcameni, 2014).

O que foi exposto neste trabalho indica que as grandes firmas de vanguarda e os *players* regionais do setor estabeleceram-se às custas de considerável apoio governamental. Sem isso, possivelmente o desenvolvimento tecnológico na indústria de energia eólica estivesse em estágio bem aquém ao que apresenta hoje. Justamente por ser atualmente uma tecnologia em vias de maturação e já dominada por grandes firmas, quiçá coubesse questionar, em outros estudos, em que medida seriam viáveis o crescimento e a consolidação de uma nova firma de vanguarda, sem que esta rapidamente viesse a se tornar mais uma aquisição das grandes que já operam nessa indústria.

Além disso, talvez partindo de recentes teses de doutorado, como as de Camillo (2013) e Podcameni (2014), caberia oportunamente uma análise mais detalhada das políticas de apoio à energia eólica aplicadas em diferentes países, mapeando-as quanto à sua natureza regulatória, de incentivo fiscal ou de investimento público. Seria também pertinente avaliar em que medida elas promoveram e/ou promovem o crescimento e a consolidação de empresas, como a dinamarquesa Vestas e a chinesa Goldwind, ou se, em alguma medida, facilitaram a decisão de grandes conglomerados, a exemplo da GE e da Siemens, de entrarem nessa indústria. Por fim, valeria a contextualização da política brasileira nesse quadro mais geral, além de avaliações do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) e dos investimentos do BNDES em energias renováveis.

3.2 A indústria de energia solar fotovoltaica: principais *players* e o papel dos governos

Duas são as vertentes tecnológicas hoje difundidas para a geração de energia elétrica por radiação solar: uma em que a geração se dá pelo efeito fotovoltaico e outra em que ocorre pela heliotermia. A primeira vertente centra-se no aproveitamento da radiação solar para obter corrente elétrica a partir de materiais semicondutores, normalmente à base de silício. A segunda vertente, igualmente conhecida como termossolar, ou como energia solar concentrada, recorre à conversão da energia solar em energia térmica para, a partir desta, obter energia elétrica, valendo-se, nessa etapa final, de tecnologias já amplamente difundidas em centrais termelétricas (Esposito e Fuchs, 2013). O foco, neste trabalho, é a fonte de energia solar associada à primeira vertente, que remete à indústria de painéis fotovoltaicos.

Atualmente, a indústria de painéis fotovoltaicos é dominada por grandes firmas chinesas, concentrando-se também na China a fronteira tecnológica do setor. Incentivos pós-Crise de 2009, a partir do American Recovery and Reinvestment Act (Arra) vêm também, em certa medida, colocando os Estados Unidos na corrida tecnológica dos painéis fotovoltaicos, enquanto no Japão o catalisador nesse sentido vem da

9. Disponível em: <<http://goo.gl/4YaHpv>>. Acesso em: 28 maio 2015.

política energética pós-Fukushima (Esposito e Fuchs, 2013). Seja impulsionado por um estado de raízes intervencionistas (no caso da China), seja por políticas anticíclicas em resposta à crise econômica (no caso dos Estados Unidos), ou seja ainda por catástrofes naturais que impuseram ampla revisão da política energética (no caso do Japão), o desenvolvimento tecnológico recente da indústria de painéis fotovoltaicos tem se dado em um cenário no qual ganha centralidade nas políticas tecnológica e energética de três economias nacionais com peso global. Apesar de todo o potencial que possui para a geração de energia solar, a grande maioria dos sistemas fotovoltaicos instalados no Brasil é importada, havendo uma única fabricante nacional de painéis fotovoltaicos (Ferraz, 2012), a Dya (Esposito e Fuchs, 2013).¹⁰

Um bom objeto de pesquisa, que foge ao escopo deste trabalho, seria investigar se, e em que medida, essas políticas contribuíram para a queda nos preços internacionais – normalmente atribuída à competição agressiva das grandes firmas chinesas, acusadas, inclusive, de *dumping* pelos Estados Unidos e pela Europa, conforme Esposito e Fuchs (2013). O gráfico 3 mostra como o preço médio dos sistemas fotovoltaicos tem caído significativamente nos últimos anos, com perspectivas de seguir caindo nos próximos anos.

GRÁFICO 3

Média global de preços de sistemas fotovoltaicos: preços médios verificados (2007-2013) e estimativas (2014-2023)



Fonte: Pernick, Wilder e Belcher (2014).

Elaboração do autor.

Obs.: Preço médio em dólares por watt dos equipamentos totalmente instalados.

Costuma-se atribuir ao barateamento da tecnologia nos últimos anos muito da forte expansão recente da energia propiciada por painéis fotovoltaicos, como também as perspectivas otimistas de crescimento do mercado global dessa indústria, a exemplo da projeção ilustrada no gráfico 1 (seção 2). O barateamento da tecnologia favorece a expansão de sua adoção, mas significa, igualmente, não se tratar mais de uma tecnologia nascente. Consequentemente, o Brasil perde a oportunidade tecnológica que havia anos atrás no desenvolvimento de painéis fotovoltaicos. De todo modo caberia, oportunamente, investigar as possibilidades de sucesso do país no desenvolvimento de tecnologias de fronteira no âmbito da energia solar.

10. De acordo com Esposito e Fuchs (2013, p. 93), “[n]o Brasil, há empresas nas etapas iniciais da cadeia de silício cristalino (como Minas Ligas e Rima) e na última etapa, de montagem de painéis (como Dya, antiga Tecnometal). Porém, as etapas intermediárias encontram-se ainda pouco desenvolvidas”.

4 O BRASIL NOS MERCADOS DE ENERGIAS SOLAR FOTOVOLTAICA E EÓLICA

Iniciativas de apoio tanto à produção quanto à pesquisa e ao desenvolvimento em energias renováveis têm sido recorrentes nos planos e nas políticas industriais brasileiros (ABDI, 2014; Santos, 2015). Particularmente em relação às fontes alternativas de energia elétrica, destacam-se o programa de P&D regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel),¹¹ os financiamentos do BNDES¹² e o Proinfa. Este artigo se concentrará na discussão em torno deste último.

O Proinfa existe desde 2002 e busca primordialmente diversificar a matriz energética brasileira, principalmente por meio de incentivos à geração em empreendimentos de produtores independentes autônomos e sua integração ao Sistema Interligado Nacional (SIN). O Proinfa beneficia as pequenas centrais hidrelétricas e a geração baseada em fontes eólica e de biomassa (CCEE, 2012). Deixa de fora, portanto, as fontes de energia solar. Não à toa, as diferenças são marcantes entre o estágio de desenvolvimento dos mercados de uma e de outra fonte no país.

Inicialmente, o Proinfa apostava em investimento direto estrangeiro (IDE), ao estabelecer metas de conteúdo local mínimo para os empreendimentos beneficiados. A necessidade de se constituir um mercado eólico rápido levou ao abandono dessas exigências (Podcameni, 2014) – contexto em que surge o Programa Emergencial de Energia Eólica (Proeólica), vigente entre 2001 e 2004 (Ruiz, Rodríguez e Bermann, 2007). A partir de 2009, a proliferação de leilões de energia eólica trouxe, nos anos seguintes, subsidiárias das principais transnacionais para o Brasil, mas não foram implementados instrumentos que promovessem um processo de transferência tecnológica (Podcameni, 2014). Em 2011, com apoio do BNDES (Azevedo *et al.*, 2012), a brasileira WEG começa a produzir aerogeradores e, em 2012, o BNDES altera suas regras de financiamento e aumenta as exigências de conteúdo tecnológico da cadeia produtiva concentrada no Brasil – uma política cujos resultados ainda estão por se consolidar para, assim, poderem ser avaliados (Podcameni, 2014).

O Brasil tem um dos maiores mercados de energia eólica do mundo e, em 2014, tornou-se o quarto com maior número de novas instalações (Broehl, Labastida e Hamilton, 2015). Espera-se que, ao final de 2015, o país tenha movimentado R\$ 25 bilhões (Azevedo *et al.*, 2012). O ano de 2014 foi recorde para a indústria eólica no Brasil, com a conversão, em projetos completos, de um número expressivo de contratos de geração firmados nos anos recentes – praticamente triplicando as novas instalações em solo brasileiro e adicionando 2,8 GW de energia elétrica ao sistema (Broehl, Labastida e Hamilton, 2015).

Para se ter uma ideia do tamanho do incremento de 2014, a capacidade instalada total do Brasil no ano anterior (2013) era de 3,5 GW, e o país era apenas o oitavo do mundo que mais expandia anualmente essa sua capacidade (Gwec, 2014). A fonte eólica é a segunda mais barata da matriz brasileira e as turbinas envolvidas em sua geração são fabricadas não apenas pelas grandes firmas internacionais, como também pela primeira marca 100% nacional, a WEG, apoiada, como já mencionado, pelo BNDES (Azevedo *et al.*, 2012). O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2022) tem por meta alcançar, até 2022, 17 GW de capacidade instalada – o que daria para atender a cerca de 9,5% do consumo final de eletricidade do país (Gwec, 2014).

Já a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica no Brasil é irrisória, mesmo tendo atingido, desde 2012, a *grid parity*, isto é, nivelado o custo de produzi-la ao da eletricidade vendida pelas distribuidoras de energia. Sua expansão no Brasil tem se dado sobretudo *off-grid*, ou seja, para soluções específicas desconectadas da rede geral de distribuição. O grande catalisador dessa expansão é uma política governamental, o *Luz para Todos* (Ferraz, 2012).

Assim, o uso desse tipo de energia no Brasil ainda é reduzido e concentrado na microgeração distribuída, ou seja, microgeradores dispersos na rede elétrica, interligados ou não à rede centralizada (no caso brasileiro, a maioria não está interligado). A expansão do mercado de energia solar fotovoltaica no Brasil pode trazer oportunidades de ganho tanto para os microgeradores quanto para o sistema elétrico (Cabello e Pompermayer, 2013), mas o grande limitador ao desenvolvimento dessa indústria no país é a ausência de um marco regulatório bem-definido (Ferraz, 2012). A paridade foi alcançada graças aos altos preços da eletricidade fornecida *on-grid*, não em decorrência de uma maior

11. A esse respeito, ver Pompermayer, De Negri e Cavalcante (2011).

12. Ver Costa, Casotti e Azevedo (2009) e Podcameni (2014).

eficiência da tecnologia fotovoltaica disponível no Brasil (Ferraz, 2012). Em nível global, desde a entrada agressiva da China nesse mercado, os preços dessa tecnologia têm caído bastante – ver gráfico 3 supracitado (Esposito e Fuchs, 2013; Mazzucato, 2014; Pernick, Wilder e Belcher, 2014).

A queda nos preços deve reverter a percepção de que a energia solar não seja tão competitiva quanto as demais fontes renováveis para projetos de grande escala (Esposito e Fuchs, 2013), mas, por ser uma fonte intermitente, recomenda-se que sua conexão à rede elétrica no Brasil ocorra em caráter complementar (Moehlecke *et al.*, 2010). A geração de energia elétrica por esse meio ocorre em horário distinto ao de pico de consumo da rede elétrica, mas instrumentos de regulação tarifária eficientes poderiam ser implementados para contornar esse problema (Cabello e Pompermayer, 2013).

Mesmo sendo um dos maiores mercados de energia eólica do mundo e de ter grande potencial para energia solar e para outras fontes renováveis de geração de energia, o Brasil, na visão de Santos (2015), está entre os países que estão deixando passar a oportunidade de desenvolver e de ganhar mercados em bens de capital relacionados às energias eólica, solar e de biomassa. Quiçá pela ausência de uma visão de longo prazo de governos e de empresários – como se pode depreender da leitura de Santos (2015) –, o Brasil praticamente se limitou a ser um mercado consumidor desses equipamentos. Isto apesar de o potencial das fontes alternativas de energia e a necessidade de investimentos em suas tecnologias serem questões discutidas no país pelo menos desde a década de 1960 (Leite, 1997).

As políticas mais recentes, embora ainda negligenciem o potencial da energia solar fotovoltaica, contribuíram para a consolidação do Brasil como um dos principais mercados eólicos do planeta. Trata-se, com efeito, fundamentalmente de um mercado consumidor, não ocorrendo no país inovações relevantes para essa indústria. Como coloca Podcameni (2014),

os elos ao longo da cadeia produtiva são fracos, as políticas não se articulam entre si, assim como os grupos de pesquisa. As políticas industriais, de mercado e tributária não possuem articulação com as de CTI. Da mesma forma, estas últimas também não se articulam com estratégias de produção e tecnológica, e o que temos são políticas desarticuladas e pontuais que raramente produzem o esperado. O sistema de capacitação em energia eólica por sua vez não consegue se articular com as fortes capacitações existentes no país, inibindo processos inovativos (Podcameni, 2014, p. 264-265).

À conclusão semelhante chega uma outra tese recente sobre o setor. Em análise sobre a pertinência das políticas brasileiras de inovação em energia eólica, iniciadas com o Proinfa, Camillo (2013) aduz que

(i) houve um claro descompasso entre o estágio de desenvolvimento da tecnologia no Brasil e no mundo; (ii) as políticas brasileiras de inovação em energia eólica focaram predominantemente a esfera do mercado, prescindido de uma esfera fundamental de promoção, a das políticas tecnológicas e, por consequência, da realização de esforços de aprendizado; e, ainda, (iii) tendo em vista o momento que o país entrou na indústria, o caminho poderia ter sido diferente, caso as políticas de mercado, de desenvolvimento industrial e de ciência e tecnologia tivessem convergido para promover a inovação (Camillo, 2013, p. IX).

A próxima seção apresenta dados bibliométricos como insumos para uma discussão do potencial brasileiro de vir a se tornar não apenas um mercado consumidor de equipamentos e de instalações para a geração de energias eólica e fotovoltaica, como também uma referência tecnológica nessas duas indústrias.

5 PRODUÇÃO CIENTÍFICA COMO PARÂMETRO ADICIONAL PARA ANALISAR O POTENCIAL DO BRASIL NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E EÓLICOS

Publicações científicas podem ser entendidas como um importante canal de transferência de tecnologia entre universidades e centros de pesquisa, de um lado, e firmas, de outro.¹³ Dados sobre a evolução

13. Usando dados de 2004 do Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Póvoa e Rapini (2010) reportam que, no Brasil, a interação tecnológica entre academia e setor produtivo ocorreria, sobretudo, por meio de publicações e de relatórios, de troca informal de informações, de treinamento e de consultoria.

da produção científica de um país em uma determinada área de conhecimento podem ajudar, portanto, a perceber se tal país dispõe de massa crítica suficientemente consolidada para desenvolver competências tecnológicas em setores específicos (Nascimento, 2012). A existência de uma base científica consolidada e internacionalmente reconhecida aumenta as possibilidades de que, em articulação com o setor produtivo, chegue-se a avanços tecnológicos.

Como visto, a produção brasileira de bens de capital para a geração de energia eólica é concentrada em transnacionais que se estabeleceram no país atraídas por um crescente mercado consumidor doméstico e por incentivos governamentais. Haveria, no país, uma base científica de projeção internacional, quer seja ela preexistente, quer seja decorrente da consolidação do mercado brasileiro de energia eólica? As críticas de Podcameni (2014) e de Camillo (2013) à fragilidade do sistema nacional de inovação em energia eólica sugerem que não. No caso da energia solar fotovoltaica, ainda incipiente no país, é de se esperar que seja reduzida a base científica nacional dedicada a essa fonte de energia renovável. Ocorre que, sem isso, torna-se, a princípio, mais difícil o sucesso de iniciativas destinadas a transferências de tecnologia e, mais ainda, de tentativas de estimular a inovação em cadeias produtivas concentradas no Brasil.

Valendo-se de dados do diretório dos grupos de pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Santos (2014) conclui que as infraestruturas utilizadas no Brasil para P&D em energias renováveis são de pequeno porte – embora, como aduzem Mazzucato (2014) e o próprio Santos (2014), sejam grandes corporações que, com forte apoio estatal, dominem a P&D e os mercados nesses setores. Como seria o desempenho das bases científicas brasileiras atuantes na P&D em energia solar e em energia eólica em um contexto de infraestruturas reduzidas?

Será feito, neste artigo, um exercício muito simples para extrair alguma informação nesse sentido, recorrendo-se à coleção principal *Web of science*, do portal ISI Web of Knowledge (Thomson Reuters, [s.d.]), disponível a assinantes do portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Em primeiro lugar, contabilizou-se o número de artigos completos publicados entre 2001 e 2015¹⁴ e indexados pelo *Web of science* sob o índice *science citation index expanded* (SCI-Expanded). A partir disso ordenou-se o resultado da busca de acordo com a “nacionalidade” que o portal atribui aos artigos a partir do país de residência informado por seus autores (esta técnica costuma ensejar dupla contagem de muitas das publicações levantadas, mas é a melhor forma de se associar a produção científica a países). Em seguida, limitou-se a amostra aos cinquenta países com maior número de artigos publicados nesse período (referidos adiante como *top 50*). O filtro seguinte foi restringir as observações àquelas que o *Web of science* classifica como da área de pesquisa energia e combustíveis (*energy & fuels*, em inglês).

Dividiu-se, então, a amostra em duas: de um lado, artigos sobre energia eólica; de outro, artigos sobre energia solar fotovoltaica. Para fins de simplicidade, optou-se por não utilizar, na busca, termos que remetessem a equipamentos nem a tecnologias específicas dessas duas fontes de energia renovável, limitando-se a termos de caráter geral que permitissem encontrar artigos pertinentes e que evitassem incorporar à amostra de artigos sobre energia solar fotovoltaica os que fossem sobre energia termossolar (ver no apêndice, ao final deste artigo, os termos usados nessa busca final).

Por fim, registrou-se, para toda a produção de artigos publicados e para as respectivas amostras sobre tópicos de energias eólica e solar fotovoltaica, a participação brasileira no total, a posição relativa do país e o número médio de citações por artigo (de brasileiros e de residentes em algum dos cinquenta países com maior produção de artigos no período).¹⁵ Os resultados são informados na tabela 2.

14. Período escolhido arbitrariamente, limitando a busca à produção científica deste século. A produção relativa ao ano de 2015 se atém ao que já havia sido indexado pelo *Web of science* até 12 de junho de 2015, data da última atualização da base no momento da busca.

15. Indicador bibliométrico bastante difundido desde sua proposição por Hirsch (2005), o fator H não foi utilizado neste trabalho por ser muito sensível ao tamanho da amostra, reduzindo bastante sua pertinência para comparações como as que são feitas na tabela 2.

TABELA 2Indicadores para uma análise do desempenho da produção científica brasileira sobre energias eólica e solar fotovoltaica¹

Área	Indicador			
	Desempenho do Brasil		Número médio de citações por artigo	
	Total de artigos (%)	Posição relativa	Brasil	Top 50
Energia eólica	1,2	25	8,68	13,14
Energia solar fotovoltaica	1,4	22	10,85	16,22
Todas as áreas	2,5	14	n/d	n/d

Fonte: Portal ISI Web of Knowledge (Thomson Reuters, [s.d.]).

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Relativo a artigos científicos publicados entre 2001 e 2015 e indexados na coleção principal do *Web of science*.

Obs.: n/d: dado não disponível (relatórios de citações não são gerados pelo portal para resultados que superem 10 mil observações).

Percebe-se que a participação brasileira é bem menor na produção de artigos científicos sobre uma e outra das fontes de energia ora investigadas do que na produção em todas as áreas. No período compreendido entre 2001 e 2015, pesquisadores cujo endereço informado fica no Brasil foram autores ou coautores de 2,5% de todos os artigos indexados pelo índice SCI-Expanded da coleção principal do *Web of science*. Isto faz do Brasil, nessa indexação, o 14º maior produtor mundial de artigos científicos no período. Nesses mesmos anos, 1,4% dos artigos sobre energia solar fotovoltaica e 1,2% dos artigos sobre energia eólica tiveram a participação de ao menos um autor sediado no Brasil, colocando o país, respectivamente, na 22ª e na 25ª posição nessas áreas. Além disso, a visibilidade internacional da produção científica nacional nessas duas áreas, medidas em termos de número de citações por artigo, esteve abaixo da média observada para os *top 50*, como pode-se ver nas duas últimas colunas da tabela 2.

Ainda que tenha sido esse um mero exercício ilustrativo, percebe-se que a produção científica brasileira em ambos os temas é de pequena escala. A reduzida produção científica pode ser sinal de baixa capacidade tecnológica para inovar nesses setores. Sem uma base científica consolidada e internacionalmente reconhecida, tende o Brasil a permanecer na condição de país seguidor na indústria de bens de capital para a geração de energia eólica, mesmo dispondo de amplo mercado interno e por mais que se venha a incentivar o desenvolvimento de componentes nacionais.

No caso da energia solar, trata-se de limitante a um possível crescimento da ainda nascente indústria nacional. No advento de uma política de incentivo destinada ao desenvolvimento de painéis fotovoltaicos nacionais, a ausência de uma base científica relevante significaria perder oportunidades de desenvolver componentes genuinamente brasileiros, sem mencionar que limitaria a tecnologia nacional à reprodução do que é descoberto, desenvolvido e patentado lá fora.

Em suma, em ambos os casos a baixa capacidade de produção científica significa distanciar-se da fronteira tecnológica e dos ganhos que costumam ser proporcionados pelo pioneirismo no desenvolvimento e na comercialização de novos produtos e processos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por propósito apresentar sucintamente os cenários internacional e doméstico de desenvolvimento das tecnologias e dos mercados relacionados aos bens de capital para a geração de energia solar fotovoltaica e de energia eólica, refletindo sobre a inserção do Brasil nessas indústrias. Subsidiariamente buscou-se discutir se o país dispõe de bases científicas de relevo, sem as quais a identificação de oportunidades tecnológicas torna-se mais difícil.

Tal qual se depreende de Manyika (2013) e de Mazzucato (2014), muitas deverão ser as oportunidades para a geração de energia, à medida em que se acelere o desenvolvimento das tecnologias concernentes a sistemas fotovoltaicos e eólicos. Esse deverá ser um prognóstico tão mais palpável quanto sejam colocados em prática planos e políticas governamentais direcionados a uma eventual eliminação completa dos combustíveis fósseis sem CCS, tal qual muitos têm inferido, desde o anúncio de G7 (2015), como meta a ser alcançada até 2100 pelas sete nações

mais desenvolvidas do mundo. Se o G7 caminhar mesmo nesse sentido, a extração em grande escala do petróleo da camada do pré-sal poderá estar cada vez mais comprometida. Porém, o potencial do Brasil para o aproveitamento de fontes renováveis de energia, se bem explorado, poderá abrir várias oportunidades para o país.

A despeito do seu enorme potencial solar, o Brasil ainda tem um incipiente mercado de energia solar. Trata-se de um mercado que cresce rapidamente em escala global e no qual ainda existem oportunidades tecnológicas. Decerto não tardará ao Brasil ser instado a ampliar a participação de fontes solares em sua matriz energética, mas, ao fazê-lo, já não estará em posição dianteira na corrida tecnológica do setor. Além disso, dispõe de restrita base científica e tecnológica na área. Isto tudo tenderá a restringir, mas não inviabilizar, possíveis ambições futuras de erigir uma indústria dinâmica e inovadora a partir do potencial solar brasileiro.

O potencial eólico do país tem sido mais bem aproveitado do que o solar, mas tão somente o potencial como mercado consumidor. As tecnologias associadas à geração de energia eólica são apropriadas por firmas estrangeiras, embora haja um competidor nacional no ramo. Considerando o estágio de maturação tecnológica, a acentuada escala das firmas líderes globais (a maioria das quais também atua no Brasil) e o tamanho reduzido da produção científica nacional sobre os temas pertinentes à energia eólica, é de se esperar que o país enfrente grandes dificuldades para sair da condição de seguidor tecnológico.

Mesmo com a dimensão atual do mercado de energia eólica brasileiro e das condições climáticas favoráveis à ampliação da geração de energia solar em muitas partes do país, em termos tecnológicos o Brasil é um *latecomer*. Isto não inviabiliza aspirações a buscar algum protagonismo tecnológico nesses dois setores, como outros *latecomers* (China, Espanha e Índia, por exemplo) têm conseguido.

Além das condições externas favoráveis, a crescente saturação da hidroeletricidade na matriz energética brasileira poderá vir a ser um outro fator de peso a impulsionar o país nesse sentido. Será necessário, contudo, que as futuras políticas industriais e de CT&I tenham foco nos nichos tecnológicos ainda pouco desenvolvidos dessas duas indústrias e/ou em transferências tecnológicas. Do contrário, será grande o risco de seguir basicamente montando no país equipamentos desenvolvidos alhures.

Deve-se analisar, também, em que medida não seria mais eficaz o país direcionar parte do foco de suas políticas para energias renováveis a setores em que já se tenha algum domínio tecnológico (como biocombustíveis) ou para áreas em que, de tão incipientes, ainda podem ser vistas como novas (a exemplo da geração de eletricidade por ondas do mar ou por energia solar concentrada).

REFERÊNCIAS

- ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Relatório técnico de acompanhamento de política industrial**. Brasília: ABDI, 2014.
- AZEVEDO, R. L. S. *et al.* **Comunicação**: Brazil Windpower 2012. Rio de Janeiro: BNDES, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/Hdku6V>>. Acesso em: 28 maio 2015.
- BODEN, T. A.; MARLAND, G.; ANDRES, R. J. **Global, regional, and national fossil-fuel CO2 emissions**. Oak Ridge: US Department of Energy, 2009. v. 10.
- BREMER, I. Here are 5 reasons the G7 Summit was a disappointment. **Time**, 12 Jun. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/31ZDjl>>.
- BROEHL, J.; LABASTIDA, R. R.; HAMILTON, B. **World wind energy market update 2015**: A BTM navigant wind report. Londres: Navigant Research, 2015.
- CABELLO, A. F.; POMPERMAYER, F. M. **Energia fotovoltaica ligada à rede elétrica**: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico. Brasília: Ipea, 2013. (Texto para Discussão, n. 1812).
- CAMILLO, E. V. **As políticas de inovação da indústria de energia eólica**: uma análise do caso brasileiro com base no estudo de experiências internacionais. Campinas: Unicamp, 2013.
- CARREL, P.; MARTIN, M. G7 leaders bid 'Auf Wiedersehen' to carbon fuels. **Reuters**, 8 Jun. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/cQ3ZWD>>.

- CCEE – CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório de geração e garantia física do Proinfa**. [S.l.]: CCEE, set. 2012.
- COSTA, R. A.; CASOTTI, B. P.; AZEVEDO, R. L. S. Um panorama da indústria de bens de capital relacionados à energia eólica. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 229-277, 2009.
- CUETO-FELGUEROSO, L.; JUANES, R. Forecasting long-term gas production from shale. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 49, p. 19660-19661, Dec. 2013.
- ESPOSITO, A. S.; FUCHS, P. G. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 40, p. 85-113, 2013.
- FERRAZ, C. 2012 será o ano da energia solar fotovoltaica no Brasil? **Infopetro**, 9 abr. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/7BQeSA>>. Acesso em: 22 dez. 2014
- GRANDELLE, R. Líderes do G7 prometem afastar economias dos combustíveis de carbono. **O Globo**, 8 jun. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/j2sqeU>>. Acesso em: 11 jun. 2015.
- G7 – GROUP OF SEVEN. Leader's declaration. *In*: G7 MEETING, Schloss Elmau, 7-8 Jun. 2015. **Annals...** Schloss Elmau: G7, 2015.
- GWEC – GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Annual market update 2013**: navigating the global wind power market. Bruxelas: GWEC, Apr. 2014. (Global Wind Report 2013). Disponível em: <<http://goo.gl/CnjYzt>>.
- HADER, M. **From pioneer to mainstream**: evolution of wind energy markets and implications for manufacturers and suppliers. Hamburg: Roland Berger, 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/TC7nP6>>.
- HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)**, v. 102, n. 46, p. 16569-16572, Nov. 2005.
- IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Key world energy statistics 2014**. Paris: IEA, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/91R2cY>>. Acesso em: 11 jun. 2015.
- KROGSGAARD, P. *et al.* **World market update 2013**: a BTM wind report. Chicago: Navigation Research, Apr. 2014.
- LEITE, A. D. **A energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- MANYIKA, J. *et al.* **Disruptive technologies**: advances that will transform life, business, and the global economy. [S.l.]: McKinsey Global Institute, May 2013.
- MATHIESEN, K. G7 fossil fuel pledge is a diplomatic coup for Germany's 'climate chancellor'. **The Guardian**, 8 Jun. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/0LljST>>.
- MAZZUCATO, M. **O estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.
- MCCRONE, A. *et al.* **Global trends in renewable energy investment 2014**: key findings. Frankfurt: Frankfurt School; Unep Centre; Bloomberg, 2014.
- _____. **Global trends in renewable energy investment 2015**. Frankfurt: Frankfurt School; Unep Centre; Bloomberg, 2015.
- MELIKOGLU, M. Shale gas: analysis of its role in the global energy market. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 37, p. 460-468, 2014.
- MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 77, p. 125-142, jan. 2013.
- MING, C. Urgência para o petróleo. **Estadão**, 9 jun. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/WZgghe>>.
- MOEHLECKE, A. *et al.* **Energia solar fotovoltaica no Brasil**: subsídios para tomada de decisão. Brasília: CGEE, maio 2010. (Série Documentos Técnicos 02-10).
- NASCIMENTO, P. A. M. M. Capacitações científicas em telecomunicações. *In*: KUBOTA, L. C. *et al.* (Eds.). **Tecnologias da informação e da comunicação**: competição, políticas e tendências. Brasília: Ipea, 2012. p. 245-268.
- PACHAURI, R. K. *et al.* **Climate change 2014**: synthesis report. Genebra: IPCC, 2014.

- PERNICK, R.; WILDER, C.; BELCHER, J. **Clean energy trends 2014**. San Francisco: Clean Edge, Mar. 2014.
- PODCAMENI, M. G. VON B. **Sistemas de inovação e energia eólica: a experiência brasileira**. 2014. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/jmel4y>>.
- POMPERMAYER, F. M.; DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Orgs.). **Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela Aneel**. Brasília: Ipea, 2011.
- PÓVOA, L. M.; RAPINI, M. S. Technology transfer from universities and public research institutes to firms in Brazil: what is transferred and how the transfer is carried out. **Science and Public Policy**, v. 37, n. 2, p. 147-159, 2010.
- REN21 – RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY. **Renewables 2014 – Global Status Report**. Paris: REN21 Secretariat, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/zs5PMC>>.
- RUIZ, B. J.; RODRÍGUEZ, V.; BERMANN, C. Analysis and perspectives of the government programs to promote the renewable electricity generation in Brazil. **Energy Policy**, v. 35, n. 5, p. 2989-2994, May 2007.
- SANTOS, G. R. Infraestrutura de pesquisa em energias renováveis no Brasil. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 35, p. 7-18, out. 2014.
- _____. **Financiamento público da pesquisa em energias renováveis no Brasil: a contribuição dos fundos setoriais de inovação tecnológica**. Brasília: Ipea, 2015. (Texto para Discussão, n. 2047).
- SIEMENS world no1 OEM in 2014, says Make Consulting. **Wind Power Monthly**, 9 Mar. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/dBNYYF>>. Access: 13 Jun. 2015.
- THOMSON REUTERS. **ISI Web of Knowledge [v5.13.1]**. [S.l.]: [s.d.]. Disponível em: <<http://goo.gl/tunbPg>>. Acesso em: 14 Jun. 2015.
- WANG, Q. *et al.* Natural gas from shale formation – the evolution, evidences and challenges of shale gas revolution in United States. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 30, p. 1-28, 2014.
- WANG, Z.; QIN, H.; LEWIS, J. I. China's wind power industry: policy support, technological achievements, and emerging challenges. **Energy Policy**, v. 51, p. 80-88, Dec. 2012.
- ZAWADZKI, S. Siemens tops global wind turbine market, Vestas slips, GE rises. **Reuters**, Copenhagen, 9 Mar. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/XYbdRv>>.

APÊNDICE

Explica-se, a seguir, como foi feita a busca por artigos no portal ISI Web of Knowledge (Thomson Reuters, [s.d.]).

Para o levantamento dos dados apresentados na seção 5 deste artigo, foram feitas buscas avançadas na coleção principal *Web of science* do portal ISI Thomson Reuters Web of Knowledge, restritas ao índice *science citation index expanded* (SCI-Expanded) e a artigos como tipo de documento. No dia da busca, o portal estava atualizado até 12 de junho de 2015. Não foi limitado o período da busca, mas a amostra contém apenas artigos publicados entre 2001 e 2015, o que se obteve inserindo, no campo de busca avançada, a seguinte solicitação: PY=(2001 OR 2002 OR 2003 OR 2004 OR 2005 OR 2006 OR 2007 OR 2008 OR 2009 OR 2010 OR 2011). Esta foi a primeira busca feita. Em seguida, por meio da ferramenta *analyze results*, foi solicitado o ordenamento dos resultados iniciais da busca por *countries/territories*, limitando, a partir disso, a amostra aos artigos referentes aos cinquenta países com maior produção. Na sequência, refinou-se a busca para a *web of science category*, definida como *energy & fuels*.

As buscas podem ser replicadas de forma mais direta colocando-se no campo de busca avançada da coleção principal do *Web of science* os termos a seguir descritos (lembrando-se de limitar a busca a artigos e ao índice SCI-Expanded).

Para energia eólica obteve-se 6.846 artigos, dos quais 81 tiveram a participação de ao menos um coautor cujo endereço informado fica no Brasil:

```
WC=(ENERGY FUELS) AND TS=wind AND TS=(*energ* OR *power* OR *turbine* OR *blade* OR *rotor*) AND
PY=(2001 OR 2002 OR 2003 OR 2004 OR 2005 OR 2006 OR 2007 OR 2008 OR 2009 OR 2010 OR 2011 OR
2012 OR 2013 OR 2014 OR 2015) AND CU=( USA OR PEOPLES R CHINA OR GERMANY OR JAPAN
OR ENGLAND OR FRANCE OR ITALY OR CANADA OR SPAIN OR INDIA OR SOUTH KOREA OR
AUSTRALIA OR RUSSIA OR BRAZIL OR NETHERLANDS OR TAIWAN OR SWITZERLAND OR SWEDEN
OR TURKEY OR POLAND OR BELGIUM OR IRAN OR DENMARK OR ISRAEL OR SCOTLAND OR
AUSTRIA OR FINLAND OR GREECE OR MEXICO OR PORTUGAL OR CZECH REPUBLIC OR NORWAY
OR SINGAPORE OR ARGENTINA OR SOUTH AFRICA OR NEW ZEALAND OR HUNGARY OR EGYPT
OR IRELAND OR ROMANIA OR UKRAINE OR MALAYSIA OR THAILAND OR SAUDI ARABIA OR
CHILE OR WALES OR PAKISTAN OR SLOVENIA OR SLOVAKIA OR SERBIA )
```

Para energia solar fotovoltaica obteve-se 4.682 artigos, dos quais 66 tiveram a participação de ao menos um coautor cujo endereço informado fica no Brasil:

```
WC=(ENERGY FUELS) AND TS=(solar AND *photovoltaic* NOT CSP NOT concentrat* solar* NOT thermo)
AND TS=(*power* OR *energ* OR panel* OR technolog* OR *thin film*) AND PY=(2001 OR 2002 OR 2003 OR
2004 OR 2005 OR 2006 OR 2007 OR 2008 OR 2009 OR 2010 OR 2011 OR 2012 OR 2013 OR 2014 OR 2015)
AND CU=( USA OR PEOPLES R CHINA OR GERMANY OR JAPAN OR ENGLAND OR FRANCE OR
ITALY OR CANADA OR SPAIN OR INDIA OR SOUTH KOREA OR AUSTRALIA OR RUSSIA OR BRAZIL
OR NETHERLANDS OR TAIWAN OR SWITZERLAND OR SWEDEN OR TURKEY OR POLAND OR
BELGIUM OR IRAN OR DENMARK OR ISRAEL OR SCOTLAND OR AUSTRIA OR FINLAND OR GREECE
OR MEXICO OR PORTUGAL OR CZECH REPUBLIC OR NORWAY OR SINGAPORE OR ARGENTINA
OR SOUTH AFRICA OR NEW ZEALAND OR HUNGARY OR EGYPT OR IRELAND OR ROMANIA OR
UKRAINE OR MALAYSIA OR THAILAND OR SAUDI ARABIA OR CHILE OR WALES OR PAKISTAN
OR SLOVENIA OR SLOVAKIA OR SERBIA )
```

Ressalte-se que o portal é atualizado constantemente, o que significa que os resultados podem variar de um dia para o outro. Importante reportar a data informada pelo portal como da última atualização feita até o momento da busca. No caso deste trabalho, a coleção principal do *Web of science* disponível no portal ISI Thomson Reuters Web of Knowledge estava atualizada até 12 de junho de 2015.

A CRISE NA PRODUÇÃO DO ETANOL E AS INTERFACES COM AS POLÍTICAS PÚBLICAS¹

Gesmar Rosa dos Santos²

Eduardo Afonso Garcia³

Pery Francisco Assis Shikida⁴

1 INTRODUÇÃO

A palavra “crise”, na cadeia produtiva ou no setor sucroenergético, tem sido amplamente utilizada para indicar situações desde o fluxo de caixa negativo, em um ou dois anos, até a redução da produção física em parte das indústrias, o alto endividamento superando as receitas, ou o fechamento de fábricas. De fato, levantamentos realizados por Figliolino (2012), Nastary (2014), Neves (2014), Nascimento (2014) e Tribunal de Contas da União (TCU) (Brasil,2012), registram tais dificuldades. Há também uma persistente situação de dificuldades regionais, endividamento e dependência de subsídios, como mostram Carvalho (2009) e Santos e Caldeira (2014).

Entre as causas centrais da atual crise na agroindústria canavieira destacam-se o aumento dos custos, as perdas de matéria-prima em função de seguidas intempéries e a diminuição da competitividade do etanol, agravada pelo controle estatal do preço da gasolina. Entretanto, pelo fato de haver alguma previsibilidade nos sistemas agroindustriais, como destacado por Farina e Zylbersztajn (1998) e Zylbersztajn e Neves (2000), mesmo nos casos de propensão à crise, torna-se importante distinguir dificuldades inerentes à atividade de crises propriamente ditas.

Embora não haja a intenção de aprofundamento, neste artigo, em aspectos de crises econômicas em geral,⁵ cabe delimitar a compreensão de crise na área sucroenergética. Sem adotar um referencial teórico específico, considera-se que uma crise de natureza econômica em uma cadeia produtiva diz respeito à contração do seu nível de produção, ou a um persistente desequilíbrio econômico-financeiro, ao ponto de afetar a autonomia produtiva, assim como apresenta componentes internos ao sistema ou ambiente produtivo e, eventualmente, externos a ele. Tal situação provoca impactos negativos na comercialização, no consumo, nos preços e nos empregos, podendo afetar fornecedores e outras atividades em dado período.

Uma concepção teórica que se aplica à agroindústria canavieira é destacada em Reisman (1998), que aponta que uma forma de fugir de crises e de recessões é evitar a expansão do crédito e as “euforias” causadas por situações econômicas favoráveis que antecedem as crises. O citado autor alerta que expansões artificiais da atividade econômica podem caracterizar desperdícios de riqueza, de bens de capital e de recursos escassos. Tais desperdícios reduzem a possibilidade de usos futuros mais produtivos desses bens. Para ele, quanto maior a duração da expansão econômica artificial, pior é a devastação que pode vir em seguida.

A menção à crise no setor⁶ tem sido mais usual do que a menção à crise na agroindústria canavieira. Na cadeia são conhecidas as dificuldades do produto etanol hidratado, concorrente da gasolina, que se encontra no centro da crise atual da agroindústria canavieira, como assinalam Moraes e Bacchi (2014). Outros produtos

1. Os autores agradecem aos colegas da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea que participaram do debate deste boletim, especialmente a José Mauro de Moraes, pelos comentários e pelas sugestões ao texto. Eventuais erros ou omissões são de inteira responsabilidade dos autores.

2. Técnico de Planejamento e Pesquisa na Diset do Ipea.

3. Engenheiro agrônomo, economista e pesquisador aposentado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

4. Professor na Universidade do Oeste do Paraná (Unioeste).

5. Para detalhes acerca de crises em geral, ver, por exemplo, Kotz, McDonough e Reich (1994), Reisman (1998), Kindleberger e Aliber (2013) e Krugmann (1996).

6. Setor, como referido neste artigo, engloba as atividades e as etapas anteriores e posteriores da produção da cana-de-açúcar, seus produtos industriais, os elos da distribuição, do transporte e da revenda, assim como todo o fornecimento de insumos, incluindo-se as estruturas dedicadas e específicas de exportação e de consumo. Mais restrita é a cadeia produtiva, que se restringe às etapas agrícola e industrial, assim como seus fornecedores e suas estruturas de armazenagem e de distribuição.

da cadeia produtiva, como a geração de energia elétrica a partir do bagaço e da palha da cana ou ainda a produção de derivados da alcoolquímica, passam imunes pela crise. O açúcar, mesmo com oscilações de preços das *commodities*, tem sido um produto de menor propensão a crises.

Para Milanez *et al.* (2012) e Moraes e Bacchi (2014), o etanol hidratado é o produto no centro das dificuldades que levaram à esta crise. A produção aumentou fortemente, em razão da euforia (novos entrantes e alto investimento de empresas frágeis) iniciada com o advento do carro *flex*, como relatam Torquato e Bini (2009). A esse fator, entretanto, devem ser somadas as iniciativas de incentivo dos governos federal e estaduais em seus planos com financiamento a taxas reduzidas, e as políticas de isenção fiscal, a partir de 2005.

É fato, também, que não se trata de retração da demanda como hipótese de determinante da crise, dado que o país importa o bem substituto do etanol hidratado, a gasolina, que compõe um mercado interno de 52 bilhões de litros (l)/ano (soma de etanol e gasolina), ante a oferta de 25 bilhões l de etanol carburante. Esse aspecto posiciona internamente os setores público e privado com o desafio de superar as dificuldades e as inconsistências na política e na dinâmica produtiva. Tratando-se de energias renováveis, e mesmo sendo o etanol produzido há décadas no Brasil, a necessidade de apoio estatal à produção é um fato.⁷ O Estado atua ou pode atuar quando deseja induzir ou direcionar a produção, conforme a sua política para o suprimento de energia.

Em razão de as ações do Estado voltarem-se tanto para as cadeias produtivas quanto para os produtos específicos, a interlocução entre os agentes, sejam eles públicos ou privados, contempla uma série de indicadores, nem sempre consensuais. No curso das crises são enfatizados indicadores relativos ao alto grau de endividamento das empresas, fechamento de indústrias, pedidos de recuperação judicial e alta nas taxas de financiamento.

A esse respeito é ilustrativo o fato de que, entre as 402 empresas do cadastro do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) de 2009, ou das 384 plantas autorizadas a funcionar pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em 2014, grande parte apresenta dificuldades operacionais e alto nível de endividamento em relação à receita. Tal diagnóstico aparece em levantamentos como Brasil (2012), Nascimento (2014), Nastary (2014), Figliolino (2012) e Gomes e Araújo (2015).

Tendo em vista esse cenário, o objetivo deste trabalho é revisar a literatura, discutir os principais indicadores da crise e trazer novos elementos ao debate. Para tanto, utilizam-se dados de levantamentos da produção e da situação econômico-financeira das empresas em dificuldades, assim como de bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a exemplo da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Pesquisa Pecuária Municipal (PAM).

Este artigo conta com quatro seções, além desta introdução. A seção 2 trata dos elementos de potencial crise. A seção 3 aborda as formas e os indicadores mais usuais de explicitar dificuldades e crises, enquanto a seção 4 discute os determinantes da atual crise. Por fim, a seção 5 traz as considerações finais e os apontamentos para novos estudos.

2 ELEMENTOS POTENCIALIZADORES DE CRISES NA AGROINDÚSTRIA

Zylbersztajn e Neves (2000) e Farina (2000) apontam uma série de elementos essenciais para a compreensão das cadeias produtivas agroindustriais. Eles destacam a necessidade de atenção contínua na gestão e na dinâmica produtiva em si, tendo como horizonte a competitividade. Farina (2000) sintetiza, para a agroindústria como um todo, o termo “ambientes”, mencionando quatro fundamentais, que são sempre concatenados e dependentes de equilíbrio entre si, em razão das especificidades das atividades agrícolas. São eles: o organizacional, o institucional, o tecnológico e o competitivo. Estes quatro ambientes são aqui referenciais para a interpretação e a discussão de indicadores e elementos explicativos das dificuldades ou da crise atual na cadeia produtiva do etanol.

7. As medidas de apoio às energias renováveis, no Brasil e nos demais países, incluem financiamento à pesquisa e desenvolvimento (P&D), subsídios à produção e ao consumo, garantias de mercado, redução de tributos, bônus por tipo de fonte e atos regulatórios específicos (Santos, 2015).

Inicialmente deve-se observar que as cadeias agroindustriais são fortemente suscetíveis a crises. Isso ocorre pelo fato de elas fornecerem mercadorias que, de acordo com as condições de seus comércios, são chamadas “não comercializáveis” (produtos com pouca ou nenhuma viabilidade no comércio internacional). Este é o caso do biocombustível etanol, em que a formação do preço está parcialmente dissociada do custo dos produtos e da formação de preços em mercados internacionais. A esse respeito, Bressan Filho (2010) destaca que a subordinação do ciclo agrônômico da cana, sazonal e semiperene (ciclo de seis a sete anos) deixa a cadeia ainda mais sujeita a crises. Além disso, havendo uma safra com resultados econômicos ruins (por exemplo, na ocorrência de intempéries ou de nível de preços relativamente baixos), a oportunidade de recuperação ocorre somente nas colheitas seguintes e, ainda assim, a depender novamente das condições do clima, do manejo da lavoura e do ano do ciclo em que se encontra o cultivo.

A todos esses aspectos se soma o fato de o preço do produto etanol ser determinado a partir do elo distribuição, sendo os elos indústria e agricultura tomadores de preços. Com isso, na área sucroenergética os impactos de dificuldades se manifestam fortemente nesses dois primeiros elos da cadeia produtiva, vindo a seguir os reflexos na distribuição e no varejo. Como estes últimos são ancorados no setor de petróleo e derivados, que tem dinâmica distinta e mais sólida, passam praticamente imunes pelas crises. Por ser dependente, em grande parte (logística, transporte, distribuidoras e postos, além da regulação e do controle), do setor de combustíveis em geral, a agroindústria canavieira é afetada, de forma direta, em seus ambientes competitivo, organizacional, tecnológico e institucional (além de *marketing*, comercialização etc.).

Assim, nos últimos quarenta anos da produção de etanol em larga escala, as indústrias e os produtores de cana-de-açúcar passaram por dois momentos de grandes dificuldades, de acordo com Ramos (2012): o primeiro, de 1989 até o início da década de 2000, em razão da queda na cotação do petróleo; e o atual momento, marcado pelas situações adversas já apontadas e outras destacadas adiante. Ambas ocorreram após um ambiente facilitador da expansão e incentivador da atividade, tanto nas décadas de 1970 e 1980, quanto entre 2004 e 2008. Grupos econômicos nacionais sólidos superaram e até cresceram durante as crises, indicando, conforme admitem Carvalho (2009), Ramos (2012), Farina e Zylbersztajn (1998), espaços para o controle ou a minimização de crises a partir da gestão empresarial mais eficiente. O ambiente institucional (e as organizações que dele cuidam), entretanto, é um elemento importante e não resolvido, haja vista as recentes mudanças em atribuições, formas de decidir, acompanhar e definir rumos e políticas que afetam a produção.⁸

Em resumo, os mais ressaltados elementos potencializadores de crises na agroindústria canavieira e, em particular, do etanol, são: *i*) dependência (por vezes submissão) de um agente (ou etapa produtiva) em relação a outro; *ii*) dependência da ação estatal quanto à política de preço da gasolina C; *iii*) baixa competitividade do preço do etanol em relação à gasolina (biocombustíveis têm custos de produção mais elevados do que os derivados do petróleo); *iv*) imprevisibilidade do clima e intempéries; e *v*) sazonalidade da produção – as indústrias param entre quatro e sete meses por ano, o que encarece a formação de estoques e afeta a comercialização, ao concentrar grande oferta em curto período.

3 ALGUMAS FORMAS DE EXPLICITAR A CRISE

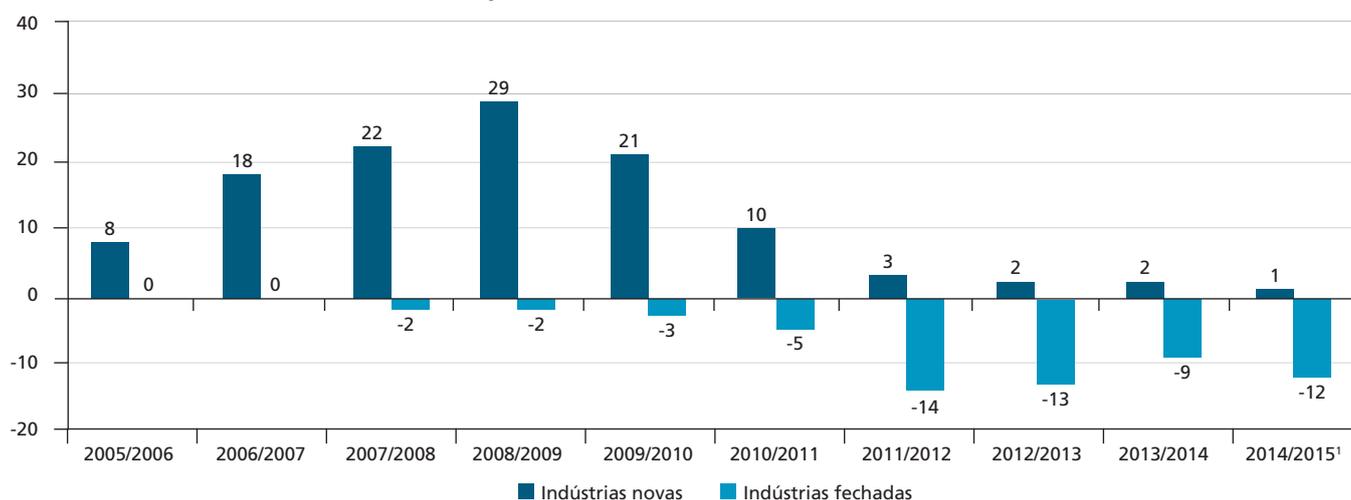
A baixa rentabilidade e as reduzidas margens econômicas, a interrupção do funcionamento ou o fechamento de indústrias, a redução do investimento e o alto grau de endividamento têm sido apontados como indicativos da crise (Brasil, 2012; Figliolino, 2012; Nastary, 2014; Nascimento, 2014). Entre os fatores mais listados para explicar os resultados negativos estão: a contenção dos preços da gasolina; a não compensação tributária relativa aos impactos dos combustíveis fósseis; a elevação dos custos de produção; e a lenta adoção de tecnologias disponíveis para elevar a produtividade. De acordo com alertas anteriores à atual crise, conforme Farina e Zylbersztajn (1998), Carvalho (2009) e Ramos (2012), ineficiências na gestão das indústrias e da agricultura são também causas históricas de dificuldades.

8. Entre as importantes, e talvez tardias, mudanças recentes, estão a nova configuração de atribuições, iniciadas em meados da década de 1990 e ainda não consolidadas, entre o Mapa, o Ministério de Minas e Energia (MME), o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MCDIC), a Agência Reguladora de Energia Elétrica (Aneel) e a ANP.

Tomando o exemplo das indústrias fechadas, que caracteriza a situação de máxima crise, entre as 58 ocorrências de paralisação das atividades (gráfico 1), 21 se localizam em regiões de baixa produtividade da cana por área plantada e que historicamente contam com subsídios à produção – região Nordeste, Rio de Janeiro, Espírito Santo e parte de Minas Gerais (Carvalho, 2009; Santos e Caldeira, 2014). Entretanto, as dificuldades atingem todas as regiões, pois as demais 37 (64%) das empresas fechadas encontram-se no Centro-Sul do país (sendo 22 em São Paulo), região em que a atividade produtiva é mais dinâmica.

GRÁFICO 1

Fechamento e abertura de indústrias de açúcar e etanol (2005-2015)



Fonte: Nastary (2014).

Nota: ¹ O dado de fechamento de indústrias em 2014/2015 é uma previsão.

A condição de endividamento e total comprometimento da receita operacional de grupos econômicos tem sido outro indicador utilizado pelo setor produtivo para ilustrar a situação de crise. A tabela 1 aponta o alto percentual (34,5%, somadas as situações ruim e péssima) da capacidade total de moagem (220 milhões de toneladas (t)/ano) no Centro-Sul atribuída aos grupos (Itaú BBA, 2012 *apud* Setor..., 2014), com dados de 2012.

TABELA 1

Dados da saúde financeira dos grupos do setor sucroenergético (2012)

Parâmetro	Condição financeira dos grupos			
	Ótima	Boa	Ruim	Péssima
Total de grupos	12	30	26	-
Capacidade de moagem (t milhões)	232	185	104	116
Capacidade de moagem (%)	36,4	29,0	16,3	18,2

Fonte: Setor... (2014).

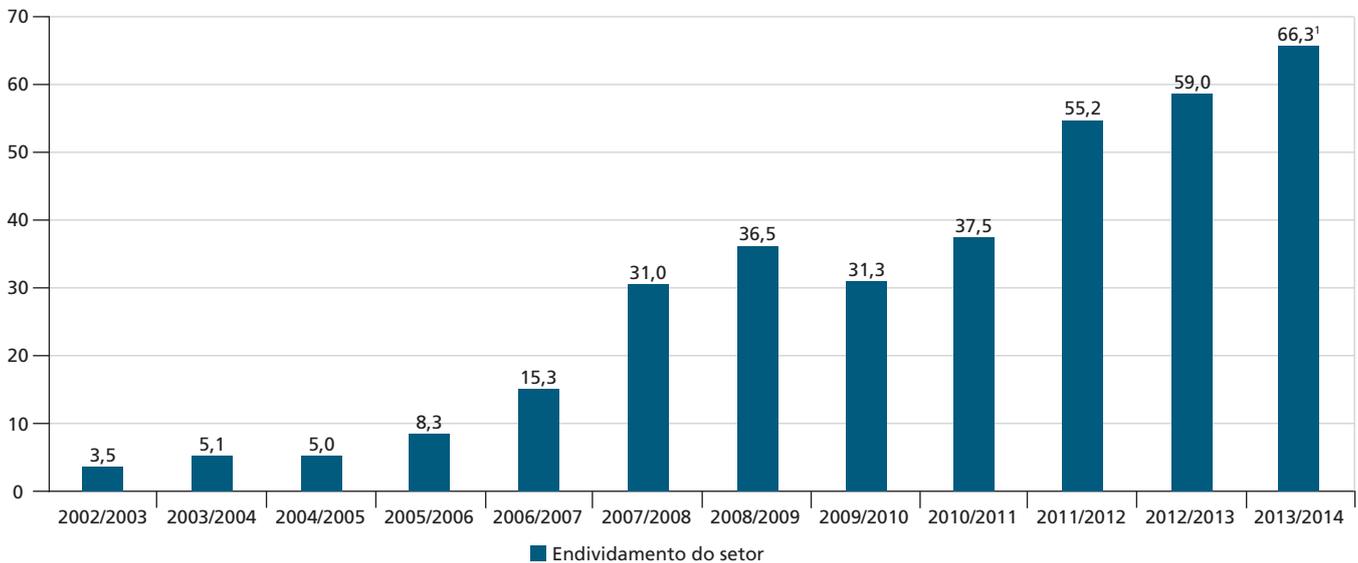
Cabe o destaque de que mesmo a mais grave situação econômica dos grupos ou o fechamento de indústrias não significa redução total da produção de cana, uma vez que em grande parte ela tem sido moída por outras indústrias. Estimativas do setor produtivo indicam que a moagem efetiva das indústrias paradas soma 56 milhões de t/ano, equivalentes a 12% da moagem total. Já os dados de cadastro da ANP, quando cruzados com os da RPA Consultoria (Nascimento, 2014), apontam que 34 das 65 empresas em pior situação (intervenção judicial, falidas e paradas) respondem por 6,3% da capacidade de moagem. As demais (31) não contavam com cadastro e registro concluídos da ANP, até 2014.

De todo modo, mesmo com 65,4% da capacidade de moagem de cana em poder de grupos em situação ótima ou boa, em 2012, estimativas mais recentes apontam agravamento da situação. Contudo, os levantamentos não têm se aprofundado na identificação das parcelas específicas das operações ou das dívidas que decorrem dos mercados de açúcar, da geração de energia ou de etanol, ou a que contas, datas e indexadores se referem tais dívidas.

Na safra 2012/2013 havia estimativa de endividamento total de quase R\$60 bilhões (gráfico 2), equivalentes a 100% do faturamento da cadeia produtiva. Este percentual é, de fato, indicador de uma situação preocupante, inclusive havendo estimativas de continuidade de margem negativa na produção do etanol hidratado.

GRÁFICO 2

Endividamento do setor sucroenergético por safra (2002/2013)
(Em R\$ bilhões)



Fonte: Adaptado de Nastary (2014).

Nota: ¹ Valor da safra 2012/2013 estimado por Nastary (2014). A safra 2013/2014 teve estimativa dos autores.

Outra ilustração da situação de crise na cadeia produtiva consta de levantamento da RPA Consultoria (Nascimento, 2014), que aponta que, na safra 2013/2014, entre 439 instaladas havia 343 indústrias em operação normal, de acordo com registros próprios. Das 439 instaladas, 55 se encontravam em recuperação judicial (das quais 22 em operação e 33 paradas) e dez usinas tiveram falência decretada. Ressente-se, contudo, de dados mais precisos, como perfil, nível de produtividade agroindustrial e histórico de endividamento desses grupos e empresas para que se possa aprofundar em estudos ligando esse perfil aos ambientes destacados e a outros.

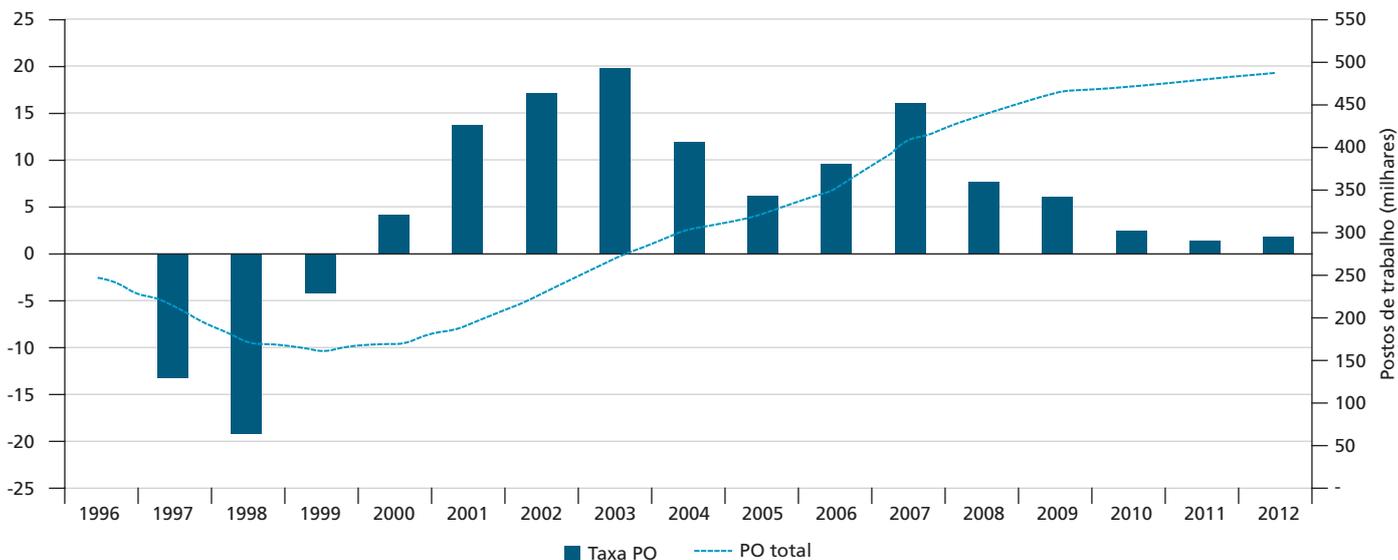
No tocante à perda de postos de trabalho, é de fato preocupante o caso da indústria de base,⁹ principalmente nos municípios situados no núcleo produtivo mais dinâmico, entre Campinas e Ribeirão Preto, destacando-se Piracicaba e Sertãozinho, no estado de São Paulo. Chama atenção a redução da atividade na indústria de equipamentos e de manutenção, cujo capital é predominantemente nacional. Segundo Farina (2014), houve redução de 50 mil empregos na indústria de bens de capital e de 30 mil na cadeia produtiva da cana. De fato, dados do IBGE, disponibilizados na PIA (gráfico 3) ilustram que, na parte industrial da cadeia produtiva, tem havido oscilação considerável no número de ocupados, desde 1996, mas com taxas positivas desde o ano 2000, tendo atingido 485 mil ocupados em 2012.

Dois aspectos merecem destaque no tocante a emprego: a mudança no perfil da agroindústria e a perda de postos de trabalho. O perfil do emprego na cadeia produtiva tem se modificado de forma positiva nas lavouras (redução do trabalho degradante e das queimadas). Após desenvolver o corte manual com alto rendimento, qualidade (baixo índice de impurezas) e baixo custo, desde a década de 1970, as mudanças para um maior grau de mecanização tendem a contribuir, após adaptações, para a incorporação tecnológica.

9. A redução de postos de trabalho na lavoura em razão da mecanização do corte da cana pode ser vista como avanço necessário, por ser trabalho degradante e precário, embora se estime a redução de 100 mil empregos.

GRÁFICO 3

Ocupação formal na indústria sucroalcooleira (indústrias com cinco ou mais ocupados)
(Em % e milhares de postos de trabalho)



Fonte: PIA/IBGE (I.s.d.).

Elaboração dos autores.

Obs.: Consideram-se os dados do IBGE agrupados nas Classificações Nacionais de Atividades Econômicas (CNAEs) 15.3 e 10.7 (fabricação de açúcar) e 23.4 e 19.3 (produção de álcool). Estes grupos não incluem insumos, transporte do produto final, distribuição e armazenagem fora das indústrias ou outros serviços neste âmbito.

Dado que os motores da mudança têm sido o aumento da fiscalização para aplicação de leis trabalhistas e legislação ambiental, assim como a imposição de leis e acordos de partes da cadeia produtiva para todos, os aspectos organizacional e institucional novamente se mostram falhos, tardios. Ainda assim, embora não haja dados precisos na lavoura, o setor produtivo considera cerca de 500 mil ocupados nessa etapa, entre temporários e permanentes. Faltam dados sobre a informalidade. Nesse aspecto, necessita-se de uma maior sistematização dos dados, inclusive considerando-se a cadeia sucroenergética separada de outras cadeias que também processam a cana-de-açúcar.

4 DETERMINANTES DA ATUAL CRISE NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA

No intuito de iniciar a discussão sobre as causas que levam à situação de crise, são levantados, nesta seção, alguns pontos que se pretende aprofundar em trabalhos subsequentes.

4.1 A forte elevação dos custos de produção

Distintos levantamentos apontam a elevação dos custos, destacando-se o agrícola (Nachiluk e Oliveira, 2013; Xavier, 2012). Em valores aproximados, o cultivo da cana responde por 68% dos custos de produção em toda a cadeia – a indústria responde por 23% e a administração/comercialização por 9% (XAVIER, 2012). Bressan Filho (2010) apontou 62% do custo na agricultura, a valores de 2009. São ilustrativos os seguintes dados sobre custos:

- apontamentos da União da Indústria da Cana-de-Açúcar (Unica) indicam aumento do custo nominal de produção do etanol em 70%, entre 2007 e 2012, considerando esse o fator central da crise, além da política de contenção dos preços da gasolina (Farina, Rodrigues e Zechin, 2014);
- estudos do Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas da Universidade de São Paulo (Pecege/USP) (Xavier, 2012) apontam que os custos com fertilizantes aumentaram a uma taxa anual média de 9,24% para 9,28%, entre 2007 e 2011; os corretivos do solo subiram de 11,17% para 11,74%, no mesmo período; e herbicidas e inseticidas tiveram queda de preço no período. Tomando-se como exemplo a produção de fornecedores, o custo total médio passou de R\$48,11/t de cana, na safra 2007/2008, para R\$70,63/t na safra 2011/2012 para áreas de cultivo tradicional (Xavier, 2012). A taxa de aumento anual oscilou de acordo com a região e os municípios, ficando entre 5,5% e 11,5% ao ano (a.a).

- c) entre diferentes sistemas de produção, segundo metodologia do Instituto de Economia Agrícola (IEA), os custos totais oscilavam entre R\$36 t/hectare (ha) e R\$74 t/ha, na safra 2011/2012, no estado de São Paulo (Nachiluk e Oliveira, 2013).

Sobre esse assunto são relevantes, para políticas públicas, além dos estudos acerca de distintos sistemas de produção, outros dados sobre diferenças e possibilidades entre as regiões, assim como sobre os fatores determinantes das dificuldades de se elevar o nível tecnológico.

4.2 A elevação do custo do crédito e a redução de margens

Mendonça, Pitta e Xavier (2012) apontam que parte da crise que afeta a produção de etanol se deve à crise financeira mundial. Esta, segundo os autores, trouxe mudanças significativas para a agroindústria em relação ao padrão desenhado anteriormente, quando as usinam tomavam empréstimos em dólar, aproveitando, inicialmente, os subsídios e, logo depois, a valorização do real. Ainda segundo eles, diante da reversão dessa tendência, e com a valorização do dólar em relação à moeda brasileira, o setor acumulou dívida bilionária e as empresas deixaram de investir, por exemplo, na renovação de canaviais, em tratamentos culturais e em insumos para ganho de produtividade.

Registra-se, também, grande disparidade nas margens econômicas da produção da cana no Centro-Sul, que oscilou, entre as safras 2007/2008 e 2011/2012, entre 0,3% e 35%, de acordo com Xavier (2012). Também são grandes as oscilações nas margens do açúcar de diferentes tipos (entre 7,5% e 39% na safra 2011/2012), enquanto para o etanol essas margens ficaram entre 3,1% e 24%. Além dos fatores regionais e tributários, parte dessas oscilações pode ser atribuída ao comportamento do mercado e ao aumento dos custos, ao ponto (ano do corte) do ciclo de cultivo ao qual se referem os dados e ao perfil individual das indústrias.

A disponibilização de dados da produção e do consumo, assim como os de preços, de margens por elo da cadeia produtiva, de qualidade do etanol e outros, a cargo da ANP e do MME, é de grande valia para as análises. Esses dados, entretanto, passaram a ser sistematizados somente após a efetivação da nova estrutura de fiscalização da produção, ocorrida a partir de 2008. Uma vez que as informações constantes na PIA/IBGE sofreram alterações estruturais de difícil compatibilização entre a classificação antes e após 2007, necessita-se de mais dados do setor privado, em aspectos como margens operacionais e lucratividade em cada elo da cadeia produtiva. Dados fornecidos pela ANP e Unica apontam que a distribuição tem mantido margens mais confortáveis na cadeia produtiva, quando comparada com as demais etapas/elos.

4.3 O controle do preço da gasolina

A medida externa à cadeia produtiva que mais afeta o desempenho da agroindústria canavieira é a do controle de preços da gasolina, embora não haja consenso sobre o quão defasado eles ficaram entre 2005 e 2014. Tal dúvida se deve, inclusive, em razão da oscilação da carga de tributos – por exemplo, da contribuição sobre intervenção no domínio econômico (Cide Combustíveis) e da variação do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS) nos estados. É certo, porém, que investimentos desenhados e efetivados no período de estímulo ao aumento da produção, após 2004, que foram pautados no preço livre da gasolina, não tiveram a confirmação das margens.

Mesmo com o retorno da Cide, em 2015, e com a elevação dos preços da gasolina, a partir do final de 2014, possibilitando recuperação das margens na cadeia de produção do etanol como um todo, não é possível afirmar ainda qual elo desta cadeia (agrícola, indústria ou distribuição) será o mais beneficiado. Esse é também um tema a ser tratado na continuidade deste trabalho, abrindo-se a hipótese de que o elo distribuição, concentrado em três grandes empresas, tende a continuar com margens mais estáveis.

É também prematuro apontar se o grupo de indústrias de menor dinamismo, que registra baixa produtividade e com plantas industriais antigas, possa sair da crise no médio prazo a partir da liberação de preços. Entre as alternativas a serem mais bem estudadas está a do *proer do setor sucroenergético*, proposta pelos empresários e especialistas ligados ao setor produtivo. Em todo caso, ressalta-se que medidas de recuperação da situação financeira podem sinalizar saída da crise para as indústrias em recuperação judicial, não implicando, de imediato, aumento da produção.

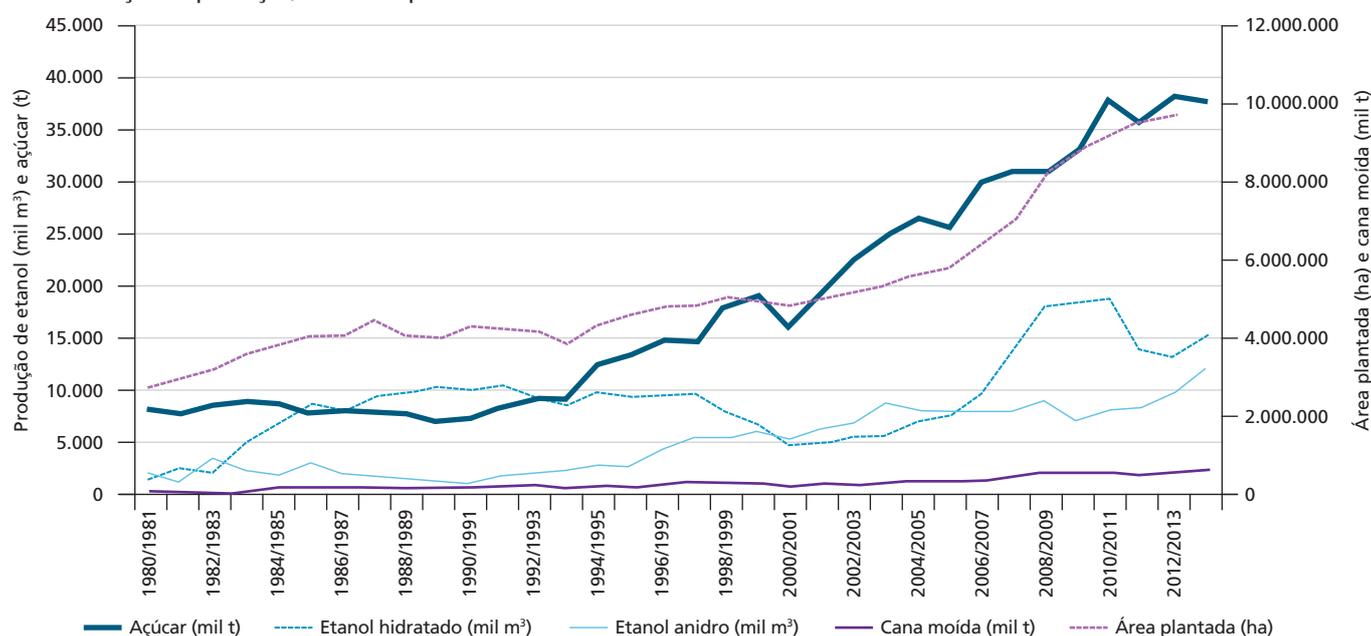
4.4 Ondas de otimismo com aumento da área de produção e lento ganho de produtividade

O quarto aspecto que se deseja apontar de forma preliminar neste trabalho se refere ao planejamento e à gestão pública (no contexto da política energética e de biocombustíveis) e privada (no contexto da cadeia produtiva). São conhecidos os impulsos internos e externos à cadeia produtiva que causaram nela impactos positivos. Há fortes sinais de que eles, aliados aos incentivos para a elevação da capacidade de produção, entre 2004 e 2007, levaram a uma onda de otimismo no setor.

De forma resumida, os impulsos se identificam com os períodos de “euforia” com a atividade, conforme já apresentado neste texto. Tendo como referência as trajetórias de produtos e do insumo terra (gráfico 4) pode-se identificar, de um lado, os períodos de euforia e, de outro lado, os marcos das crises do setor.

GRÁFICO 4

Evolução da produção, crises e impulsos na atividade canieira no Brasil



Fonte: PAM/IBGE (2014) e base de dados Unica.¹⁰
Elaboração dos autores.

As trajetórias mostradas no gráfico 4 sinalizam, em relação aos impulsos à agroindústria canieira: *i*) grande aumento da produção e da área agrícola demandada; *ii*) crescimento regular da produção do etanol anidro, por ser esse um mercado mais estável (devido à garantia de adição obrigatória à gasolina e a margens mais vantajosas para a indústria em relação ao hidratado); e *iii*) três ocasiões de impulsos marcantes (momentos de euforia), quais sejam: vigência do Programa Nacional do Alcool (Proálcool) antes dos anos 1980 (anterior ao período mostrado); expansão do mercado do açúcar a partir de meados da década de 1990; e notável expansão do mercado de etanol, em razão do surgimento do carro *flex* (2003). O quarto evento de impulso pode ser considerado o Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia (Proinfa), iniciado em 2002, que, somado a iniciativas do MME junto à Aneel e à Empresa de Pesquisa Energética (EPE), tem aumentado de forma significativa a geração elétrica a partir da biomassa da cana-de-açúcar.

O *boom* de investimentos no setor, após 2004, fez com que, segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2014), realizado junto aos produtores, a capacidade máxima de esmagamento superasse 1,4 bilhão de t/ano, ante o esmagamento efetivo de 600 milhões t/ano. Tal excedente de capacidade de produção se assemelha, em termos percentuais, ao existente à época do Proálcool, na década de 1970 (Ramos, 2012). Contudo, esse *boom* pós-2004 foi incentivado e impulsionado pelo Estado, conforme registrado no Plano

10. Dados disponíveis em Unicadata: <<http://www.unicadata.com.br/index.php?idioma=1>>.

Nacional de Agroenergia (PNA) (Brasil, 2006), no Plano Nacional de Energia 2030 (PNE) e no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE),¹¹ em todas as suas edições anuais, desde 2007. A decisão da Petrobras de contar com o biocombustível para atender a cerca de 50% da demanda do ciclo Otto no país, sem exigência de novas refinarias, foi outro impulso a novas plantas.

Uma diferença da crise atual em relação às demais reside no aumento da concentração da produção. Segundo dados do Sistema de Cadastro de Produtores de Etanol, da ANP, e levantamentos de Siqueira (2013) e Itáu BBA (Figliolino, 2012), os dez maiores grupos eram responsáveis por 30% da produção na safra 2005/2006, passando para 43% a partir da safra 2011/2012. Há, contudo, usinas de menor porte em boa situação, assim como unidades de grandes grupos em dificuldades, sugerindo que as empresas não superaram a crise autonomamente.

A concentração da produção é acompanhada de alterações também no controle de capital em parte de grandes grupos, uma vez que, entre as duas safras citadas, os cinco maiores grupos, cujo capital era 100% nacional, passaram parte do controle a grupos estrangeiros. Essa mudança foi decorrente, inclusive, de iniciativas de crescimento dos próprios grupos, que dobraram a capacidade de produção em seis anos, sinalizando condições econômicas distintas em relação ao grupo de empresas que se encontra em crise.

4.5 Mudanças nos sinais das políticas públicas e nas respostas do mercado: possível alternativa?

Um grande trunfo da agroindústria sucroenergética é a possibilidade de produção e de acesso aos mercados de açúcar e de etanol, de acordo com o tipo de planta industrial instalada. Segundo Ramos (2012), desde a década de 1970 as usinas do tipo mista (que produzem etanol e açúcar) predominam no país. Levantamento da Conab de 2012 apontou que das 402 indústrias, 257 tinham esta característica (Conab, 2014).

As empresas optam, ao construírem ou ampliarem as fábricas, entre uma planta destinada a utilizar o açúcar total recuperável (ATR) para uma faixa ou *mix* de um ou outro produto (não sendo 100% flexíveis).¹² Pesam sobre suas escolhas, antes mesmo da instalação da indústria, as perspectivas de preços, condições de concorrência, porte do mercado e outros fatores econômicos. No caso do etanol, sinais de apoio e garantia de mercado têm sido determinantes para a decisão de investir no combustível ou no açúcar, ressalvada alguma flexibilidade entre ambos (a depender do custo de instalação da indústria e outros).

A trajetória de destinação do ATR entre os dois produtos mostra a proporção alocada ao longo dos anos (gráfico 5) como fator de equilíbrio da cadeia produtiva. Destacam-se, no gráfico, três momentos de crise, em períodos de tempo situados entre as políticas de incentivo, sendo que, atualmente, cerca de 50% do ATR é destinado à produção de etanol, ante menos de 20% na década de 1970.

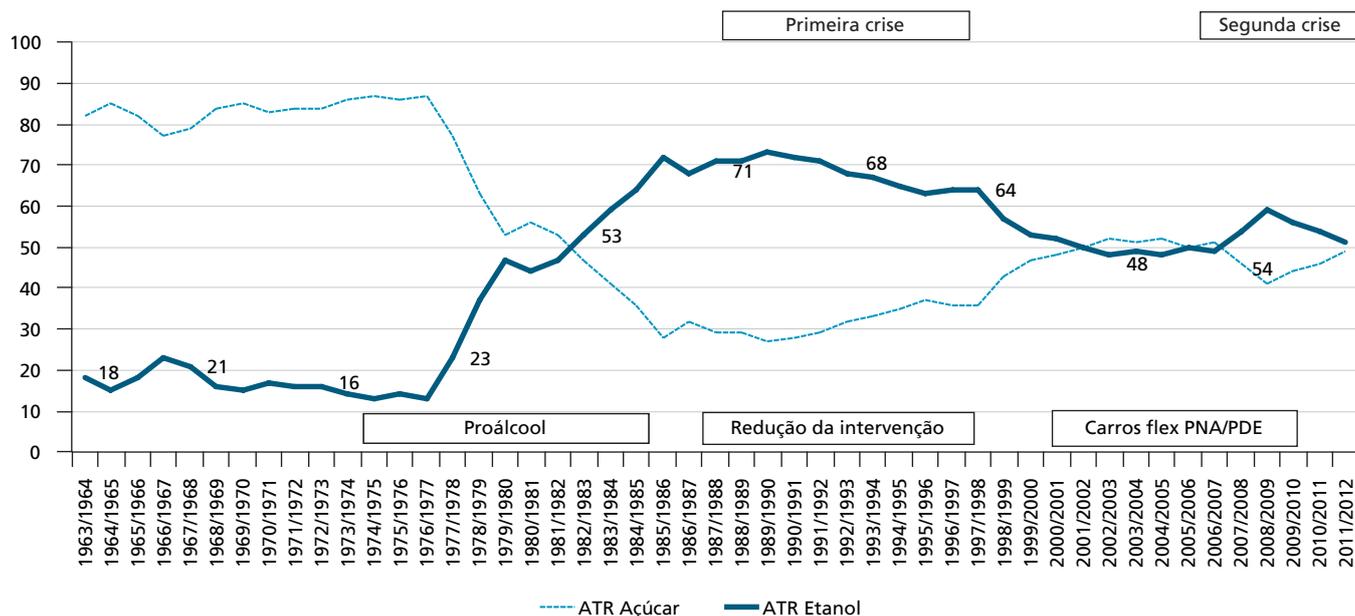
Com a ajuda do gráfico 5 podem ser feitas outras inferências no intuito de dialogar com políticas públicas. Na década de 1970 era grande a possibilidade de mudança do *mix* (entre etanol ou açúcar), na hipótese de escassez de recursos para investimento, em resposta às políticas públicas (no caso, estímulos do Proálcool, marcado por taxas de juros atrativas, garantia de mercado e vantagens tributárias). No período seguinte, na dinamização da atividade canavieira, com menor grau de intervenção do Estado (Vian, 2003; Jank e Nappo 2009; Ramos, 2012), a opção de alocar o ATR para o açúcar foi natural, em razão do grande crescimento do consumo nos países importadores e da primeira crise do etanol, em virtude da retirada do estímulo à produção.

11. Para mais informações sobre o tema e os instrumentos mencionados, ver MME, disponível em: <www.mme.gov.br>.

12. A decisão entre investir na produção de mais etanol ou mais açúcar é, a rigor, definida na instalação das indústrias, nas suas adaptações ou ampliações, em razão dos custos envolvidos. Essa escolha, além de ser influenciada pelos mercados dos dois produtos, responde também a incentivos e sinais das políticas públicas.

GRÁFICO 5

Trajetória da destinação do ATR entre açúcar e etanol
(Em %)



Fonte: Brasil (2013).
Elaboração dos autores.

Por fim, o último momento apontado no gráfico mostra que a flexibilidade de destinação da matéria-prima entre os produtos diminuiu desde 2001. Esse fato sugere, por um lado, que há maior definição de posições no mercado em relação a períodos anteriores (ou, em outras palavras, maior dificuldade em migrar de um produto para outro); por outro lado, sugere que as ações do Estado perderam a força de sinalizar caminhos, ao passarem a ser mais indutivas do que direcionadoras das escolhas dentro do *mix*. Na atual crise, desde a safra 2007/2008, a oscilação na destinação do ATR ocorreu, também, em razão da queda e das oscilações nos preços do açúcar, desde 2009, e da qualidade da cana na safra 2009/2010.¹³

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram destacados, neste texto, ambientes e aspectos indicativos de crise na produção do etanol, com impactos em toda a cadeia produtiva, frisando que o foco da crise atual encontra-se nas fragilidades de concorrência do produto etanol hidratado diante da gasolina. Foram ressaltadas as dificuldades das empresas (endividamento, aumento dos custos, prejuízos com intempéries e redução de margens) em dados ainda não conclusivos sobre o impacto na produção. As pastas governamentais que cuidam do ambiente institucional passaram por mudanças de atribuições recentes, com avanços, mas estando, ainda, em fase de consolidação. As mudanças pelas quais passa a cadeia produtiva antepõem, historicamente, fases de grande crescimento, com sinais de euforias, sendo seguidas de crises. Os sinais que levam a euforias têm sido originados, inclusive, de políticas de incentivo e de direcionamento da produção (entre etanol e açúcar), em distintos momentos da trajetória do setor, desde o Proálcool.

Merece destaque o fato de que as saídas possíveis para os grupos com maiores dificuldades (aqueles apontados como em situação ruim e péssima neste artigo) não são vislumbradas apenas com as receitas e os resultados da produção, uma vez que a receita líquida é negativa e crescente, segundo os levantamentos consultados.

13. Ressalta-se que a definição de qual produto será fabricado não é de grande flexibilidade depois que a planta industrial é instalada. Também se deve limitar a comparação do mercado do açúcar com o etanol hidratado, dado que o anidro tem outra dinâmica e mercado cativo, com margens mais fortemente relacionadas à gasolina.

Reações de acomodação no mercado (fusões e incorporações) têm sido apontadas como alternativas nesses casos. Nasce, também, a partir do setor privado, a reivindicação de um amplo programa de saneamento do setor, de modo a voltar o investimento. Mesmo nessa hipótese, admite-se que grupos mais atrasados, no sentido tecnológico e de gestão, sairiam do mercado, como já tem ocorrido. Tais sinais levam a uma questão já bastante destacada no debate do tema, que é a necessidade de uma política contundente para o produto etanol hidratado, com especial atenção para os elos agricultura e indústria.

Ao mesmo tempo, os estudos evidenciam um considerável número de indústrias que têm superado ou convivido com as dificuldades setoriais, mantendo viabilidade econômica pelo menos na perspectiva de médio prazo. Este indicativo aponta que há atrasos a serem saneados. Ainda assim, cabe observar que a esse grupo de “sobreviventes da crise”, que convivem com ela sem interromper a produção, também cabem medidas de dinamização, com vistas ao aumento da concorrência, à redução de custos e à adoção de novas tecnologias para o alcance de maior produtividade, como admitem os próprios produtores e a literatura.

Considerando-se a complexidade da agroindústria canaveira, independentemente de crises, de euforias e de indicadores interpretativos, é importante o aprofundamento de estudos em temas como: as mudanças na regulação e formas distintas de tributação entre etanol e gasolina no âmbito dos estados; o novo papel e os efeitos de atos mandatórios de mistura; as novas perspectivas de expansão e de usos da eletricidade da biomassa; e a influência dos demais elos (distribuição e revenda) na competitividade setorial, inclusive os impactos de suas dinâmicas nos elos para trás da cadeia (indústria e agricultura).

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia (PNA)**. Brasília: Mapa, 2006.
- _____. Tribunal de Contas da União. **Avaliação da regulação e das políticas públicas voltadas para o mercado interno de etanol**. Brasília: TCU, 2012. (Relatório de Levantamento TC, n. 027.708/2011-0). Disponível em: <<http://goo.gl/fRd1C>>.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário Estatístico de Agroenergia 2012**. Brasília: Mapa, 2013.
- BRESSAN FILHO, Â. **Os fundamentos da crise do setor sucroalcooleiro no Brasil**. 2. ed. Brasília: Conab, 2010.
- CARVALHO, C. P. **Análise da reestruturação produtiva da agroindústria sucroalcooleira alagoana**. Maceió: Edufal, 2009.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, safra 2012/2013. 4º levantamento – abr. 2013**. Brasília: Conab, 2014.
- FARINA, E. M. M. Q. Organização industrial no agribusiness. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Orgs.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. p. 39-57.
- _____. **Como avançar com a bioeletricidade**. Texto apresentado no Seminário o Dia da Verdade sobre a Bioeletricidade na Câmara dos Deputados. Brasília: Câmara dos Deputados, 2014.
- FARINA, E. M. M. Q.; RODRIGUES, L.; ZECHIN, M. Controle de preço da gasolina e aumento de custos levaram etanol à crise. **Portal UOL**, 11 out. 2014. Disponível em <<http://goo.gl/PBrYuo>>. Acesso em: 20 out. 2014.
- FARINA, E. M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, D. (Orgs.). **A competitividade do agribusiness brasileiro**. São Paulo: Ipea; Pensa; USP, 1998. CD-Rom.
- FIGLIOLINO, A. E. **Panorama do setor de açúcar e álcool**. Texto apresentado na Câmara Setorial de Açúcar e Álcool do Ministério da Cultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa, 2012.
- GOMES, J. R.; ARAÚJO, C. DÍVIDA do setor de açúcar e etanol sobe para R\$ 50,5 bilhões. **O Estado de São Paulo**, 3 jun. 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/vnBVSH>>. Acesso: em 26 abr. 2015.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Anual (PIA)**. [S.l.]: [s.d.]. Disponível em: <www.ibge.gov.br/sidra>. Acesso em: 10 jan. 2015.
- _____. **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) 2013**. [S.l.]: IBGE, 2014. Disponível em: <www.ibge.gov.br/sidra>. Acesso em: 10 jan. 2015.

- JANK, M. S.; NAPPO, M. Etanol de cana-de-açúcar: uma solução energética global sob ataque. *In*: ABRAMOVAY, R. (Org.). **Biocombustíveis: a energia da controvérsia**. São Paulo: Senac, 2009. p. 19-57.
- KINDLEBERGER, C. P.; ALIBER, R. Z. **Manias, pânico e crises: uma história das crises financeiras**. São Paulo: Saraiva, 2013.
- KOTZ, D. M.; McDONOUGH, T.; REICH, M. (Eds.). **Social structures of accumulation: the political economy of growth and crisis**. New York: Cambridge University Press, 1994.
- KRUGMAN, P. Are currency crises self-fulfilling? **NBER Macroeconomics Annual**, v. 11, p-345-407, 1996. Disponível em: <<http://goo.gl/gF82kB>>. Acesso em: 10 jan. 2015.
- MENDONÇA, M. L.; PITTA, F. T.; XAVIER, C. V. **A agroindústria canavieira e a crise econômica mundial**. São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/D842MC>>.
- MILANEZ, A. Y. *et al.* O déficit de produção do etanol no Brasil entre 2012 a 2015: determinantes, consequências e sugestões de políticas. **BNDES Setorial**, n. 35, p. 277-302, mar. 2012.
- MORAES, M. L.; BACCHI, M. R. P. Etanol, do início às fases atuais de produção. **Revista de Política Agrícola**, ano XXIII, n. 4, p. 5-22, out.-nov.-dez. 2014.
- NACHILUK, K.; OLIVEIRA, M. D. M. Cana-de-açúcar: custos nos diferentes sistemas de produção nas regiões do estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 45-81, 2013.
- NASCIMENTO, D. Crise nas usinas chega à Justiça. **Revista RPA News**, ano 13, n. 164, p. 6-13, out. 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/jKTEwf>>.
- NASTARY, P. **Avaliação e perspectivas do setor sucroenergético**. Texto apresentado na Câmara Setorial de Açúcar e Alcool do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa, 2014.
- NEVES, M. F. **Caminhos da cana**. Sertãozinho: Canaeste, 2014.
- RAMOS, P. Financiamentos subsidiados e dívidas de usineiros no Brasil: uma história secular e atual? **Revista História Econômica & História de Empresas**; v. 14, n. 2, p. 7-32, 2012.
- REISMAN, G. **Capitalism: a treatise on economics**. Laguna Hill: TJS Books, 1998.
- SANTOS, G. R. **Energias renováveis no Brasil: desafios de pesquisa e caracterização do financiamento público**. Rio de Janeiro: Ipea, 2015. (Texto para Discussão, n. 2047).
- SANTOS, G. R.; CALDEIRA, V. C. **Análise do programa de subvenção da produção de cana-de-açúcar no Brasil: safras de 2008/2009 a 2010/2011**. Brasília: Ipea, 2014. (Nota Técnica Ipea, n. 19/2014). Disponível em: <<http://goo.gl/J2PrMH>>.
- SETOR sucroalcooleiro chegará ao fundo do poço em 2014. **Nova Cana**, 29 nov. 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/A9KKXH>>. Acesso em: 14 dez. 2014.
- SIQUEIRA, P. H. L. **Estratégias de crescimento e de localização da agroindústria canavieira brasileira e suas externalidades**. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream>>. Acesso em: 18 fev. 2015.
- TORQUATO, S. A.; BINI, D. L. C. Crise na cana? **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 4, n. 2, p. 1-5, fev. 2009.
- VIAN, C. E. F. **Agroindústria canavieira: estratégias competitivas e modernização**. Campinas: Átomo, 2003.
- XAVIER, C. E. O. *et al.* (Orgs.). **Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil: acompanhamento da safra 2011/2012 – Centro-Sul**. 1. ed. Piracicaba: USP, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/MOif4Z>>.
- ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Orgs.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000.

OS DESAFIOS DA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR: COMO PENSAM E AGEM ARRENDATÁRIOS E PRODUTORES?¹

Ana Claudia Sant'Anna²

Gabriel Granco³

Jason Bergtold⁴

Marcellus M. Caldas⁵

1 INTRODUÇÃO

A produção de cana-de-açúcar no Brasil tem, atualmente, o Centro-Oeste como área foco de expansão, após a consolidação nas regiões Nordeste e Sudeste. O cultivo, ainda predominante no estado de São Paulo, tem nos cerrados de Goiás e Mato Grosso do Sul, com Minas Gerais, a perspectiva de maior crescimento, de acordo com Brasil (2006), Silva e Miziara (2011) e Shikida (2013). Por exemplo, entre os anos 2000 e 2014 o número de usinas mais que dobrou nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, com mais de 40 usinas construídas nos dois estados desde 2000 (Procana, 2013).

Essa expansão não tem ocorrido, entretanto, na intensidade prevista no Plano Nacional de Agroenergia (PNA) ou no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), documentos que, com o Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE Cana) definem as regiões de produção e o aumento esperado da produção de açúcar, etanol e cogeração de energia. O ZAE Cana identificou mais de 12,6 milhões de hectares (ha) de área apropriada ao plantio da cana em Goiás, e mais de 10,8 milhões ha em Mato Grosso do Sul (Manzatto, 2009).

A área atualmente ocupada pela cana no Brasil é de 8,7 milhões ha, segundo dados utilizados no PDE 2023 (Brasil, 2014), sendo a estimativa do Ministério de Minas e Energia e Empresa e Pesquisa Energética para 2023 de que a cana ocupe uma área total de 10,5 milhões ha. As previsões não contemplam, entretanto, diagnósticos robustos acerca dos conflitos de interesses e das oportunidades concorrentes com a cana-de-açúcar na agricultura, principalmente nas regiões de expansão.

Com isso, perduram incertezas sobre a adesão de agricultores à atividade canavieira, bem como sobre as formas de aprimorar as interações entre agricultores, arrendatários de terras e indústrias. Tais incertezas podem gerar dificuldades ao crescimento do plantio da cana. Assim, o conhecimento da percepção dos agentes envolvidos localmente na atividade, com registro de desafios e perspectivas, é importante para que sejam delineadas políticas públicas de produção sustentável do etanol.

Sobre o tema, Silva e Miziara (2011), Conab (2013) e Rudorff *et al.* (2010) abordam os usos anteriores das terras atualmente usadas no cultivo da cana no bioma Cerrado. Silva e Miziara (2011) estimam que 67% da área plantada com cana, em Goiás, contaram antes com outra cultura. Outros 15% foram oriundos da conversão do cerrado em lavouras, 12% de áreas com pastagem e 6% de outro tipo de vegetação. Atualmente, a opção de expansão da cana na região do cerrado é ancorada na legislação, por meio do ZAE Cana (Brasil, 2009), que proíbe o aumento do cultivo nos biomas Amazônia e Pantanal, induzindo a procura por terra antes destinada a alimentos no Centro-Sul do país.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é apontar alguns aspectos do perfil e da percepção de dois grupos de atores importantes na expansão da cadeia produtiva canavieira acerca dos desafios e barreiras da expansão da atividade nas suas regiões. Trata-se de fazendeiros produtores de cana-de-açúcar e de arrendatários de terra para esse cultivo.

1. Os autores agradecem aos colegas do Ipea pelos comentários e pelas sugestões apontadas no texto. Eventuais erros ou omissões são de inteira responsabilidade dos autores.

2. Doutoranda e assistente de pesquisa no Departamento de Economia Agrícola da Kansas State University (KSU), Estados Unidos.

3. Doutorando e assistente de pesquisa no Departamento de Geografia da Kansas State University (KSU), Estados Unidos.

4. Professor-associado no Departamento de Economia Agrícola da Kansas State University (KSU), Estados Unidos.

5. Professor-associado no Departamento de Geografia da Kansas State University (KSU), Estados Unidos.

O texto conta com a seguinte sistematização: na seção seguinte expõe-se a metodologia utilizada na pesquisa de campo, sendo seguida de uma breve abordagem da literatura sobre assuntos relativos à expansão da cana. A seção 4 apresenta os resultados e a seção 5 traz as considerações finais.

2 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho fez-se um levantamento de campo, que contemplou quatro microrregiões da área de expansão da cana, nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul. A pesquisa pautou-se na aplicação de formulário específico para o estudo de caso, desenvolvido pelos autores. O questionário incluiu tanto perguntas fechadas quanto perguntas com uma escala Likert, a qual, de acordo com Günter (2003), requer que o entrevistado avalie um fenômeno por uma escala de três ou mais alternativas. Neste estudo utilizaram-se cinco alternativas, com as seguintes possibilidades de resposta: discordo totalmente, discordo, neutro, concordo, concordo totalmente, ou as opções: melhorou, inalterado, piorou para outros itens selecionados.

Seguindo Hart e Holmström (1987), aplicadas desta forma, as questões auxiliam a verificação da existência ou não de assimetria de informação entre as partes (no caso, usinas e produtores/proprietários de terra), assim como se os entrevistados estão sujeitos a risco moral.⁶ Além disso, tal procedimento procura evitar perguntas que induzem ou interferem de alguma forma nas respostas dos entrevistados. Risco moral refere-se, por exemplo, a uma probabilidade maior de um indivíduo que tem seguro vir a sofrer acidentes do que aquele que não o tem. O indivíduo assegurado tomaria menos precauções para evitar acidentes (Salvatore, 2003). No caso deste trabalho, o risco moral refere-se a mudanças no comportamento do produtor devido à assinatura de um contrato. Ademais, foram feitas perguntas sobre o caráter empreendedor dos entrevistados, buscando avaliar sua aversão ao risco.

Os entrevistados foram questionados sobre como se encaixam em três tipos: averso, neutro e tomador de risco. De acordo com Slovic *et al.* (1977) e Pope (2009), entende-se como averso ao risco aquele agente econômico que opta por um investimento de rentabilidade menor, com segurança, em vez de um investimento cuja rentabilidade é maior, porém incerta. O indivíduo neutro ao risco preocupa-se apenas com o rendimento esperado e não com os riscos envolvidos na escolha do investimento. Por último, o tomador de risco busca investimentos de risco com alta rentabilidade, mas com resultados incertos (Slovic *et al.*, 1977; Pope, 2009).

Para acessar os entrevistados foram utilizadas listas de contato das associações de plantadores de cana, sindicatos rurais, Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (Faeg), Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul (Famasul), entre outras instituições. Com a cooperação destas instituições e seus associados, os produtores de cana e os arrendatários de terras, fez-se uma consulta prévia sobre o interesse em participar da pesquisa. O fato de alguns arrendatários e/ou produtores possuírem terra em dado município, mas residirem em outro município ou estado impediu a participação deles na pesquisa. Outra restrição ao trabalho foi o fato de o período da entrevista ter coincidido com o período de colheita, o que limitou a participação de um número maior fazendeiros.

Aos contatos que concordaram em ser entrevistados foi aplicado o questionário, abordando informações sobre as características da família, o histórico da propriedade, a história da posse de terra, a produção agrícola, os contratos para produção de cana-de açúcar, a participação em associações e sindicatos, as visões quanto ao impacto da chegada da usina na comunidade e o uso da terra. O levantamento de dados ocorreu entre os meses de junho a julho de 2014 e foi aplicado com sucesso a 148 arrendatários e produtores na região de estudo (83 em Goiás e 65 em Mato Grosso do Sul). Do total de entrevistados, 104 estavam envolvidos no setor sucroalcooleiro (58 em Goiás e 46 no Mato Grosso do Sul).

6. Nesse caso, o risco moral refere-se a possíveis mudanças no comportamento do produtor em razão de riscos que não tomaria se não houvesse o contrato. Para mais detalhes sobre riscos nas atividades produtivas ver Salvatore (2003).

Visitaram-se trinta cidades: dezessete em Goiás e treze no Mato Grosso do Sul. Essas localidades foram selecionadas com base em: *i*) localização geográfica da produção de açúcar em 2012, de acordo com o Projeto Canasat, do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (Inpe); e *ii*) a evolução da produção de cana-de-açúcar segundo as estimativas da Produção Agrícola Municipal (PAM) de 2013 (IBGE, 2014).

Um perfil comparativo dos entrevistados (tabela 1), em relação ao perfil dos agricultores do censo agropecuário sugere haver diferenças consideráveis quanto à área, associativismo e cooperativismo, grau de escolaridade e porte da propriedade, tendo os indicadores do grupo valores mais elevados. Ressalta-se, entretanto, que as diferenças de características entre a amostra e os dados do censo agropecuário não constituem empecilho à pesquisa, que trata da percepção de um grupo específico de produtores sobre um produto específico com o qual trabalha.

TABELA 1

Comparação das médias do censo agrícola de 2006 com as da pesquisa¹

Características	Censo 2006	Estudo
Média da área das fazendas (ha)	414.97	912.60
Donos de terra (%)	87	78
Membros de associação ou cooperativa (%)		
Cooperativa	11	49
Associação	11	49
Gênero (%)		
Masculino	92	96
Feminino	8	3
Educação – pessoas que completaram (%)		
Ensino fundamental 5ª a 8ª séries	4	7
Ensino médio	4	37
Ensino superior	3	28
Produção de cana-de-açúcar		
Produtividade média (t/ha) ¹	70.30	87.71
Valor médio da produção (R\$ mil)	330.18	1035.24

Fonte: IBGE (2010) e Conab (2013).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ O tamanho da amostra é de 148 indivíduos: 83 em Goiás e 65 em Mato Grosso do Sul.

Os 104 agentes econômicos envolvidos com o setor sucroalcooleiro são agrupados da seguinte forma: *i*) donos de terra que não plantam cana na sua própria terra, mas a arrendam para tal uso; *ii*) produtores que não têm terra, mas a contratam por arrendamento para a produção de cana; e *iii*) produtores que utilizavam sua própria área para a produção de cana-de-açúcar (fornecedores). As perguntas procuraram saber as dificuldades dos entrevistados em relação a questões como o modo adotado para acessar a terra em suas regiões, a organização dos entrevistados, a sua impressão sobre as usinas, aos contratos, à remuneração pela cana ou terra, além de impactos da atividade, entre outros.

3 FATORES DE INFLUÊNCIA NA DEFINIÇÃO DOS USOS DA TERRA E DOS TIPOS DE CONTRATOS ENTRE FAZENDEIROS E INDÚSTRIAS, DE ACORDO COM A LITERATURA

A decisão de converter uma atividade agrícola em outra não é fácil, devido, principalmente, ao alto custo envolvido e às escolhas não triviais dos agricultores. Por exemplo, o investimento e os custos de produção associados à cana-de-açúcar são 2,5 vezes maiores do que o necessário para o cultivo da soja, de acordo com Silva e Miziara (2011). Além disso, há diversos riscos associados ao cultivo da cana, como detalham Neves, Waack e Marino (1988), entre eles: as queimadas (acidentais ou não); dificuldades de monitoramento do teor de sacarose na cana; e atrasos no pagamento da cana ou do arrendamento por parte das indústrias. Riscos naturais, como

fortes variações climáticas, pragas e doenças, que afetam todos os cultivos, são uma dificuldade enorme no caso da cana em razão de ser ela um cultivo semiperene (ciclo produtivo de seis a sete anos). Uma vez plantada, não há viabilidade econômica de substituição antes do fim do ciclo. Além disso, há o fato de haver equipamentos e técnicas não compartilháveis com outras culturas, o que eleva os custos fixos da atividade canavieira.

Em situações em que indústrias de outros produtos estabeleceram-se e criaram laços com fornecedores, a exemplo de grãos e sementes oleaginosas, registram-se barreiras à entrada da cana-de-açúcar, segundo estudos de Mueller e Martha Junior (2011) e Santos (2011). Este foi o caso de Jataí/GO, onde tentou-se impedir a entrada da cana-de-açúcar com a criação de lei municipal, posteriormente revogada (Jataí..., 2011), da mesma forma que ocorreu em Rio Verde/GO, outro município no Sudoeste goiano. Nos dois casos, agricultores, o governo local, comerciantes e representantes de outras cadeias produtivas (milho, soja, aves e suínos), argumentaram que a expansão da cana-de-açúcar iria aumentar o preço da terra na região, impactar a produção de grãos, reduzir o emprego, o comércio e o dinamismo da agricultura local.⁷

De fato, atividades como a produção integrada de grãos, suinocultura e avicultura, e as ligações estruturais dessas cadeias produtivas, conferem rigidez ao processo de substituição de atividades agropecuárias. Este é o caso da substituição da lavoura de milho (ou de soja) pela da cana-de-açúcar, como apontam Mueller e Martha Junior (2011).

Segundo Ávila (2009), ao assinar um contrato de fornecimento ou ao optar pelo arrendamento (ou “parceria” produtiva), a indústria transfere parte dos custos associados aos riscos de produção para o produtor rural. Similar a outras culturas de larga escala, a expansão da cana, apesar de trazer vantagens, como o aumento dos indicadores de renda, salário e valor da produção, ocorre paralelamente à concentração da renda e da posse de terra. De acordo com Ávila (2009), há também dificuldades locais relacionadas às questões sociais, ambientais e de mudanças da organização produtiva local.

4 RESULTADOS

Algumas características dos estabelecimentos pesquisados são apresentadas na tabela 2, em que se observa que, em média, a área alugada para terceiros é inferior a área total pertencente aos proprietários de terra. Em Goiás a área arrendada, em média, corresponde a 16% do total da terra sob posse do entrevistado, e em Mato Grosso do Sul, esse valor chega a 40%. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que, em Goiás, a maior parte dos contratos é de fornecimento, enquanto no Mato Grosso do Sul prevalecem os contratos de arrendamento. Os entrevistados também informaram que a área de produção canavieira aumentou, em média, mais de 160 ha por propriedade, desde 2010.

TABELA 2

Características da produção canavieira por fazendas pesquisadas nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul¹

Características	Goiás		Mato Grosso do Sul	
	Média	Máximo	Média	Máximo
Produtividade média da cana não irrigada				
Dos últimos quatro anos (t/ha)	90	130	85	120
Primeiro corte (t/ha)	114	153	118	180
Segundo corte (t/ha)	109	160	104	130
ATR ¹ /kg	139	160	125	160
Aumento na área com cana desde 2010 (ha)	163	2.000	166	1.391
Área própria do entrevistado (ha)	1.074	6.246	1.372	10.800
Área arrendada de outros (ha)	380	3.000	96	2.200
Área arrendada a outros (ha)	172	3.000	545	3.200

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ ATR refere-se a açúcar total recuperável, unidade de medida pactuada entre produtores de cana e indústrias como base de cálculo do valor da cana. Traduz a quantidade de matéria-prima a ser transformada em etanol ou açúcar.

7. Embora as ações de Jataí e Rio Verde não tenham impedido o total avanço da cana, esse foi freado e deslocado para outros municípios. Um dos reflexos foi a elevação da remuneração média inicial pela terra arrendada, que passou de doze sacas/ha para até dezoito sacas por igual área (Pacheco, 2011).

De forma geral, as propriedades que cultivam cana-de-açúcar na região Centro-Oeste têm porte superior à média das propriedades de outras regiões, ou seja, área superior a 1.000 ha. Por isso, esse porte de propriedade exerce influência nas médias obtidas, elevando-as, inclusive no caso da área própria do entrevistado, como mostrado na tabela 2. Por sua vez, a produtividade, medida pelo rendimento médio por ha, alcança resultados próximos aos melhores resultados obtidos no país.

No conjunto das observações coletadas, o posicionamento diante de riscos nos negócios é um dos destaques, de acordo com os objetivos deste trabalho. Os resultados sinalizam tendência de aversão ao risco, tendo 61% dos entrevistados em Goiás e 65% no Mato Grosso do Sul se identificado como pessoas que procuram evitar os riscos associados a novas atividades de produção (tabela 3). Ainda assim, mais de 30% dos participantes em Goiás, e mais de 20% no Mato Grosso do Sul descrevem-se como neutros ao risco e dispostos a tomá-los após terem todas as informações necessárias.

TABELA 3

Resposta dos entrevistados quanto ao seu comportamento diante de riscos
(Em %)

Característica	Goiás		Mato Grosso do Sul	
	Número		Número	
	Resposta do entrevistado em relação ao risco			
Averso ao risco	35	61	28	65
Neutro ao risco	18	32	9	21
Tomador de risco	4	7	6	14

Elaboração dos autores.

Obs.: Quatro entrevistados não responderam a essa pergunta.

Nas entrevistas solicitou-se a indicação das duas maiores preocupações que os envolvidos tinham quanto à produção de cana. Apesar dos obstáculos apontados anteriormente, como incidência de pragas, doenças e mudanças climáticas, a preocupação mais frequentemente citada foi relacionada à situação financeira das usinas, segundo 39% dos entrevistados em Goiás e 33% em Mato Grosso do Sul (tabela 4).

TABELA 4

Temas de maior preocupação dos entrevistados com relação à produção¹
(Em %)

Tema de preocupação	Goiás		Mato Grosso do Sul	
	Número		Número	
Perda em fertilidade do solo	1	1	3	6
Ataque de insetos	6	7	12	23
Doenças	9	10	5	10
Compactação do solo	6	7	2	4
Pestes	2	2	2	4
Erva daninha	6	7	1	2
Colheita mecânica	4	4	2	4
Perda de ATR	9	10	0	0
Saúde financeira da usina	35	39	17	33
Contaminação solo/água	2	2	2	4
Variação na produtividade	4	4	5	10
Variação climática	6	7	1	2

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Dos 104 entrevistados, 35 não responderam esta pergunta (dezessete de Mato Grosso do Sul e dezoito de Goiás).

O risco de implementação de uma nova cultura, como o aparecimento de pragas e doenças, ou mesmo devido à variação climática, pode ser compensado com o uso de seguro agrícola. Contudo, observa-se que 32% em Goiás e apenas 9% no Mato Grosso do Sul contrataram seguro, mesmo havendo a oferta desse produto pelo banco quando da concessão de crédito rural.

Parte dos entrevistados informou também que relutou o quanto pôde em arrendar terras para as usinas, devido à instabilidade financeira de algumas usinas ou pelo fato de elas demolirem toda a benfeitoria da fazenda para o plantio da cana. Esses donos de terra preferiam alugar para alguém conhecido localmente ou com quem pudessem tratar diretamente – já que as empresas trabalham com terceiros ou com um departamento administrativo que faz a captação de terras. O advento da ferrugem na soja (safra 2004/2005 e 2005/2006) foi lembrado nas entrevistas como um dos motivos que levaram agricultores a optar pelo cultivo da cana, em razão da perda ou prejuízos com a safra. Outros referem-se ao baixo preço do gado como fator importante para a mudança. Assim, a cana serviu para contrabalançar as dificuldades da soja e da pecuária.

Registrou-se também que a opção de não abandonar totalmente a produção de grãos e/ou pecuária deve-se ao fato de serem atividades associadas à tradição familiar, ou nas quais há mais conhecimento e experiência. Outros entrevistados consideravam a oportunidade de alugar parte de suas terras, muitas vezes consideradas degradadas, como uma fonte de renda que os auxiliavam a manter outras atividades agropecuárias.

4.1 Percepção dos fazendeiros sobre os contratos de uso das terras

Dois meios de viabilização do acesso à terra são utilizados por iniciativa das indústrias, conforme abordado em Picanço Filho e Ferreira (2010) e Picanço Filho e Marin (2012). No primeiro, a usina aluga a terra na forma de contrato de arrendamento – por vezes pratica-se o contrato de parceria agrícola, também prevista no estatuto da terra. No segundo são estabelecidos contratos para o fornecimento da cana por parte dos agricultores locais. A remuneração pode ocorrer pela cotação do consecana, por ATR, ou mesmo de um produto de domínio dos agricultores, como a saca de soja.

De acordo com a percepção dos entrevistados, de um lado, os contratos trazem segurança a ambas as partes, em função da clareza de preços, formas de pagamento e quantidade de cana-de-açúcar disponível em cada safra. Por isso, permitem que as partes possam organizar as atividades com maior previsibilidade. De outro lado, porém, esclareceram que os contratos normalmente exigem fidelidade no fornecimento de cana impedindo que produtores possam oferecer sua produção para outra usina. Na região em que apenas uma usina opera, condição mais comum no Centro-Oeste, os fornecedores têm apenas um comprador. Assim, a firma deseja garantir matéria-prima para viabilizar o seu negócio, havendo raros fornecedores no mercado *spot*.

A duração média dos contratos analisados na pesquisa foi de um ciclo de produção de cana-de-açúcar, ou seja, em torno de seis a sete anos. No entanto, variações foram observadas, sendo o contrato mais longo de 40 anos. Dependendo do tipo de contrato com a usina, os fornecedores recebem parte do pagamento durante a colheita da cana-de-açúcar. No caso analisado, 80% dos produtores entrevistados foram pagos na entrega da colheita e o restante (20%) ao final do ano-safra.

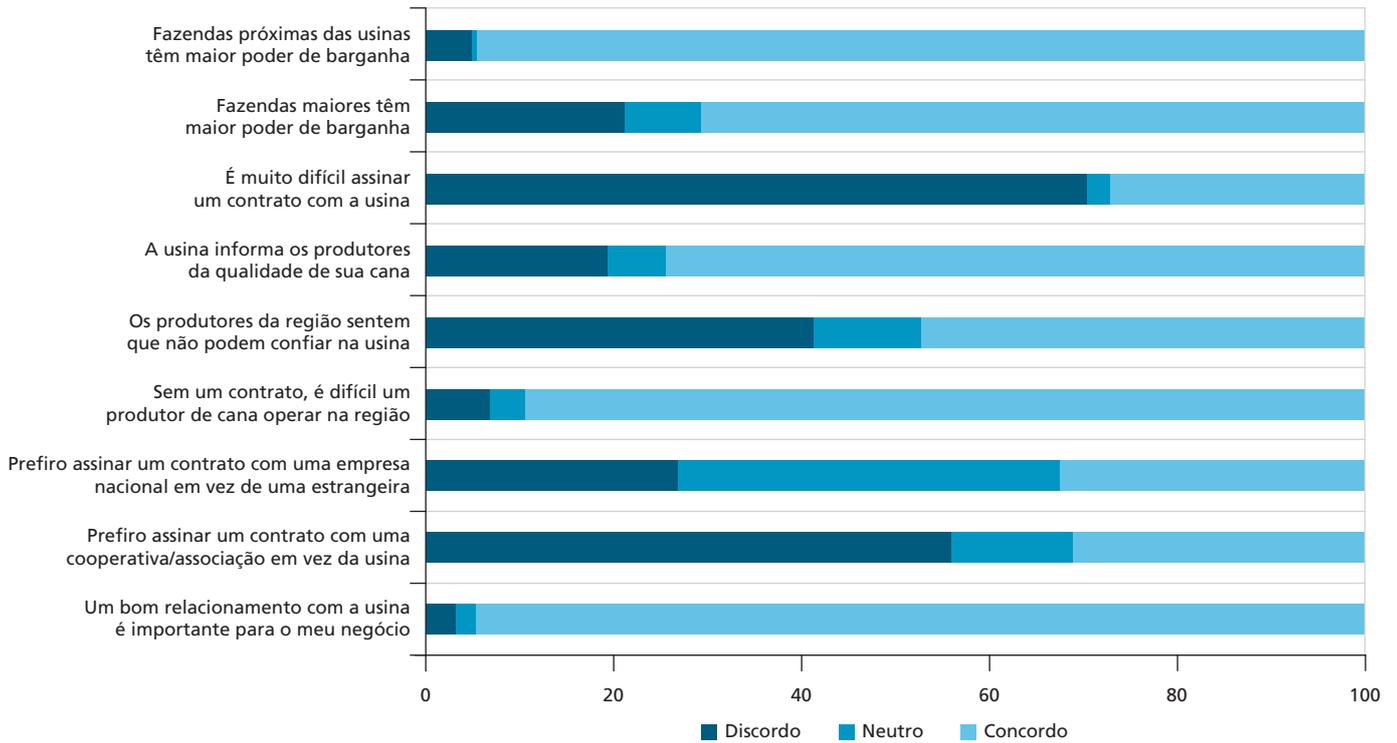
A pesquisa também buscou saber o quanto os produtores e proprietários de terra eram cientes de seus contratos e do poder de barganha envolvido na negociação. Para obter essas informações, eles foram questionados sobre o uso de assistência jurídica durante a negociação do contrato, a compreensão de todos os termos e cláusulas do contrato, e se pediram a alteração de alguma cláusula antes de assinar. A maioria dos entrevistados (51% em Goiás e 67% em Mato Grosso do Sul) informou ter usado assistência jurídica quando da negociação do contrato. A maioria (63% em Goiás e 70% em Mato Grosso do Sul) afirmou ter compreendido todas as partes do contrato que assinou, e grande parte dos entrevistados indicou que quando requisitaram alterações no contrato obtiveram sucesso (54% em Goiás e 70% em Mato Grosso do Sul).

Os entrevistados foram também questionados sobre o relacionamento com as indústrias. As perguntas aplicadas avaliavam se os entrevistados tinham conhecimento dos negócios conduzidos pela usina; se recebiam informações sobre a qualidade da cana-de-açúcar fornecida à usina; quem eles acreditavam possuir maior poder de barganha; se confiavam na usina; se preferiam assinar um contrato com uma usina nacional em vez de uma usina estrangeira; se consideravam o contrato como um fator positivo ao negócio; se consideravam fácil a comunicação com a usina, e outros fatores considerados importantes para a compreensão da relação deles com as indústrias, como se apresenta nos gráficos 1 e 2. No primeiro desses dois gráficos, observa-se que os fatores poder de barganha pela proximidade de terras da usina, bom relacionamento com a usina e importância de contratos destacam-se em termos de concordância mais elevada, sendo indiferentes entre empresa nacional ou estrangeira. Ficou dúvida a questão sobre confiança ou não na indústria.

GRÁFICO 1

Percepção dos produtores e donos de terra em Goiás quanto a sua relação com as usinas locais

(Em %)



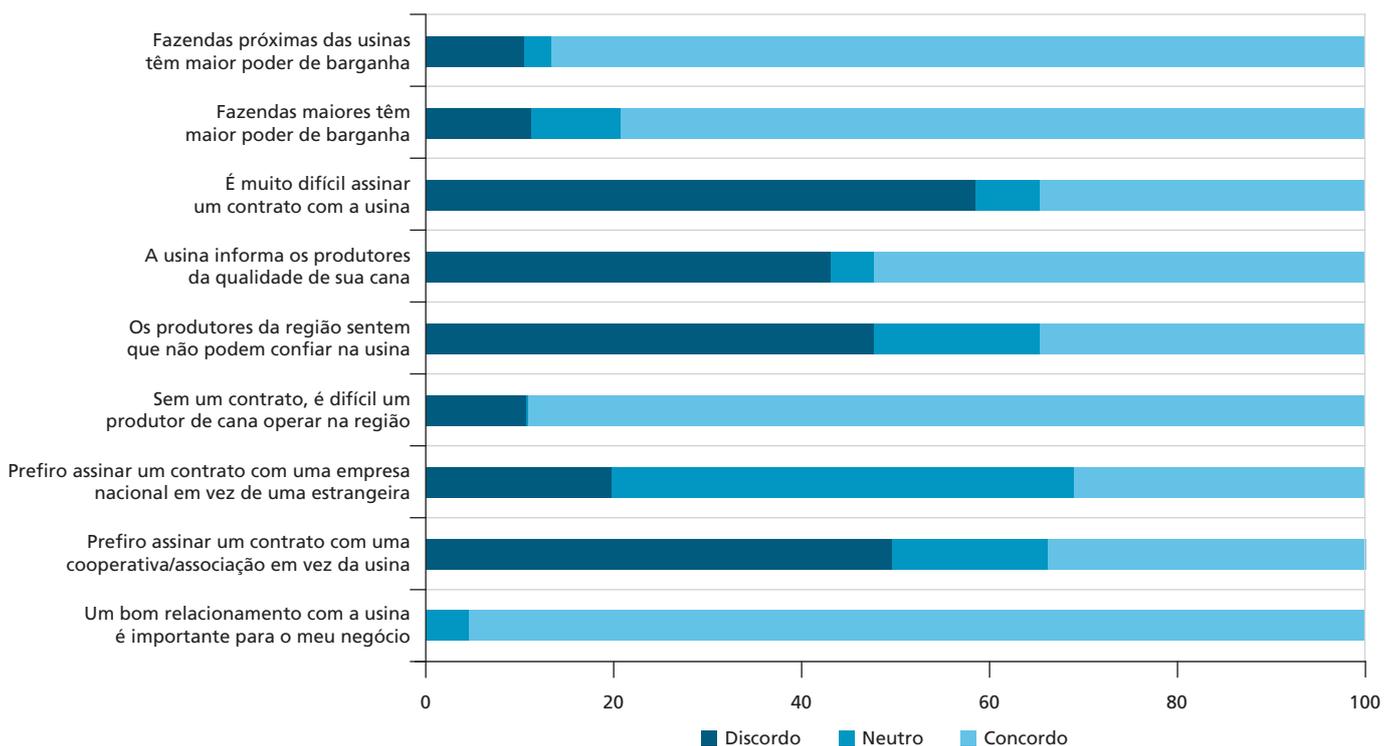
Elaboração dos autores.

As respostas às questões apresentadas no gráfico 2, aplicadas ao Mato Grosso do Sul, destacam, além dos mesmos itens apontados no caso de Goiás, que fazendas mais próximas das usinas e as de maior porte têm maior poder de barganha.

GRÁFICO 2

Percepção dos produtores e donos de terra em Mato Grosso do Sul quanto a sua relação com as usinas locais

(Em %)



Elaboração dos autores.

Também verificou-se nas entrevistas que 67% dos entrevistados em Goiás e 60% em Mato Grosso do Sul acreditam receber um valor “justo” pela sua produção, enquanto 25% em Goiás e 31% em Mato Grosso do Sul discordam dessa afirmativa.

Merece destaque o fato de que, mesmo com incertezas quanto às usinas serem parceiros comerciais confiáveis ou não, a maioria dos entrevistados – 91% em Goiás e 74% em Mato Grosso do Sul – discordam que seus lucros tenham diminuído desde que assinaram o contrato com a usina. Além disso, 74% dos entrevistados de Goiás e 89% em Mato Grosso do Sul concordam ter uma renda mais constante graças ao contrato com a usina. Tais impressões sugerem que outras atividades agropecuárias podem não estar sendo tão lucrativas quanto os entrevistados desejam, pois optam pela cana, mesmo com as ressalvas que têm das usinas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou, de forma breve, circunstâncias de o cerrado brasileiro ser o foco do crescimento da produção de cana-de-açúcar e da construção de usinas, desde o ano 2000. Em seguida foram destacados as percepções e os dados das mudanças nas ações de produtores e proprietários de terra com a chegada da atividade canavieira em suas localidades, em 30 municípios selecionados na área de expansão da cana nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul.

A partir do levantamento, o trabalho trouxe dados que possibilitam maior diálogo entre as partes, uma vez que o conhecimento das dificuldades, benefícios e impactos percebidos possibilitam maior transparência nas transações entre indústrias, produtores e donos de terra. Observar os problemas apontados, a exemplo da aversão ao risco, de incertezas contratuais e da adesão em situação de dificuldades financeiras pode ser útil para possibilitar a compreensão das dificuldades da expansão da agroindústria canavieira na forma prevista em políticas públicas, como o Plano Nacional de Agroenergia e o Plano Decenal de Energia.

Entre os desafios destacados pelos agricultores e proprietários de terra que a alugam para o cultivo da cana, estão: *i*) reações típicas de agentes com aversão a risco na atividade; *ii*) percepção de que há desequilíbrio na relação contratual, cujo domínio é da indústria; e *iii*) adesão circunstancial à atividade, ocorrida em função de dificuldades com outros cultivos. As respostas permitiram, de outro lado, apontar fatores positivos com a chegada da cana nas regiões, segundo a percepção dos mesmos entrevistados, tais como: *i*) opção de obtenção de renda, havendo outra atividade na fazenda, além da canavieira; *ii*) avaliação de que há ganho econômico com a atividade, comparativamente com o uso anterior da terra; e *iii*) noção de que há crescimento econômico para a região onde a usina se instala. São também importantes para a dinamização da agricultura, e não apenas da atividade em questão, outros aspectos apontados pelos entrevistados, tais como: a noção da importância da autonomia em relação a políticas públicas diretas – os dados mostraram que é residual o acesso às políticas na atividade; a preocupação com a atividade como um todo (inclusive a respeito da saúde financeira das indústrias), fato que explica, em parte, a aversão ao risco.

Cabe o registro de que as vantagens apontadas beneficiam especificamente os proprietários de terras, comerciantes e demais atores diretamente envolvidos com a atividade sucroalcooleira. Assim, há de se observar que as desvantagens como o aumento do preço da terra e a perda de dinamismo da atividade agroindustrial, a partir de outros produtos e cadeias produtivas, afetam toda a sociedade local. Sendo assim, são bem-vindos estudos sobre a impressão de outros atores locais a respeito dos efeitos na economia local e sobre os impactos sociais e ambientais da atividade produtiva, para se avaliar expectativas de aumento da produção.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, S. R. A. **Efeitos socioeconômicos da expansão da cana-de-açúcar no vale do São Patrício**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

BRASIL. Decreto nº 59.566, de 14 de novembro de 1966. Regulamenta as Seções I, II e III do Capítulo IV do Título III da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, Estatuto da Terra, o Capítulo III da Lei nº 4.947, de 6 de abril de 1966, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1966.

_____. Lei nº 4.947, de 6 de abril de 1966. Dispõe sobre o aproveitamento agrícola da Fazenda Nacional de Santa Cruz e de outros imóveis da União. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1966.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/m28qGJ>>.

_____. _____. Ministério do Meio Ambiente. **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar: expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. Disponível em: <www.mapa.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2014.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Brasília: MME/EPE, 2014.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perfil do setor do açúcar e do etanol no Brasil**. Brasília: Conab, 2013. v. 5. Disponível em: <<http://goo.gl/cznGiy>>. Acesso em: 10 maio 2014.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário**. Brasília: Universidade de Brasília, 2003. (Planejamento de Pesquisas nas Ciências Sociais, n. 1).

HART, O.; HOLMSTRÖM, B. The theory of contracts. In: BEWLEY, T. (Ed.). **Advances in economic theory**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. [S.l.]: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 4 mar. 2014.

_____. **Produção Agrícola Municipal (PAM) 2014**. [S.l.]: IBGE, 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 9 fev. 2015.

JATAÍ aprova legislação restritiva ao cultivo da cana-de-açúcar. **O Popular**, Goiânia, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/xhrDdz>>. Acesso em: 10 out. 2014.

MANZATTO, C. V. *et al.* **Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

MUELLER, C. C.; MARTHA JUNIOR, G. B. The expansion of ethanol and land use in Brazil's cerrado. In: **Energy, bio fuels and development**. 1st ed. New York: Routledge, 2011. c. 20, p. 268-84, 2011.

NEVES, M. F.; WAACK, R. S.; MARINO, M. K. Sistema agroindustrial da cana-de-açúcar: caracterização das transações entre empresas de insumos, produtores de cana e usinas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 36., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: MG, 1998. Disponível em: <<http://goo.gl/RrPrDp>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

PACHECO, P. Produtores de soja boicotam cana em GO. **Estadão**, São Paulo, seção Economia, 9 jan. 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/21bmWI>>. Acesso em: 10 dez. 2014.

PICANÇO FILHO; FERREIRA, A. **Contratos agrários na agroindústria canavieira em Goiás: legalidades e conflitos**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/vFemff>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PICANÇO FILHO, A. F.; MARIN, J. O. B. Contratos de fornecimento de cana-de-açúcar: as assimetrias de poder entre os agentes. **Interações**, v. 13, n. 2, p. 191-202, 2012.

POPE, K. F. **Cow-calf risk management among Kansas producers**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Kansas State University, Manhattan, 2009.

PROCANA. **Anuário da Cana 2013**. Ribeirão Preto: Procana Brasil, 2013.

RUDORFF, B. F. T. *et al.* Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo state (Brazil) using landsat data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010.

SALVATORE, D. **Macroeconomics: theory and applications**. 4. ed. New York: Oxford University Press, 2003.

SANTOS, G. R. **Políticas públicas e expansão da agroenergia no Brasil**: contradições e desafios à sustentabilidade no ambiente rural em regiões do Cerrado. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SHIKIDA, P. F. A. Expansão canavieira no Centro-Oeste: limites e potencialidades. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 2, p. 122, 2013.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F. Sucroalcohol sector and agricultural frontier expansion in the Goiás state, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2011.

SLOVIC, P. *et al.* Preference for insuring against probable small losses: insurance implications. **Journal of Risk and Insurance**, v. 44, n. 2, p. 237, 1977.

PRODUTIVIDADE NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA¹

Gesmar Rosa dos Santos²

1 INTRODUÇÃO

Análises ligadas ao setor produtivo (Jank e Nappo, 2009; Souza e Macedo, 2010) e também no âmbito das políticas públicas (Brasil, 2006; BNDES e Cepal, 2007; BNDES, 2012) apontam que ganhos de produtividade agrícola e industrial na produção canavieira no Brasil têm sido o ponto de apoio do crescimento de uma das maiores cadeias produtivas genuinamente nacionais. Os estudos e documentos de políticas públicas ressaltam a importância dessa agroindústria na matriz energética e o papel de alavanca exercido pelas inovações tecnológicas. Contudo, a persistência de disparidades na produtividade agrícola, entre regiões e produtores, continua no centro das preocupações do setor e das políticas públicas da área.

Vian (2003), Ramos e Szmrecsányi (2002), Pereira (2009) e Carvalho (2009) apontam que, em razão de sua complexidade, a cadeia produtiva canavieira desenvolve-se alternando períodos de avanços consistentes com outros de dificuldades na sua trajetória tecnológica e de dinamização produtiva. Pereira (2009) e Ramos (2012) mostram como os ganhos de produtividade e o aumento da produção são impulsionados pelo estado, por meio do financiamento à produção, de estímulos à adoção de novas tecnologias e apoio ao consumo. Segundo os autores, os incentivos públicos visam vencer atrasos de produtividade e dificuldades na adoção de tecnologias, em parte dos empreendimentos agrícolas e industriais.

Marschall, Rissard Júnior e Lima (2005, p. 24) afirmam que o setor canavieiro cresceu, até os anos 1980, sob um “paradigma subvencionista”, passando, em seguida, para um “paradigma tecnológico”. De forma mais crítica, Von der Weid (2009) questiona os paradigmas que primeiro impulsionaram o crescimento e, em seguida, a sustentabilidade econômica, social e ambiental na atividade.

Santos e Caldeira (2014) apontam que uma das formas de socorro estatal ocorre, atualmente, no âmbito da pequena produção (até 10 mil toneladas (t)/ano, com venda à indústria), nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, parte de Minas Gerais e região Nordeste. A ação justifica-se pelas adversidades climáticas e pela baixa produtividade agrícola, levando à dependência de subsídios para o cultivo e para uma parcela da produção industrial na região. Tal situação ilustra a complexidade e heterogeneidade da produtividade na agricultura brasileira que, como destaca Freitas (2014), exige que se busquem distintos referenciais, dados e metodologias por tema, cultura e foco do problema a ser enfrentado.

Souza e Macedo (2010) assinalam que ganhos de produtividade agrícola e industrial vêm ocorrendo na cadeia produtiva canavieira de forma contínua. Segundo os autores, é crescente a preocupação das indústrias nesse sentido, inclusive como forma de alcance de maior fatia do mercado externo e de promoção do etanol como *commodity*. Nos últimos 40 anos os ganhos de rendimento por área plantada e o aumento do rendimento no processo industrial crescem paralelamente até atingir padrões mundiais de produtividade.

Contudo, como tais ganhos ocorreram sobre uma base de produtividade relativamente baixa, persistem disparidades, principalmente no que diz respeito ao rendimento da produção agrícola. Registra-se grande oscilação de produtividade, seja por região produtora, seja por distintos sistemas de produção, encontrando-se médias estaduais entre 40 t/ha e 80 t/hectare (ha). Por ser esse aspecto fortemente impactante na viabilidade da produção (o cultivo da cana representa em torno de 65% dos custos da agroindústria), persiste a busca de caminhos para o alcance de um patamar técnico e economicamente mais atrativos. Uma das alternativas, como apontado em CTC (2012) e Niko *et al.* (2013), é promover o desenvolvimento e a diversificação de variedades, melhorando os índices de atualização varietal (IAV) e de concentração varietal (ICV).

1. O autor agradece aos colegas do Ipea, particularmente a João Maria de Oliveira e a Fabiano Mezadre Pompermayer, cujas contribuições ajudaram a melhorar este artigo. Eventuais erros ou omissões são de inteira responsabilidade do autor.

2. Técnico de Planejamento e Pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

Importa, portanto, considerar indicadores em cada região, de modo a fomentar o debate sobre as políticas públicas na área e as formas de enfrentar as distintas realidades. Uma das possibilidades, com tal intuito, tem sido o estudo de produtividade de cultivos no plano de municípios ou microrregiões. No caso da cana-de-açúcar, esse recorte, além de apontar regiões de baixo dinamismo na produção, tem relevância na delimitação da área destinada à produção sucroenergética em larga escala e da mão de obra efetivamente ocupada nessa agroindústria.

Nesse contexto, este artigo tem o objetivo de apresentar e discutir indicadores de produtividade agrícola e industrial da agroindústria canavieira, particularmente na cadeia produtiva sucroenergética.³ Complementarmente faz-se um exercício do impacto na produção decorrente de possíveis ganhos de produtividade agrícola.

São utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), principalmente da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), levantamentos de safras da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e dados de produção do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), com a finalidade de analisar a trajetória dos ganhos de produtividade na produção, frente ao uso de mais insumo-terra. Utilizam-se também dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e do setor produtivo, com vistas a compreender o comportamento da agroindústria em diversos períodos.

2 DISPARIDADES DE PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

Iniciativas de promoção de ganhos de rendimento da cana têm grande relevância, por ser a etapa da produção responsável pelos maiores desafios da cadeia como um todo. Somente o custo da matéria-prima, que representava 62% dos custos de produção, na safra 2007/2008 (Bressan Filho, 2010), oscila entre 67% e 74%, a depender da localidade (produtividade física) e de outros parâmetros técnicos de cada sistema de produção.⁴ Para as lavouras são também destinados os maiores desembolsos para investimento e custeio dentro de toda a cadeia produtiva, além de ser nela que se concentra o maior potencial de riscos.

No contexto da atuação de políticas públicas é relevante observar a trajetória da produtividade das lavouras no âmbito das regiões. O gráfico 1 ilustra as distintas produtividades da cana-de-açúcar nas cinco grandes regiões do Brasil, medidas pelo rendimento médio por ha da lavoura colhida. A trajetória sinaliza que persistem disparidades, mesmo diante da incorporação de tecnologias ao longo dos anos e com curvas ascendentes de produtividade.⁵

Observa-se, como destacado no gráfico, que a queda da produtividade a partir de 2008 afetou de forma mais significativa a região Centro-Sul, que tem a maior produção e produtividade do país. Também nota-se que há ciclos de ganho e perda de produtividade, o que reflete os momentos de maior investimento e a safra na qual um novo ciclo atinge sua maior produtividade e vice-versa. São conhecidas as causas da queda de produtividade recente, que alcançou 16% no Centro-Sul, entre 2008 e 2011: dificuldades na adaptação da mecanização da colheita, intempéries (geadas, secas e chuvas além do suporte natural das plantas), envelhecimento dos canaviais, defasagem tecnológica e de manutenção das lavouras.

A diferença de rendimento por área, quando atenta-se para estados e municípios produtores, tem resultados ainda mais significativos. As estimativas do IBGE, expressas na PAM, apontam 370 municípios com produtividade acima da média do país (em torno de 80 t/ha, alcançada na safra 2008/2009) todos localizados no Centro-Sul. O rendimento médio, porém, oscila entre 40 t/ha (municípios no Nordeste e Rio de Janeiro) até algumas exceções com 120 t/ha ou mais (municípios de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Goiás), a depender da idade dos canaviais dentro do ciclo de cinco safras.

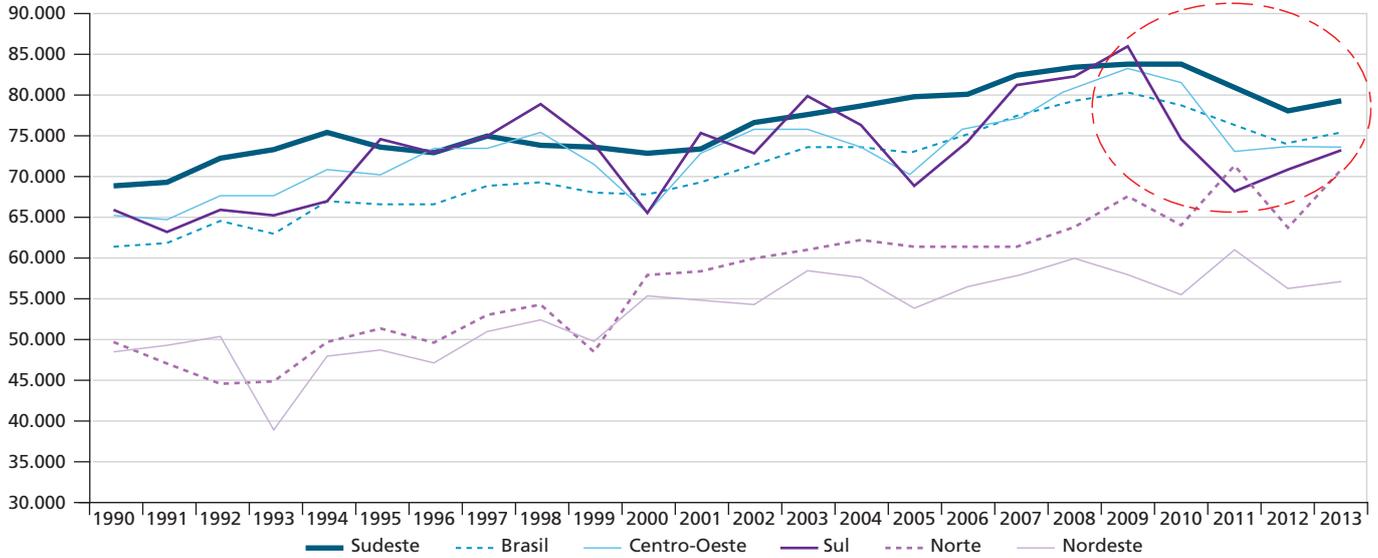
3. A cadeia produtiva sucroenergética inclui as atividades de preparação e plantio da cana-de-açúcar, seu transporte, processamento industrial e armazenagem dos produtos, além da geração de energia a partir do bagaço e palha da cana-de-açúcar. A rigor, as etapas de pesquisa específica da área, bem como o fornecimento de insumos e elos da distribuição, embora não abordadas neste texto, são também parte da cadeia produtiva.

4. Dados do IBGE, disponíveis na PIA, trazem valores de custos agrícolas de 40% na década de 1990 e 43% na década de 2000. Os distintos sistemas são caracterizados em Oliveira e Nachiluk (2011).

5. A maior ascensão no rendimento ocorre na região Norte, mas sobre uma base muito pequena de produção, não sendo descartada, também, possível erro ou imprecisão nas estimativas em alguns anos, neste caso.

GRÁFICO 1

Brasil e regiões: evolução do rendimento médio por área colhida
(Em kg/ha)

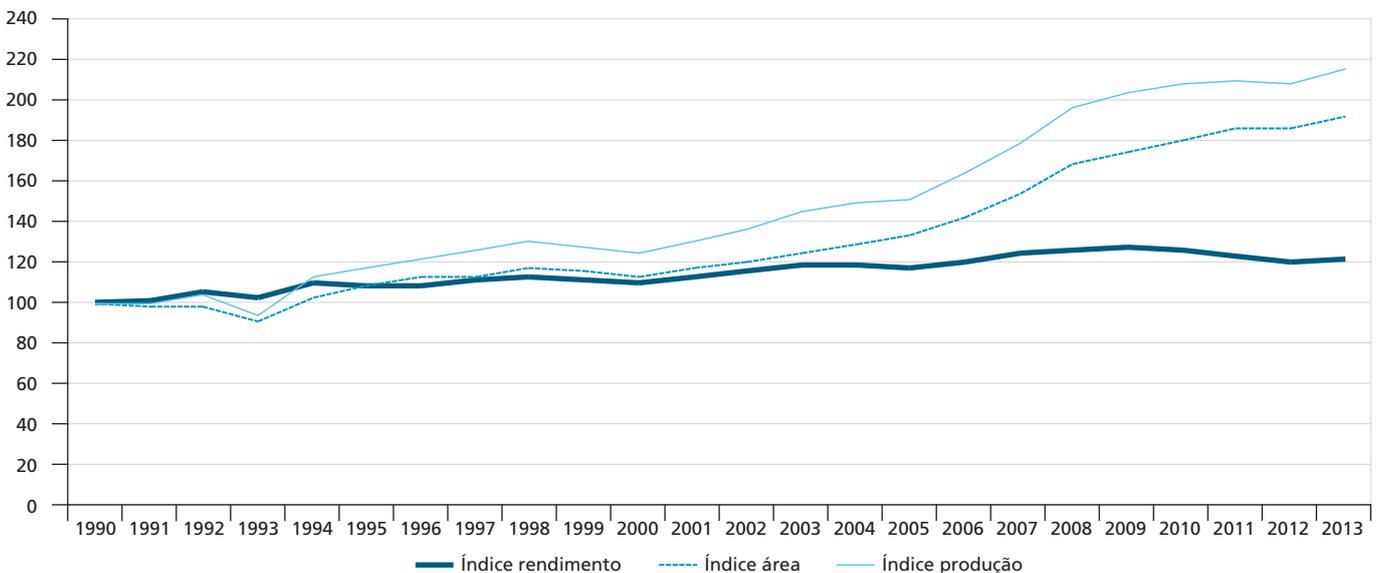


Fonte: IBGE (2014).
Elaboração do autor.

Paralelamente à persistência de diferenças de produtividade, no período 1990 a 2013, o acréscimo na área utilizada foi de 5,7% ao ano (138% no período), pelos dados do IBGE. Esta taxa é significativamente maior do que a do aumento do rendimento médio, cuja média foi de 0,8% ao ano, ou 22,5% no período. Tomados pela média, os dados não surpreendem em razão da longa trajetória de ganhos de produtividade já acumulada, das disparidades apontadas e da falta de ações voltadas para esse problema particularmente. Além disso, a ocorrência de intempéries nas quatro safras mais recentes contribuíram para a redução do rendimento apontado no gráfico 1. Assim, entre as 24 safras, a expansão da produção foi puxada pelo aumento de área, como ilustra o gráfico 2, em que se observa o grande salto do índice de área utilizada a partir de 2004.

GRÁFICO 2

Brasil: índices da área utilizada e do rendimento da cana-de-açúcar
(Em %)



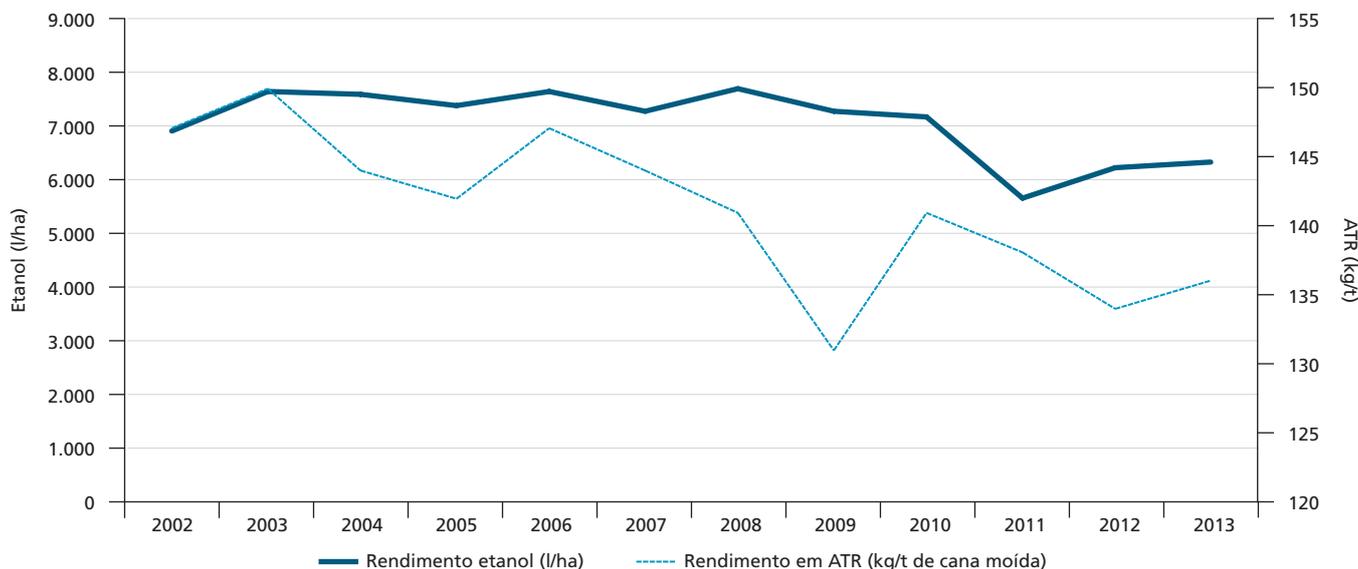
Fonte: IBGE (2014).
Elaboração do autor.

Quanto ao processamento industrial, que também reflete o comportamento da lavoura, o indicador mais utilizado é o da transformação do açúcar total recuperável (ATR) nos produtos finais etanol anidro ou hidratado e no açúcar (gráfico 3).⁶ As causas da queda, a partir de 2009, estão relacionadas às citadas dificuldades da produção, bem como à perda de quantidade e qualidade da cana colhida.

GRÁFICO 3

Rendimento da produção de etanol e de ATR durante a expansão e a atual crise

(Em l/ha e kg/ha)



Fonte: Consecana (2006); Brasil (2013); Nastary (2014).
Elaboração do autor.

Mesmo desconsiderando a vertiginosa queda na quantidade de ATR da cana moída, no ano 2009, nota-se que a perda antes do processamento industrial foi mais impactante naquele indicador de rendimento do que o indicador da etapa industrial (litros de etanol/hectare – l/ha). Esse fato está em linha com as mudanças de padrão tecnológico e com as dificuldades listadas, pelas quais o setor produtivo atravessa, principalmetne na colheita e pré-tratamento da cana.

Historicamente, entretanto, o ganho de rendimento agroindustrial, considerando-se toda a cadeia produtiva do etanol, nos 40 anos da produção em larga escala (1975-2015), tem sido expressiva. Segundo dados do Ministério da Agricultura (Brasil, 2013) e de Nastary (2014), desde o Proálcool, em 1975, até a safra 2013-2014, o rendimento médio por área plantada, expresso em etanol hidratado equivalente⁷ passou de 2.024 l/ha para 7.105 l/ha.

Mais uma vez ressaltam-se as diferenças regionais de produtividade, que resultam tanto em razão da defasagem na adoção de tecnologias quanto reflexos de opções na gestão (Carvalho, 2009) e de distintos sistemas de produção (Oliveira e Nachiluk, 2011). Assim, há sistemas/cadeias que alcançaram 9 mil l/ha de etanol, em determinado ponto do ciclo produtivo e outros com 5,5 mil l/ha. Portanto, a consideração dessas diferenças é aspecto importante, tanto para agricultores e industriais quanto para o poder público, na formulação e efetivação de medidas como concessão de crédito, incentivos fiscais, subsídios, pesquisa e inovação, assistência técnica e organização produtiva.

3 EFEITOS DE GANHOS DE PRODUTIVIDADE NO CULTIVO DA CANA

Para o exercício de estimação do impacto na produção devido a possíveis ganhos de produtividade agrícola, foram utilizados os critérios a seguir.

6. Para mais informações sobre rendimento em ATR e outros indicadores técnicos da produção de etanol, ver: <<http://goo.gl/GxBnQT>>.

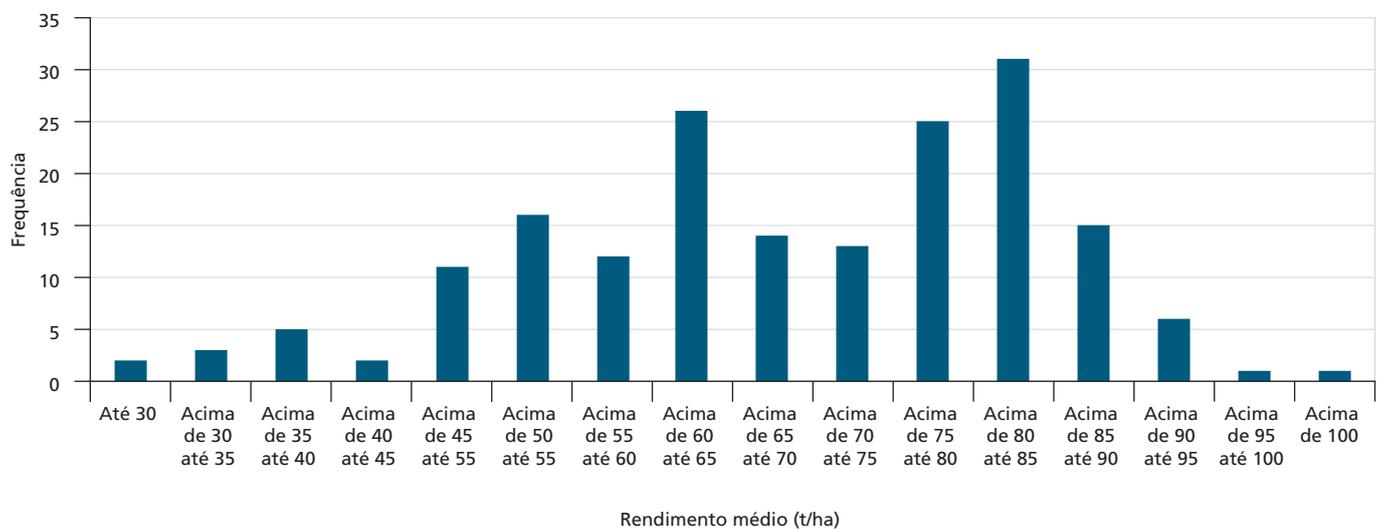
7. Etanol hidratado equivalente representa a soma do etanol hidratado produzido mais o etanol anidro considerando um multiplicador (em torno de 1,15), que equivale ao teor de água na desidratação.

- 1) Identificação das microrregiões produtoras de cana-de-açúcar com produção significativa para o etanol (área maior que 2000 ha, na média dos quatro anos, suficientes para uma planta industrial de 40 mil l/dia). Dados do Censo Agropecuário 2006 e da PAM de 2010 a 2013.
- 2) Identificação das microrregiões situadas dentro da área do Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar (ZAE Cana) elaborado por Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)/Mapa (2009), que seriam objeto de fomento tendo em vista o etanol.
- 3) Definição (*ad hoc*) das faixas de produtividade (rendimento agrícola ou agrônômico) dentro do grupo de microrregiões com produção em escala para etanol. Partiu-se da mediana obtida da frequência de todas as microrregiões produtoras, somando-se a cada estrato um quarto (ou 12,25 t/ha) da amplitude da distribuição (entre 40 t/ha e 105 t/ha registradas na PAM). Assim faixas adotadas são: *i*) estrato inferior: rendimento médio (RM) entre 40 t/ha e 56,25 t/ha; *ii*) estrato médio-inferior: RM acima de 56,25 até 72,5 t/ha; *iii*) estrato médio-superior: RM acima de 72,5 t/ha até 88,8 t/ha; e *iv*) estrato superior: RM acima de 88,8 t/ha.

Embora de caráter preliminar, esses critérios permitem discutir com maior lucidez, medidas de dinamização produtiva em microrregiões em que há escala industrial na atualidade. Isso porque retira da base de cálculo tanto a área e a produção quanto a força de trabalho que estejam desvinculadas da atividade sucroenergética. Mesmo com essa delimitação, percebe-se (gráfico 4) que o rendimento médio segue a heterogeneidade já comentada, mesmo para as microrregiões com escala de produção (no caso incluídas microrregiões a partir de 30 t/ha, por terem produção significativa na média dos anos 2010-2013). Nota-se que a grande maioria das microrregiões produzem na faixa entre 45 t/ha e 95 t/ha.

GRÁFICO 4

Distribuição das microrregiões produtoras de cana-de-açúcar por faixa de rendimento médio



Fonte: IBGE (2014).
Elaboração do autor.

A tabela 1 apresenta os resultados do exercício, destacando-se que, do total de 237 microrregiões consideradas produtoras, 173 têm o porte de produção de etanol em larga escala (as demais poderão ter, no futuro). Dessas 173 microrregiões com produção acima de 2 mil ha, as 30 microrregiões de mais baixo rendimento representam apenas 6,65% da área colhida e as dez mais alto rendimento representam apenas 4,23% da área colhida. Por outro lado, agupando-se os estratos de baixo e médio-baixo rendimento (total de 89 microrregiões) nota-se que respondem por 27,08% e apresentam produtividade inferior a 66 t/ha, ou seja, bem abaixo da média do país.⁸

8. No gráfico são destacadas as microrregiões com área acima de 1.000 ha, consideradas de pequeno porte para o etanol. Elas têm média de produtividade que, de fato, sugere que não devem constar da base de cálculo de estudos do setor sucroenergético – para outros fins, entretanto, tal produção tem grande relevância regional, como na cadeia produtiva da cachaça/rapadura/açúcar, casos em que se admitem produtividades mais baixas.

TABELA 1

Produção e produtividade nas microrregiões por faixa de rendimento médio

Abrangência e faixas de rendimento médio	Número	Área colhida (média das safras 2010-2013)		Produção (média das safras 2010/2013)		RM ¹
		(ha)	Brasil (%)	(t)	Brasil (%)	(t/ha)
Brasil – microrregiões produtoras (mais de 1.000 ha de área colhida)	237	9.644.644	100,00	735.159.396	100,00	76,28
Microrregiões produtoras com escala para etanol (mais de 2.000 ha de área e RM > 40 t/ha) ¹	173	9.414.710	97,62	724.038.136	98,49	76,90
Estrato inferior ²	30	626.422	6,65	31.894.127	4,41	50,91
Estrato médio-inferior ³	59	1.923.412	20,43	127.747.144	17,64	66,42
Estrato médio-superior ⁴	74	6.466.177	68,68	527.253.239	72,82	81,54
Estrato superior ⁵	10	398.700	4,23	37.143.626	5,13	93,16

Fonte: IBGE (2014).

Elaboração do autor.

Notas: ¹ RM = rendimento médio.² Estrato inferior: RM entre 40t/ha e 56,25 t/ha.³ Estrato médio-inferior: RM acima de 56,25 até 72,5 t/ha.⁴ Estrato médio-superior: RM acima de 72,5 t/ha até 88,8 t/ha.⁵ Estrato superior: RM acima de 88,8 t/ha.

A tabela 2 traz os resultados da extensão do exercício com valores de ganhos de produtividade estimados para as próximas safras, a partir de acréscimos de produtividade em relação à média Brasil e à média de cada grupo de rendimento antes definidos. A estimativa parte de premissas de curto prazo, pois trata de recuperar os padrões da safra 2008-2009. Estimativas para períodos longos devem considerar outras variáveis, como cenário macroeconômico, incentivos e mudanças tecnológicas. Nota-se na tabela que, mesmo com considerável aumento de produtividade no grupo de baixo rendimento agrícola, fazendo-o alcançar a média Brasil, ele seria marginal (5,03%) no montante produzido. Por outro lado, além de serem mais prováveis, os ganhos de produtividade de regiões especializadas (estratos médios e superior) impactariam fortemente a produção, dado que respondem por 90% da cana utilizada no setor sucroenergético.

TABELA 2

Possíveis impactos dos ganhos de produtividade na produção da cana em relação à média das safras 2010/2013

Faixas de rendimento médio	Aumento na produção como resposta a diferentes ganhos de rendimento médio		
	Até a média Brasil (76,90 t/ha)	20% acima da média Brasil (92,29 t/ha)	20% acima da média do grupo
Microrregiões produtoras	36.453.671	145.156.856	144.807.627
Estrato inferior	16.280.846	25.915.841	6.378.825
Estrato médio-inferior	20.172.825	49.756.818	25.549.429
Estrato médio-superior	0	69.484.197	105.450.648
Estrato superior	0	0	7.428.725
Todos os estratos (%)	5,03	20,05	20,00

Fonte: IBGE (2014).

Elaboração do autor.

A continuidade deste estudo deverá estimar ganhos adicionais com o aumento de palha e bagaço, com novos usos da cana e com o desenvolvimento de novas tecnologias. É desejável uma comparação entre os usos de biomassa da cana padrão atual, rica em açúcares, frente à cana rica em fibras (lignocelulose). A opção de maior ganho em fibra é estudada pelos laboratórios de P&D como uma nova possibilidade de cultivo que pode beneficiar não somente as regiões que atualmente produzem em larga escala, como também podendo ser alternativa mesmo para aquelas microrregiões com menor produtividade atualmente.

Partindo-se da expectativa de novos patamares de produtividade da cana (300 t/ha), em um horizonte de tempo mais demorado, fica a pergunta: quais seriam os arranjos produtivos e a forma de uso da matéria-prima (geração de energia elétrica ou produção de etanol e açúcar) mais indicados em cada faixa de produtividade e em cada microrregião apta?

3.1 Diversificação produtiva e novos desafios à agroindústria canavieira

O aproveitamento de resíduos e de novos derivados da cana tem grande importância para a agroindústria em questão, contribuindo para a competitividade de toda a cadeia produtiva. Dados da PIA/IBGE apontam que essa mudança vem ocorrendo de forma contínua e bastante considerável. Por exemplo, a contribuição de etanol combustível no valor bruto da produção (VBP) da cadeia, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae) – no do etanol, a Cnae 1931 passou de 96% do total para 89%. Significa que o setor destinou mais matéria-prima para outros produtos (etanol para usos farmacêuticos e domésticos, entre outros usos). O mesmo raciocínio é válido para coprodutos antes descartados, como o vinhoto (como fertilizante), a palha e o bagaço da cana (atualmente mais utilizados para geração elétrica).

A venda de energia elétrica a partir da queima do bagaço da cana talvez seja o exemplo de diversificação para a competitividade mais efetiva, recentemente, em razão da capacidade produtiva da cana. Essa geração é a terceira fonte de receitas da cadeia, sendo impulsionada a partir da regulamentação específica, no final da década de 1980 e 1990, mais recentemente reforçada por instrumentos de incentivo e pela contratação via atos mandatórios. Dados do Balanço Energético Nacional mostram que a disponibilização de energia elétrica das usinas, advinda da queima do bagaço da cana, saiu de 3,38% da geração primária para 15,15%, entre 1990 e 2013.⁹ Parte desse total é comercializado pelos produtores e parte destinada ao uso próprio. Com isso, a cogeração é um fator de ampliação da viabilidade econômica das 170 indústrias que comercializaram esse tipo de energia, em 2014. Em um cenário de grande aumento de produtividade da matéria-prima (cana açúcar e cana fibra), há de se analisar se a separação das cadeias de etanol e açúcar e da biomassa energética deve ser fomentada ou não pelo poder público.

Nos últimos anos o governo federal, dentro do Plano Decenal de Energia, de ações da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e do Ministério de Minas e Energia (MME), tem ampliado medidas de apoio à comercialização de energia nessa modalidade. Há estimativas do setor produtivo de que entre um terço e 50% do bagaço e da palha deixados na lavoura podem ser utilizados para geração elétrica, sem prejuízos ao solo. Isto poderia triplicar a oferta atual dessa fonte, cuja contribuição para a geração de energia elétrica é considerada no Plano de Desenvolvimento Energético (PDE 2023), no grupo biomassas. Porém, não estão claros, no plano, os parâmetros técnicos, econômicos e os critérios de definição das quantidades estimadas de disponibilidade de venda, além do consumo próprio.

O alcance do horizonte de produtividade elevada da cana, em torno de 300 t/ha, alcançado apenas em escala laboratorial é, ao mesmo tempo, uma perspectiva e um dos grandes desafios que mobiliza pesquisadores e produtores de etanol de primeira e de segunda geração. Ainda que tal rendimento seja de alcance improvável em larga escala, no curto prazo, pesquisas nessa e em outras linhas têm sido essenciais na promoção de avanços de produtividade. Na atualidade, em razão das disparidades apresentadas, os esforços podem ser direcionados para as regiões de maior dificuldade climática e de unidades de produção com atrasos tecnológicos, para todas as faixas de rendimento médio.

Um exemplo de atrasos que inibem a redução das disparidades produtivas, para além dos laboratórios, é a grande demora entre a disponibilização de cultivares e a adoção do seu uso ou adaptação de técnicas para o cultivo. Mesmo trazendo ganhos significativos de produtividade, a adoção de novos cultivares leva até doze anos depois de testados junto aos produtores. Mais uma vez ressalta-se a necessidade de estímulo à adoção das tecnologias já disponíveis, sabendo-se que crédito em condições razoáveis, a assistência técnica, as perspectivas de remuneração, entre outros aspectos de desenvolvimento produtivo são essenciais para tal propósito.

9. Para mais informações a respeito de quantidades e formas de uso da energia do bagaço, ver: <www.mme.gov.br/publicações/ben> e <www.aneel.gov.br>.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto antes, entre 1975 e 2014, o rendimento médio da produção de etanol equivalente por área plantada mais que triplicou desde 1975, saindo de 2,024 mil l/ha para 7,105 mil l/ha. Embora sem o devido aprofundamento sobre as razões das disparidades produtivas na etapa agrícola, vale destacar que ela manifesta-se fortemente entre as 173 microrregiões produtoras de cana em escala industrial do etanol. As regiões de mais baixo rendimento, de acordo com o critério adotado, respondem por 4,41% da produção, ante 90,46% das regiões de média produtividade e 5,13% daquelas de mais alta produtividade. Mesmo sem considerar as possíveis rupturas capazes de grande salto de produtividade, os dados sugerem a necessidade de distintas medidas de apoio, conforme cada realidade, com especial atenção para as microrregiões de rendimento inferior e médio inferior, que representam 27% da área colhida (22% da produção) na média 2010-2013.

As trajetórias de produção e de rendimento físico evidenciam que os produtores priorizam fatores de produção (neste caso estudado, mais terra do que tecnologia), não necessariamente pautados em ganhos significativos de produtividade. Tal fato pode indicar a necessidade de revisão dos estímulos e direcionamentos de ações do poder público para a promoção da produtividade. Estímulos à adoção de melhores técnicas de produção podem ser direcionados para regiões e produtores cujas lavouras apresentam produtividade abaixo da média municipal ou microrregional, além daquelas com baixos IAV e ICV. Como evidenciado ao longo do trabalho, os impactos na oferta de matéria-prima seriam maiores, porém, com ganhos de produtividade agrícola na faixa em que se encontram os melhores rendimentos por área colhida.

Entre as questões para aprofundamentos, no contexto de políticas públicas, estão: a identificação dos limites em que a baixa produtividade física pode inviabilizar a produção, o que poderia reorientar outros usos do solo em regiões de mais baixa produtividade; estudo da relação entre a trajetória da produtividade do trabalho e da produtividade total dos fatores diante da produtividade física nesta cadeia agroindustrial; estudos sobre as mudanças na concepção do apoio à P&D e inovação, com o advento de medidas como o Paiss; e o aperfeiçoamento das estimativas da produção da cana na cadeia sucroenergética.

REFERÊNCIAS

- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **O futuro do setor sucroenergético e o papel do BNDES**. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL; CEPAL – COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: BNDES, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção e Agroenergia. Embrapa Informação Tecnológica. **Plano Nacional de Agroenergia (PNA) 2006-2011**. 2. ed. rev. Brasília: Mapa; Embrapa, 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>.
- _____. _____. **Anuário Estatístico de Agroenergia 2012**. Brasília: Mapa, 2013.
- _____. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano decenal de energia 2023**. Brasília: MME/EPE, 2014.
- BRESSAN FILHO, Â. **Os fundamentos da crise do setor sucroalcooleiro no Brasil**. Brasília: Conab; Mapa, 2010.
- CARVALHO, C. P. **Análise da reestruturação produtiva da agroindústria sucroalcooleira**. Maceió: Edufal, 2009.
- CONSECANA – CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Instruções**. 5. ed. Piracicaba: Consecana, 2006.
- CTC – CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Censo varietal e de produtividade em 2012**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/HsNV1i>>.
- FREITAS, R. E. Produtividade agrícola no Brasil. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Orgs). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Brasília: ABDI; Ipea, 2014. v. 1, c. 12, p. 373-409.

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Anual (PIA)**. [S.l.]: [s.d.]. Disponível em: <www.ibge.gov.br/sidra>. Acesso em: 10 jan. 2015.
- _____. **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) 2013**. [S.l.]: IBGE, 2014. Disponível em: <www.ibge.gov.br/sidra>. Acesso em: 10 jan. 2015.
- JANK, M. S.; NAPPO, M. Etanol de cana-de-açúcar. Uma solução energética global sob ataque. *In*: ABRAMOVAY, R. (Org.). **Biocombustíveis: a energia da controvérsia**. São Paulo: Senac, 2009. p. 19-57.
- MARSCHALL, C. R.; RISSARD JÚNIOR, D. J.; LIMA, D. P. O pensamento diretivo das cooperativas da agroindústria canavieira do Paraná à guisa da nova economia institucional. *In*: SHIKIDA, P. F. A.; STADUTO, J. A. R. (Orgs.). **Agroindústria canavieira no Paraná: análises, discussões e tendências**. Cascavel: Coluna do Saber, 2005. 168p.
- NASTARY, P. **Avaliação e perspectivas do setor sucroenergético**. Texto apresentado na Câmara Setorial de Açúcar e Álcool do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/ZB6IEK>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- NYKO, D. *et al.* A evolução das tecnologias agrícolas do setor sucroenergético: estagnação passageira ou crise estrutural? **Bioenergia BNDES Setorial**, v. 37, p. 399-442, mar. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/fpglU3>>.
- OLIVEIRA, M. D. M.; NACHILUK, K. Custo de produção de cana-de-açúcar nos diferentes sistemas de produção nas regiões do estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 41, n. 1, jan. 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/cLULHr>>.
- PEREIRA, B. A. **Agroindústria canavieira: uma análise sobre o uso da água na produção sucroalcooleira**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/CBD5bq>>.
- RAMOS, P. Financiamentos subsidiados e dívidas de usineiros no Brasil: uma história secular e atual? **Revista História Econômica & História de Empresas**, v. 14, n. 2, p. 7-32, 2012.
- RAMOS, P.; SZMRECSÁNYI, T. J. M. K. Evolução histórica dos grupos empresariais da agroindústria canavieira paulista. **História Econômica & História de Empresas**, v. 5, n. 1, p. 85-115, 2002.
- SANTOS, G. R. **Energias renováveis no Brasil: desafios de pesquisa e caracterização do financiamento público**. Rio de Janeiro: Ipea, 2015. (Texto para Discussão, n. 2047).
- SANTOS, G. R.; CALDEIRA, V. C. **Análise do programa de subvenção da produção de cana-de-açúcar no Brasil: safras de 2008/2009 a 2010/2011**. Brasília: Ipea, 2014. (Nota Técnica Ipea, n. 19/2014). Disponível em: <<http://goo.gl/J2PrMH>>.
- SOUSA, E. L.; MACEDO, I. C. (Orgs.). **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Unica, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/L69iqn>>.
- VIAN, C. E. F. **Agroindústria canavieira: estratégias competitivas e modernização**. Campinas: Átomo, 2003.
- VON DER WEID, J. M. Agrocombustíveis: solução ou problema? *In*: ABRAMOVAY, R. (Org.). **Biocombustíveis: a energia da controvérsia**. São Paulo: Senac, 2009. p. 99-142.

VARIAÇÕES NO PREÇO DO ETANOL EM COMPARAÇÃO AO PREÇO DA GASOLINA: UMA ANÁLISE DA RESPOSTA DO CONSUMIDOR

João Gabriel de Moraes Souza¹
Fabiano Mezadre Pompermayer²

1 INTRODUÇÃO

As variabilidades no fornecimento da principal matéria-prima para a indústria do século XX, o petróleo, aliadas aos efeitos nocivos ao meio ambiente, despertam a preocupação dos governos em âmbito mundial. Nesse contexto, surgiram diversas soluções energéticas que poderiam substituir o consumo de petróleo e que agrediriam com menor intensidade o meio ambiente. Essas mudanças tiveram forte impacto nos parâmetros da demanda de combustíveis.

O governo brasileiro reagiu a esse movimento criando o Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que representou uma experiência única de substituição de derivados de petróleo no segmento de transportes (Hira e Oliveira, 2009; Coelho *et al.*, 2006). Conforme Losekann e Vilela (2010), o Proálcool, instituído em 1975 como parte de um conjunto de políticas, visava mitigar o impacto da primeira crise do petróleo. Na primeira fase do programa, o etanol era utilizado apenas como aditivo misturado à gasolina. A partir de 1979, porém, ano do segundo choque nos preços do petróleo, foram introduzidos os automóveis a etanol, que se difundiram rapidamente.

Com a queda dos preços do petróleo, na segunda metade da década de 1980, o consumidor brasileiro perdeu o interesse nos veículos a etanol, que gradativamente perderam participação durante a década de 1990. Com a introdução da tecnologia *flex* no Brasil, no início de década passada (de 2003 em diante), a dinâmica do mercado de combustíveis automotores no país sofreu significativas mudanças, uma vez que esses veículos possibilitam a utilização de gasolina, álcool ou uma mistura dos dois combustíveis. Atualmente, os proprietários dos veículos que possuem tecnologia *flex* podem escolher o combustível a utilizar conforme a relação de preços do etanol e o da gasolina. Conforme os dados fornecidos pelo Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), em 2015, os carros *flex* representavam 88,2% dos veículos leves novos. Estima-se que os veículos bicompostíveis já representem 67% da frota (Datagro, [s.d.]).

Este artigo visa estudar, de forma analítica, o comportamento do consumidor brasileiro em relação aos movimentos dos preços do etanol hidratado e da gasolina nas principais unidades da federação. Para tanto, o artigo utilizará metodologia descritiva sobre a evolução dos percentuais de preços do etanol em relação à gasolina e comparando com a participação (*marketshare*) do consumo do etanol em veículos leves.

De forma geral, pode-se observar que quando o percentual do preço de etanol em relação ao da gasolina se eleva, naturalmente o consumo interno de etanol diminui. Com o advento da tecnologia *flex*, ou seja, da possibilidade de o consumidor substituir o combustível derivado do petróleo por etanol, sem a necessidade de alterar seu veículo, o efeito substituição das fontes de energia automotivas tornou-se algo rotineiro. Essa análise inicial pode ser constatada no decorrer deste trabalho.

A estrutura deste artigo contempla três seções além desta introdução. A seção 2 fornece uma análise sobre a evolução da produção do etanol e da entrada dos veículos biocombustíveis na frota de veículos automotores no Brasil. Na seção 3 far-se-á uma análise descritiva do percentual de preços e sua relação com a participação relativa do consumo dos principais combustíveis automotores (etanol e gasolina). Por último, a seção 4 sumará as considerações finais deste trabalho.

1. Bolsista na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

2. Técnico de Planejamento e Pesquisa na Diset do Ipea.

Segundo Castro (2012), a alíquota do ICMS cobrado sobre o combustível etanol varia entre 10% e 30%. Para o autor, o imposto estadual cobrado sobre o etanol representa uma parcela significativa do preço final do produto em cada região. Ainda nesse contexto, nos estados de São Paulo, Paraná, Bahia, Goiás e, mais recentemente, Minas Gerais, a incidência de impostos sobre o etanol é menor, o que propicia preços mais favoráveis para o consumidor.

Conforme ressalta Costa e Guilhoto (2009), as alíquotas de ICMS sobre o etanol no estado de Goiás, em 2006, e no estado do Rio de Janeiro, em 2004, sofreram reduções de 25% para 15% e de 30% para 24%, respectivamente. Para os autores, essas reduções geraram um aumento de 50% no consumo de etanol nesses estados.

Nessa mesma ideia dos autores antes elencados, pode-se observar que a região Norte possui pouca demanda por combustíveis que não sejam de origem petrolífera. Percebe-se que o consumo do etanol hidratado na região Norte é baixo em relação ao combustível derivado do petróleo (gasolina). Essa relação foi observada por Losekann e Castro (2011).

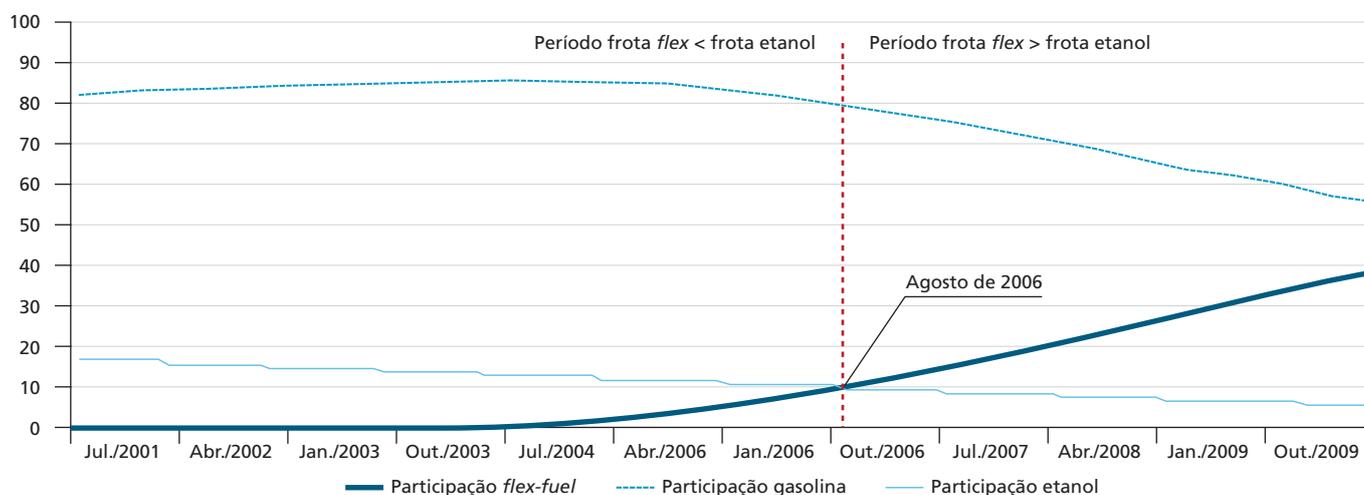
Em continuação à análise exposta, pode-se observar que a relação etanol e gasolina para os estados produtores de etanol, como São Paulo, é diferente do que a apresentada na região Norte. Para o estado de São Paulo a relação de consumo do etanol *versus* gasolina é bastante próxima, ao contrário do que foi observado na região Norte. Além disso, como apresentou Castro (2012), a incidência de alíquotas mais brandas de ICMS atenua os preços do etanol, tornando-o mais atrativo e, conseqüentemente, com aumento de sua participação no consumo de combustíveis.

2.3 Evolução da frota do ciclo de Otto³ no Brasil

A partir de meados de 2003 teve início a inserção da tecnologia de motores bicomcombustíveis no Brasil. Souza (2010) afirma que, a partir de 2004, os efeitos da inserção do veículo *flex-fuel* na frota brasileira são observados pela queda dos veículos somente a gasolina e pelo o aumento dos veículos biocombustíveis. Ainda conforme o autor, os veículos *flex* ganharam praticamente todo o mercado de automóveis novos, a partir de 2006, e permitiram o consumidor arbitrar entre etanol e gasolina. Essa arbitragem provavelmente altera a magnitude da elasticidade cruzada da demanda de gasolina em relação ao preço do álcool (Souza, 2010). O gráfico 1 apresenta a evolução da frota nacional de veículos leves, por tipo de combustível.

GRÁFICO 1

Distribuição da frota do ciclo de Otto por combustível
(Em %)



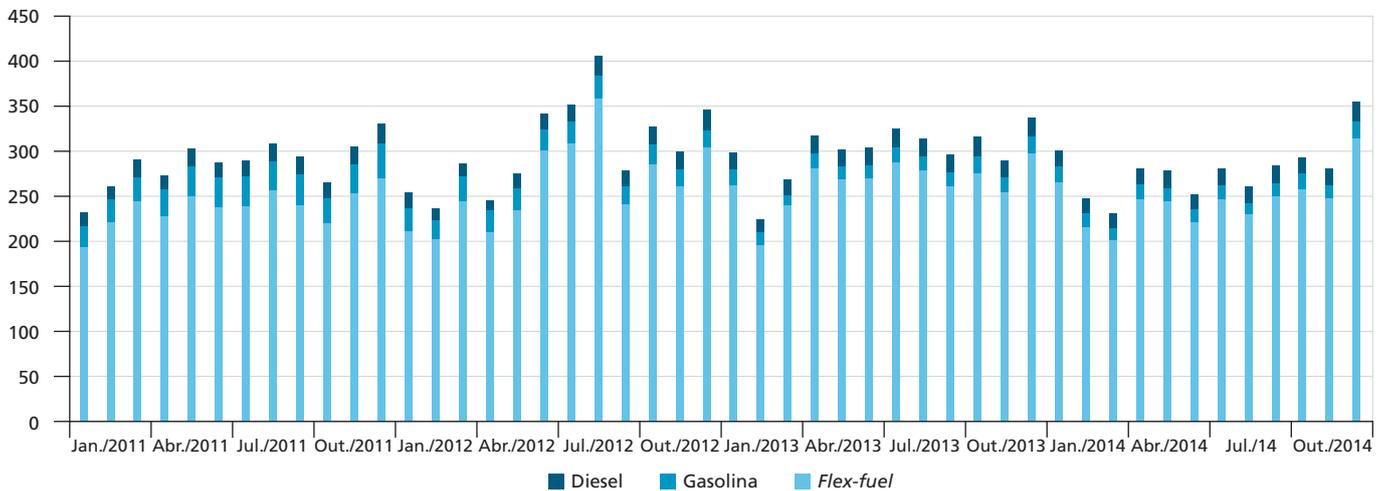
Fonte: Anfavea.
Elaboração de Souza (2010).

3. Ciclo de Otto é um ciclo termodinâmico que idealiza o funcionamento de motores de combustão interna de ignição por centelha. Motores com este tipo de ciclo equipam os automóveis de passeio movidos à gasolina e etanol no Brasil. Neste contexto, os veículos movidos a diesel não fazem parte da análise.

O gráfico 2 apresenta a evolução do licenciamento dos veículos biocombustíveis em relação às demais fontes de combustíveis. Assim, como afirma Souza (2010), pode-se observar que o volume de veículos *flex* representa a maior parte dos novos veículos leves licenciados.

GRÁFICO 2

Licenciamento total de automóveis e comerciais leves por combustível
(Em milhares)



Fonte: Anfavea.
Elaboração dos autores.

3 ANÁLISE DESCRITIVA DOS PREÇOS E DO CONSUMO DE ETANOL E GASOLINA

Esta seção realiza uma análise descritiva e comparativa do movimento da relação de preços etanol/gasolina com o *marketshare* da quantidade consumida de etanol nas cinco regiões brasileiras. O objetivo é demonstrar a relação de preço etanol/gasolina comparada com a quantidade consumida de etanol em cada região brasileira, apontando suas peculiaridades e tendências nas relações mencionadas.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram extraídos das bases de dados históricas do *site* da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), envolvendo os dados de preço de combustíveis, do etanol hidratado e da gasolina comum, bem como as quantidades vendidas de etanol hidratado e de gasolina comum. Os valores contemplam o período de julho de 2001 a março de 2015. Vale ressaltar que os dados de preços foram obtidos por amostragem.

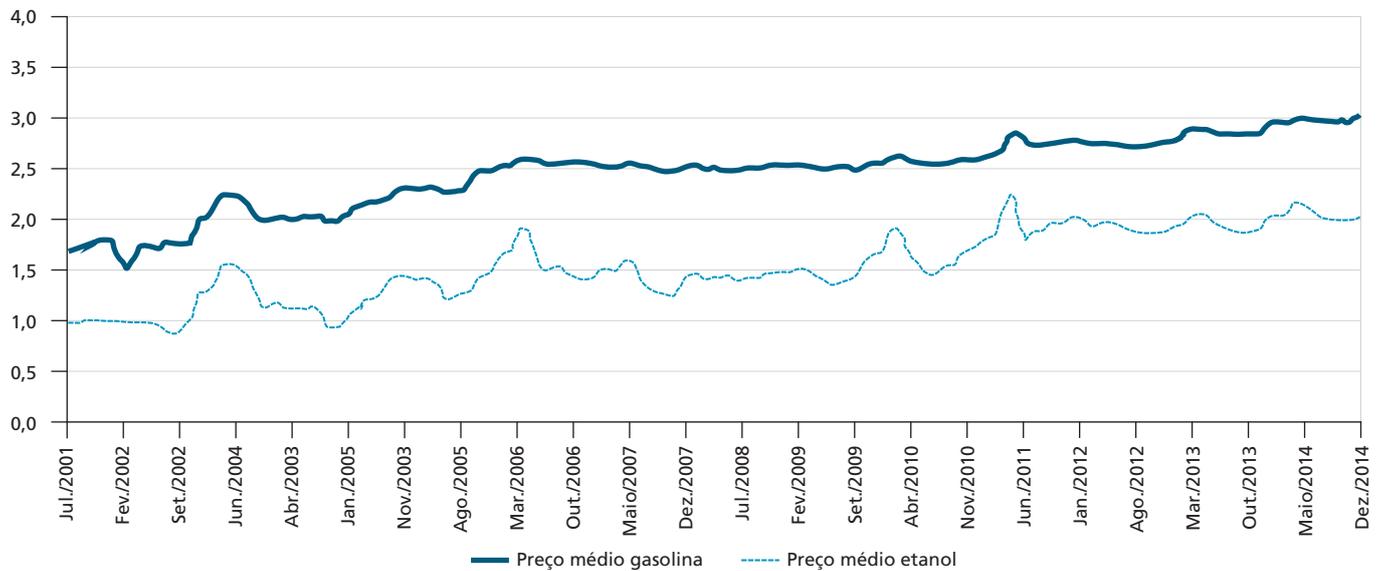
Pode-se observar que, até meados 2006, quando havia ainda poucos carros bicombustíveis no Brasil, os preços do etanol estavam um pouco abaixo do preço da gasolina. De 2006 a 2010 houve fomento à produção de etanol, com os preços da gasolina em patamares altos historicamente, viabilizando a produção do etanol e sua venda a preços relativamente mais baixos (em relação à gasolina) que anteriormente. Isto propiciou o aumento do consumo de etanol hidratado.

Em contrapartida, a partir de 2010, os preços de etanol sobem em comparação aos preços de gasolina (que ficaram relativamente estáveis, todavia ainda em patamares elevados). O motivo da subida pode ter sido o maior retorno propiciado pelo açúcar no mercado internacional, reduzindo a produção de etanol hidratado como combustível. O consumo de etanol cai e estabiliza-se. Já o consumo de gasolina aumenta a taxas maiores que nos períodos anteriores.

O gráfico 3 apresenta a comparação entre o preço da gasolina comum e o preço do etanol hidratado. Pode-se observar que as taxas de crescimento (percebida pela angulação das curvas) do etanol são maiores que as taxas de crescimento do preço da gasolina, apesar de esses últimos serem maiores que os preços do etanol em valores absolutos.

GRÁFICO 3

Comparação de preços da gasolina e do etanol no Brasil
(Em R\$/l)

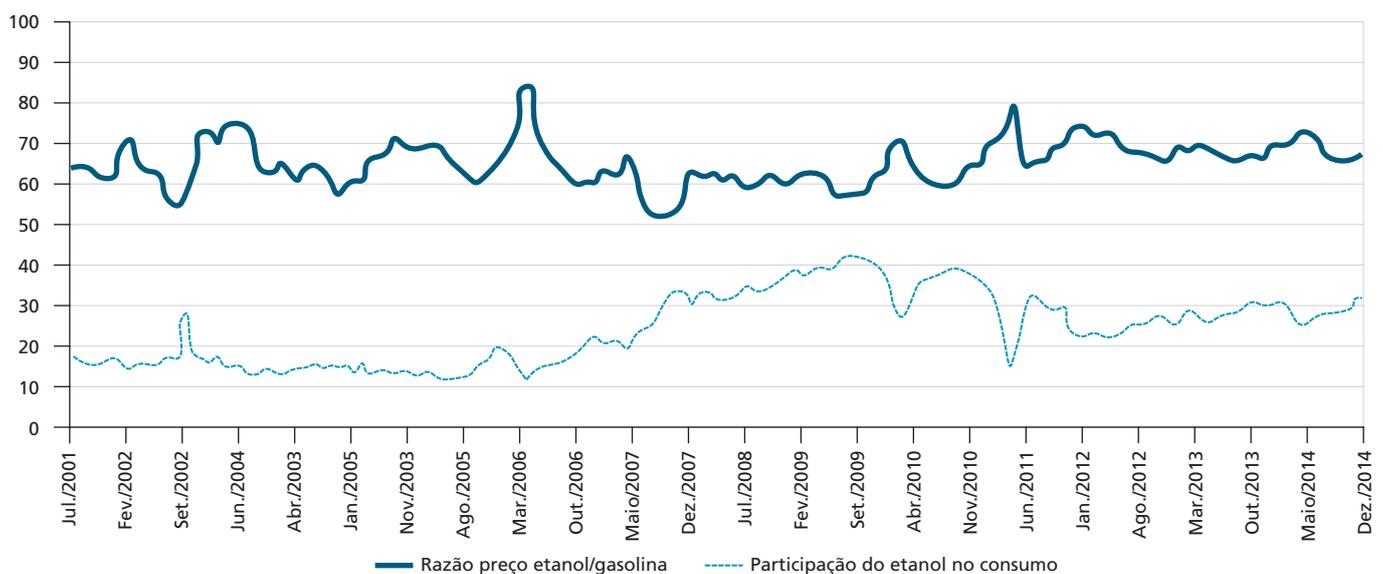


Fonte: ANP.
Elaboração dos autores.

Segundo Castro (2012), a produção de etanol concentra-se nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Como observa-se nos gráficos 4 e 5, a participação do consumo de etanol nessas regiões atinge valores cerca de 40% do consumo total de etanol hidratado e gasolina comum. Nesses gráficos também pode ser observado que a relação entre o preço do etanol e o da gasolina atinge patamares mais baixos. No Centro-Oeste (gráfico 4) a relação preço etanol/preço da gasolina chega a marcar 52%, enquanto que no Sudeste (gráfico 5) a relação de preços chega a atingir 43%. Ou seja, há uma tendência de menores preços e maior consumo do etanol nas proximidades das áreas produtoras.

GRÁFICO 4

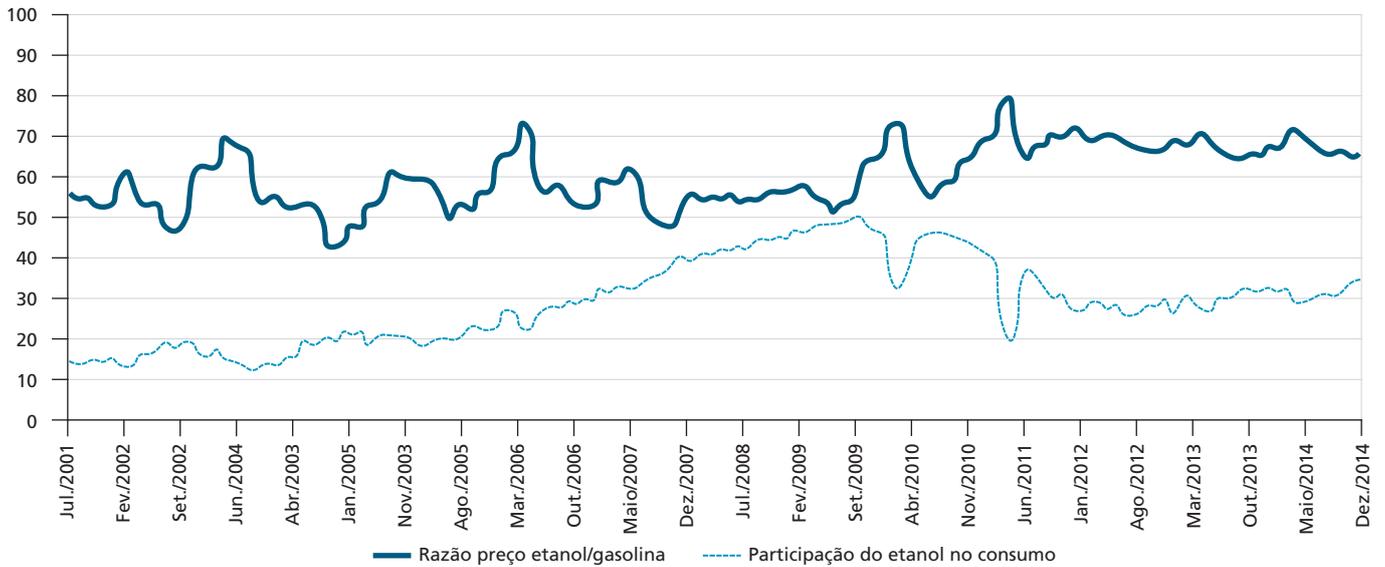
Comparação entre o preço relativo do etanol e da gasolina com a *marketshare* do etanol na região Centro-Oeste
(Em %)



Fonte: ANP.
Elaboração dos autores.

GRÁFICO 5

Comparação entre o preço relativo do etanol e da gasolina com o *marketshare* do etanol na região Sudeste (Em %)



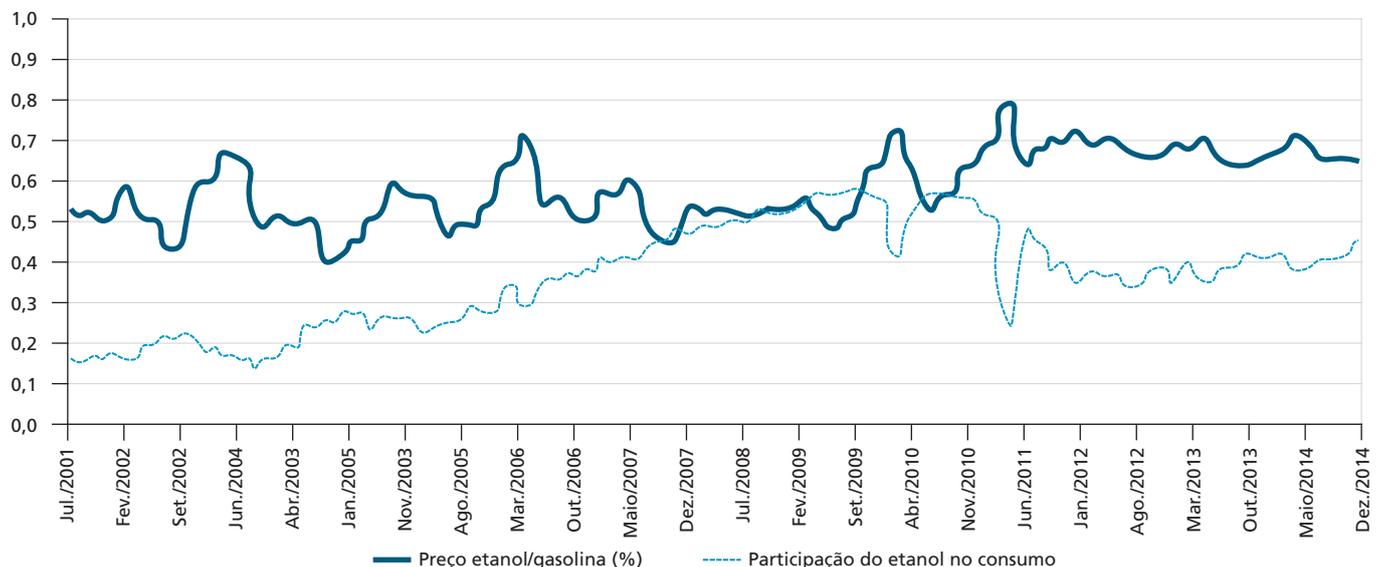
Fonte: ANP.
Elaboração dos autores.

Para esses estados pode-se observar o poder do efeito substituição do consumo de combustíveis automotores para o consumidor. Observa-se pelos gráficos 4 e 5 que o consumidor, pela alta produção de etanol nessas regiões, possui maior poder de barganha, podendo reduzir seus dispêndios em razão dos menores preços de combustíveis.

Assim como o encontrado por Souza (2010), a relação preço do etanol/preço da gasolina foi menor no estado de São Paulo, o que indica que, como nesse estado a produção é maior (figura 1), o consumidor de combustíveis possui maior poder de barganha sobre esses produtos. Como observa-se no gráfico 6, o consumo de etanol atinge patamares elevados (58% do consumo de gasolina e etanol somados) e a relação preço do etanol/preço da gasolina assume patamares baixos (próximos de 45%).

GRÁFICO 6

Comparação entre o preço relativo do etanol e da gasolina com o *marketshare* do etanol no estado de São Paulo (Em %)



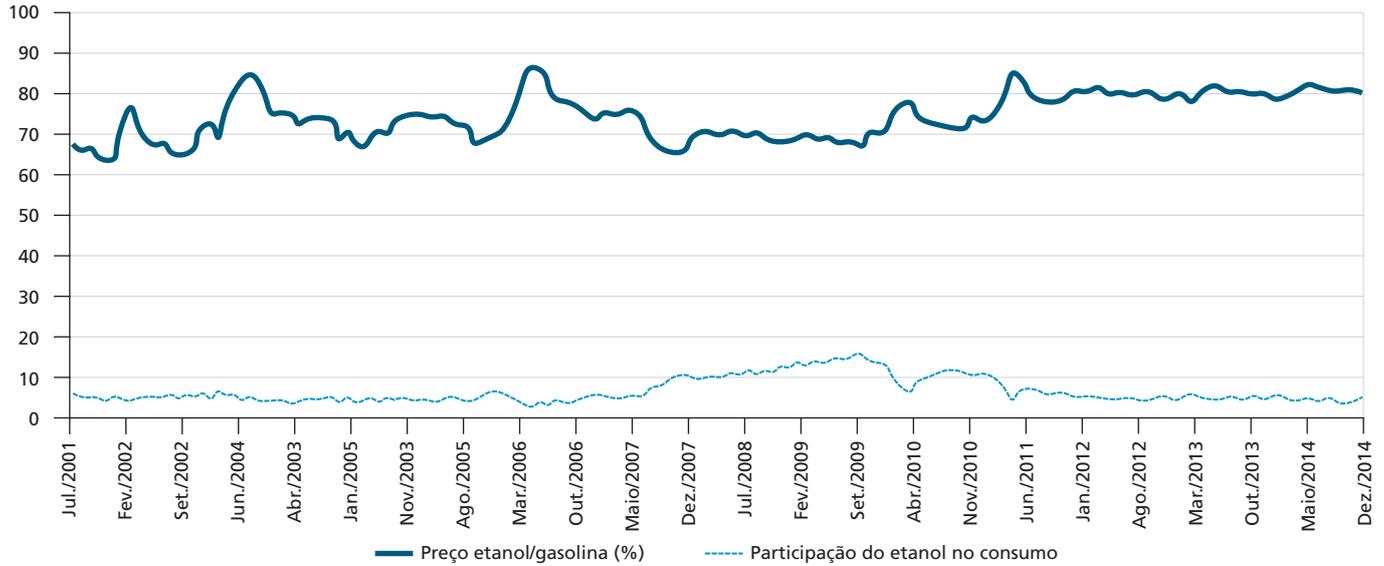
Fonte: ANP.
Elaboração dos autores.

Conforme salientam Castro (2012) e Losekann e Castro (2011), a região Norte foi a que demonstrou a menor influência do etanol no consumo de combustíveis automotores. Nessa região a relação preço do etanol/preço da gasolina mostrou-se alta, ou seja, os consumidores possuem pouco poder de barganha na seleção dos combustíveis a serem utilizados em seus veículos. O consumo de etanol nessa região mostrou-se pequeno e pouco significativo, atingindo o pico de 16% do consumo de etanol e da gasolina somados, no período da análise. O gráfico 7 ilustra essa argumentação.

GRÁFICO 7

Comparação entre o preço relativo do etanol e da gasolina com o *marketshare* do etanol na região Norte

(Em %)



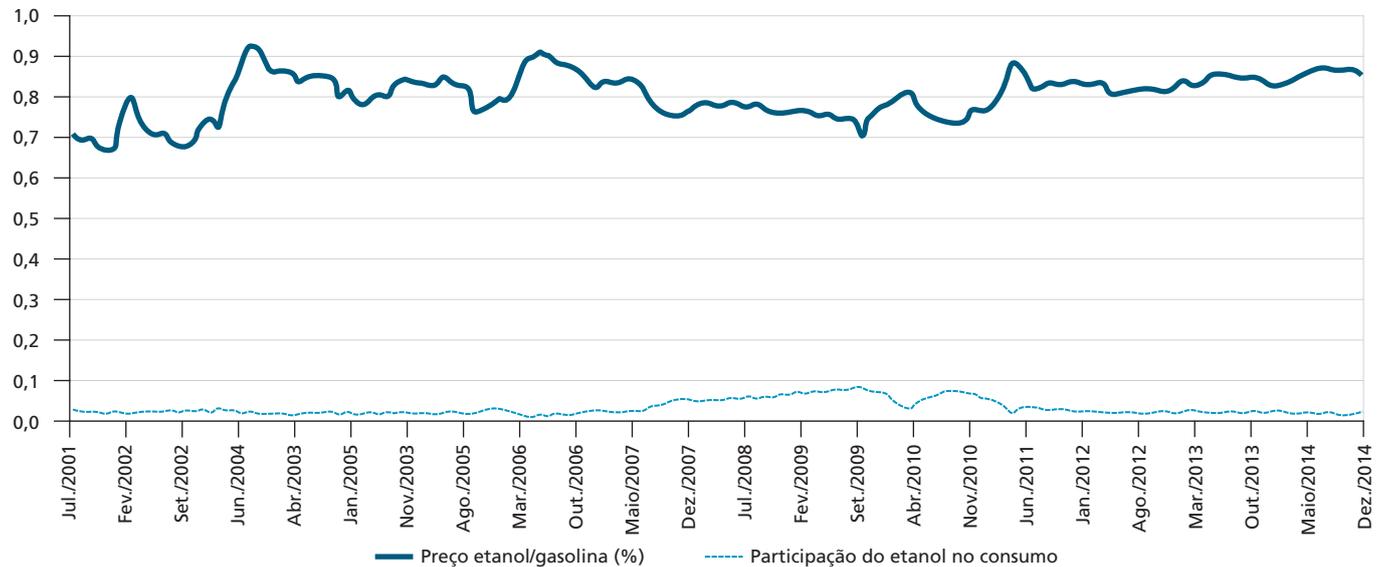
Fonte: ANP.
Elaboração dos autores.

Nessa região destaca-se o estado do Pará, onde o *marketshare* do consumo de etanol chega apenas a 10% em seu pico, e a relação preço do etanol/preço da gasolina chega a 66% em seu vale (gráfico 8).

GRÁFICO 8

Comparação entre o preço relativo do etanol e da gasolina com o *marketshare* do etanol no estado do Pará

(Em %)



Fonte: ANP.
Elaboração dos autores.

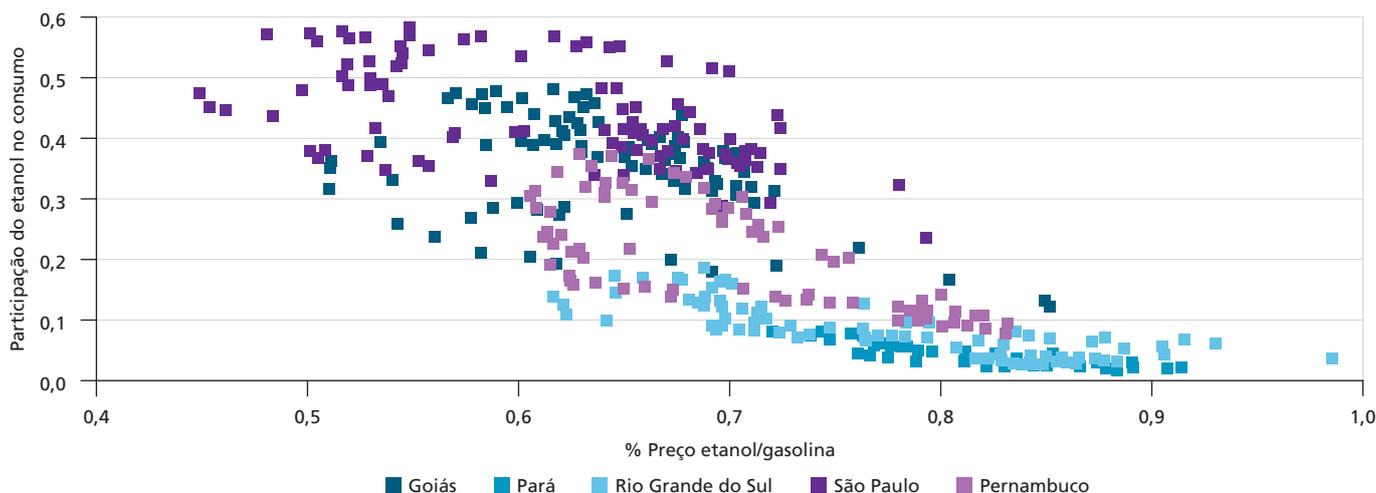
Para as regiões Nordeste e Sul os resultados encontrados foram parecidos. A relação de preço entre os combustíveis foi de 59% enquanto que o *marketshare* do consumo do etanol ficou na casa de 32% para região Sul e 30% para a região Nordeste.

A seguir apresenta-se o gráfico 9, que sintetiza o raciocínio demonstrado anteriormente. Pode-se observar que nos estados de São Paulo e Goiás, onde encontra-se a maior produção de cana-de-açúcar, o consumidor tende a substituir de forma mais rápida os combustíveis etanol e gasolina. Porém, em estados onde a produção de cana-de-açúcar é menor, os consumidores relutam mais em adotar o biocombustível (Pará e Rio Grande do Sul). Essa constatação indica que o poder de substituição dos consumidores varia ao longo do território brasileiro devido à capacidade informacional do consumidor próximo e distante das regiões produtoras.

Por exemplo, observa-se que no estado de São Paulo, quando o preço relativo do etanol atinge 72%, a participação do etanol no consumo atinge 44%. Já para o estado do Pará, quando o preço relativo atinge 72%, a participação do etanol no consumo atinge apenas 8%. De forma semelhante, quando a relação entre os preços dos combustíveis ficou em torno de 65%, a participação do etanol no consumo não passou de 20% no Rio Grande do Sul. Nesse patamar de preços, a penetração do etanol em Pernambuco chegou a 37%, a 48% em Goiás e a 55% em São Paulo.

GRÁFICO 9

Comparação entre o preço relativo do etanol e da gasolina com o *marketshare* no Brasil por estado – observações mensais (jan./2006-dez./2014)
(Em %)



Fonte: ANP.
Elaboração dos autores.

Uma das possíveis explicações para tão diferentes comportamentos do consumidor é que, pela oferta de etanol ser mais restrita nos estados não produtores, o consumidor não fique atento às diferenças de preços. Adicionalmente, como os patamares mais baixos da relação de preços entre os combustíveis ocorrem apenas em alguns meses nos estados não produtores, não haveria tempo suficiente para os consumidores perceberem a vantagem em usar o etanol e alterarem seu consumo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo objetivou analisar de forma descritiva a reação do consumidor de combustíveis automotivos frente à variação de preços relativos do etanol e da gasolina e a participação do etanol na matriz energética de carros *flex* (*marketshare* do etanol).

Observou-se que a resposta do consumidor sobre a variação do preço relativo do etanol em comparação com o preço da gasolina varia ao longo das unidades federativas do país. Em estados em que a produção do

etanol é significativa, a resposta dos consumidores frente às variações de preço relativo foi mais impactante e mais rápida em comparação à resposta dos consumidores em estados em que a produção do etanol possui pouca significância. Isso indica que, nos estados em que a produção é maior, o consumidor possui maior percepção de mudanças nos preços relativos, isto é, maior qualidade informacional, como no caso do estado de São Paulo, exercendo seu poder de barganha. Já para estados em que a produção é pífia ou inexistente, como no caso do Pará, o poder de barganha e a informação do investidor em relação às alterações dos preços relativos parecem ser menores. Os resultados apontam também para uma possível capacidade reduzida de armazenagem do etanol ou ainda menor disponibilidade de bombas de abastecimento nos postos em estados cuja produção de etanol é pequena ou inexistente.

Tais resultados têm repercussão direta na avaliação das elasticidades cruzadas entre os dois combustíveis, bem como na definição de políticas públicas de fomento aos biocombustíveis e de eficiência energética. Para recomendações de trabalhos futuros, sugere-se uma maior investigação teórica e empírica sobre a percepção dos investidores em relação às mudanças dos preços relativos e da participação do consumo de etanol. Em especial, sugere-se a utilização de modelos de quebra estrutural para determinação dos movimentos que geraram efeitos estruturais nas séries de preços relativos e de participação no consumo do etanol.

REFERÊNCIAS

- CASTRO, G. R. **Modelo de previsão de demanda por combustíveis automotivos no Brasil**. 2012. Monografia (Bacharelado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <www.ufrj.br>. Acesso em: 28 maio 2015.
- COELHO, S. *et al.* Brazilian sugarcane ethanol: lessons learned. **Energy for sustainable development**, v. 10, n. 2, 2006.
- COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. M. **Influência do ICMS do etanol na economia do Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2009. Disponível em: <www.cchla.ufrn.br>. Acesso em: 28 maio 2015.
- DATAGRO. **Estimativa da frota de veículos de ciclo Otto no Brasil**. Relatório técnico. [S.l.]: [s.d.]. Disponível em: <http://goo.gl/ydJkNo>. Acesso em: 28 maio 2015.
- HIRA, A.; OLIVEIRA, E. L. G. No substitute for oil? How Brazil developed its ethanol industry. **Energy Policy**, v. 37, p. 2450-2456, 2009.
- LOSEKANN, L.; CASTRO, G. R. **Modelo de previsão de demanda por combustíveis no Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 6., 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2011.
- LOSEKANN, L.; VILELA, T. Estimativa da frota brasileira de automóveis *flex* e a nova dinâmica do consumo de etanol no Brasil a partir de 2003. **Infopetro**, 26 jul. 2010. Disponível em: <https://goo.gl/w3VoV0>.
- SOUZA, A. N. **Estudo das demandas de etanol e gasolina no Brasil no período 2001-2009**. 2010. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Ipea

Revisão

Editorar Multimídia

Editoração

Editorar Multimídia

Capa

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3315 5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

