

18

AGROENERGIA

Frederico Ozanan Machado Durães¹
Bruno dos Santos Alves Figueiredo Brasil²
Esdras Sundfeld³
Maurício Antônio Lopes⁴

18.1 Agricultura brasileira no século XXI

“O futuro é Bio e o século XXI será o século da biomassa” (DURÃES, 2013) para a produção de alimentos, energia e químicos renováveis. Considerando essa lógica, sobretudo em áreas tropicais, uma biorrefinaria competitiva requer matérias-primas, processos de conversão e tecnologias para novos produtos como elementos-chave para os negócios de base tecnológica. A biomassa vegetal é a fonte primária de carboidratos estruturais, não estruturais e óleos, que são alimentos, energia e potenciais matérias-primas para a química verde, a exemplo da química de biocombustíveis, alcoolquímica, oleoquímica e termoquímica e derivados.

A dinâmica do mercado de inovação e a evolução dos arranjos produtivos e do abastecimento de bens e serviços colocam para o mundo moderno, sobretudo para os países na faixa territorial tropical, uma oportunidade ímpar de utilização de recursos naturais para promoção do seu desenvolvimento econômico e social. Esses fundamentos permitiram ao Brasil construir, principalmente nos últimos 40 anos, uma agropecuária competitiva, com base em ciência, dados e evidências,

1 Pesquisador da Embrapa.

2 Pesquisador da Embrapa.

3 Pesquisador da Embrapa.

4 Pesquisador e ex-Presidente da Embrapa.

viabilizando sua inserção no mercado global como importante produtor e provedor de alimentos.

Superadas as consequências culturais, econômicas e sociais herdadas desde a famosa frase de Pero Vaz de Caminha “em se plantando tudo dá” e dos períodos históricos dos “ciclos econômicos” de exploração de atividades vegetais, pecuárias e minerais, o Brasil desenvolve competências para robustecer a ideia de que produzir e distribuir alimentos, bioenergia e fibras depende de práticas de baixo impacto; e nessa direção o país toma medidas e promove ações, nas áreas públicas e privadas, para reorganizar sua matriz energética, com participação crescente da biomassa.

O tema agroenergia está assentado em uma área ampla de conhecimento e empreendedorismo e, conceitualmente, define a forma de administrar o negócio agrícola para a conversão de energia de biomassa, de fonte primária solar - que possibilita a produção de energia química a partir da fotossíntese por organismos biológicos clorofilados -, em outras formas de energia (DURÃES, 2009). Como um país continental e tropical, o Brasil tem um grande potencial de produção e usos de energia de biomassa. As áreas tropicais têm vantagem comparativa em relação às temperadas devido à intensidade e sazonalidade da incidência de radiação solar, o que favorece o aproveitamento do processo de fotossíntese.

As plataformas energéticas estão desenhadas para extrapolar o âmbito da produção agropecuária, incorporando inovações em toda a cadeia produtiva, contemplando aspectos ligados à agroindustrialização, aos processos de conversão de matéria-prima em produtos energéticos, às questões de gestão e logística, impactos socioeconômicos e ambientais, cenários futuros mundiais da produção e do comércio, monitorando, inclusive, o desenvolvimento da pesquisa ligada às tecnologias complementares ou concorrentes com as que forem desenvolvidas no país.

Os setores público e privado têm duas perspectivas principais para a agroenergia nos próximos anos: uma, centrada na diversidade e no volume dos recursos que o país tem para sua execução, e outra, na visão incremental, ou mesmo disruptiva, de novas rotas tecnológicas. Com isso, o Brasil define claramente seu potencial biológico e industrial e busca na biodiversidade seus componentes biológicos e nos processos de conversão seus componentes bioquímicos e industriais. Focam-se, doravante, esforços científicos, gerenciais e mercadológicos para agregar inovação às tecnologias para a produção de bioenergia (etanol, biodiesel, biogás, gás de síntese, biomateriais e coprodutos), para viabilizar o conceito de biorrefinaria, e para a busca de processos competitivos que qualifiquem os times nacionais e internacionais para, em parceria, alcançarem saltos de competitividade e sustentabilidade.

O desenvolvimento econômico do país tem um histórico de uso da energia da biomassa desde os ciclos da cana-de-açúcar até às florestas energéticas para a siderurgia e ao Programa Nacional do Alcool (Pró-Alcool), iniciado em 1975, e também ao Programa de Biodiesel (Pró-óleo), nos anos 1980. Em meados da década de 2000, o Programa Nacional para Produção e Uso do Biodiesel (PN-BIO) fortaleceu e modernizou o conceito de interatividade de ações públicas e privadas. Foi possível acoplar tecnologias e mecanismos de gestão capazes de gerar saltos de competitividade na ampliação de escala de geração de fontes alternativas de energia renovável. A partir desse período observa-se, também, uma tendência internacional ao aumento da produção de biocombustíveis, como resposta às ameaças criadas pela oscilação no preço de combustíveis fósseis e pelas mudanças climáticas globais.

A transição negociada da economia baseada no petróleo para a bioeconomia, calcada em processos de base biológica e energia renovável dependerá especialmente da disponibilidade de acordos internacionais e nacionais que criem diretrizes e metas norteadoras para a mudança. Pode-se aqui citar a 21^a Conferência das Partes (COP 21), realizada em 2015, na qual o governo brasileiro se comprometeu a reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 43% até 2030, em relação aos níveis de 2005. O cumprimento dessa meta pressupõe contribuições relevantes da indústria brasileira de biocombustíveis.

18.2 Perspectivas da agroenergia

No caso do setor sucroenergético, por exemplo, a expectativa é de que as produções brasileiras de etanol de primeira e segunda geração atinjam, respectivamente, 51 e 2,5 bilhões de litros em 2030. Além disso, a geração de eletricidade a partir de biomassa deve triplicar nesse mesmo período, mediante o aproveitamento não só do bagaço, mas também da palha e biogás (Tabela 1). Para o longo prazo, observa-se tendência à consolidação do conceito de biorrefinaria, com as usinas diversificando seu portfólio de produtos para produzir também biometano, bioplásticos e outros químicos renováveis.

Enquanto o mercado mundial de álcoois produzidos por fermentação deverá crescer 4,5% ao ano até 2020, para os demais produtos químicos produzidos por fermentações há projeção para crescimento maior que 6,5%, com destaque para enzimas, ácidos orgânicos e polímeros de base biológica, como xantana e PHA (Polihidroxialcanoatos - família de poliésteres produzidos por microrganismos a partir de substratos de carbono). A adoção de um modelo de negócios multiproduto também deve ser impulsionada pelo crescimento da frota de veículos leves

Tabela 1: Projeções para o Crescimento da Agroenergia no Brasil.

FONTE DE ENERGIA	PRODUÇÃO EM 2015	PRODUÇÃO EM 2030	PARTICIPAÇÃO (%) NA MATRIZ DO BIODIESEL EM 2030
Bioeletricidade ¹	48.356 mil TEP*	145.068 mil TEP	-
Etanol ²	29 bilhões de L	53,5 bilhões de L	-
Biodiesel (total) ³	3,9 bilhões de L	18 bilhões de L	-
Biodiesel (óleo de soja)	3,0 bilhões de L	13,9 bilhões de L	77
Biodiesel (sebo bovino)	0,7 bilhões de L	1,4 bilhões de L	8
Biodiesel (óleo de palma)	0,0 bilhões de L	1,4 bilhões de L	8
Biodiesel (outros)	0,195 bilhões de L	1,26 bilhões de L	7

Fontes: 1. Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, (BRASIL, 2015).

2. Revista Opiniões, Sucro energético: cana, açúcar, etanol e bioeletricidade. Ano 14, número 50, Divisão C, Out-Dez 2016. ISSN: 2177-6504.

3. Biodiesel em foco. União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene (UBRABIO), Ano VII, Edição 7, Nov 2016.

*TEP: Tonelada equivalente de petróleo.

com motorização elétrica ou híbrida. Estima-se que os veículos híbridos aumentarão progressivamente sua participação no mercado brasileiro, de 0,09% dos licenciamentos em 2015 até 4,6% em 2024. Todavia, o impacto da mudança na motorização veicular sobre o setor do etanol pode ser minimizado pela adoção de novas tecnologias como a produção de modelos híbridos *flex* pela indústria e a utilização de células combustíveis em veículos elétricos.

O setor de produção do biodiesel projeta um salto de produção, de 3,9 bilhões de litros, em 2015, para 18 bilhões em 2030. Esse aumento seria impulsionado, também, por gradual aumento na mistura obrigatória do biodiesel ao diesel fóssil, saindo de 7% (B7) em 2015, para 20% (B20) em 2030. Projeta-se, ainda, que o biodiesel brasileiro deverá ser produzido a partir de óleo de soja (77%), sebo bovino (8%), óleo de palma (8%) e outras (7%) (Tabela 1). A definição das outras matérias-primas que farão parte da matriz de produção de biodiesel dependerá de políticas adequadas de incentivo à produção industrial, assim como fomento à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico. Destacam-se, entre as mais promissoras: algodão, óleo de fritura reciclado, canola, macaúba, babaçu, pinhão-manso e microalgas (DURÃES, 2009).

Entre os biocombustíveis de alta densidade energética destaca-se, também, a emergência no cenário industrial do bioquerosene de aviação, em um futuro próximo (CGEE, 2010). O setor de aviação estabeleceu contribuições voluntárias para a mitigação das ameaças climáticas globais, como crescimento carbono-neutro a partir de 2020 e redução nas emissões de GEE em 50% até 2050. Uma vez que o setor não projeta alterações na motorização das aeronaves nas próximas décadas, este dependerá da adoção de combustível líquido *drop in* produzido a partir de matérias-primas renováveis disponíveis, não alimentícias, amplamente distribuídas e, preferencialmente, dedicadas à produção de energia (CORTEZ, 2014).

18.3 Oportunidades e desafios de PD&I

É objetiva a oportunidade para o Brasil liderar, neste século, uma nova matriz energética baseada na expansão da energia renovável, especialmente de biomassa, centrada nos conceitos de densidade energética e eficiência energética para matérias-primas, processos, produtos e coprodutos. A agroenergia, ou bioenergia, é um negócio típico da parceria público-privada (DELOITTE, 2014). E o Brasil carece de uma política estruturada – programa de longo prazo para o negócio de agroenergia, bem como de uma agenda de prioridades em pesquisa, desenvolvimento e inovação, que suportem o empreendedorismo e os negócios de base tecnológica, articuladas em uma “aliança para inovação e empreendedorismo” nessa área. Para tanto, os seguintes desafios em arranjos (técnico-científicos, institucionais e produtivos) para tecnologias de biomassa e energia de biomassa podem ser elencados como prioridades:

- a) Estabelecimento de uma Política Nacional de Energia e de um Programa Nacional de Agroenergia, alinhados com um Plano de Metas de curto e longo prazos, coordenados por um Comitê Central de Governança Público-Privada, operado de acordo com conceitos e propósitos de bioeconomia, produtividade e sustentabilidade, visando a saltos de competitividade;
- b) Criação de um Sistema de Inteligência Estratégica para energia de biomassa, com foco no mapeamento, disponibilidade e caracterização de biomassas, resíduos e efluentes no território nacional, visando subsidiar investimentos para estruturação do emergente parque industrial de base biológica (bioindústria);
- c) Melhoramento genético de matérias-primas agroenergéticas - sacarinas (cana-de-açúcar, sorgo-energia: sacarino e biomassa lignocelulósica), amiláceas (arroz-gigante) e oleaginosas (soja, palma-de-óleo (dendê), canola, macaúba, pinhão-manso e microalgas) visando a ganhos de produtividade, tolerância a estresses abióticos, resistência a pragas e aquisição de características que

- facilitam o processamento e o aproveitamento industrial. Destaques para o melhoramento assistido por marcadores moleculares, o uso de ferramentas de transgenia e a edição gênica;
- d) Desenvolvimento de processos industriais eficientes para desconstrução de biomassa lignocelulósica (pré-tratamento e hidrólise enzimática) e aproveitamento integral da biomassa (celulose, hemicelulose e lignina) para produção de energia, produtos químicos e materiais renováveis;
 - e) Desenvolvimento de veículos movidos à célula a combustível alimentada por etanol;
 - f) Desenvolvimento de rotas tecnológicas para produção de bioquerosene de aviação; gás de síntese; termoquímica;
 - g) Processos de produção de biogás/biometano a partir de resíduos e efluentes urbanos e industriais. Destaque para processos de reforma de biogás visando à produção de gás de síntese;
 - h) Desenvolvimento da Biotecnologia Industrial e processos biofísicos, químicos e biológicos, visando à produção de biocombustíveis, enzimas, polímeros, ácidos orgânicos, polióis, entre outros. Destaque para a utilização de microrganismos modificados geneticamente por meio da utilização de técnicas de engenharia metabólica e biologia sintética;
 - i) Desenvolvimento de novos processos industriais no âmbito da alcoolquímica, oleoquímica e gliceroquímica com vistas à produção de materiais e produtos químicos renováveis e
 - j) Modelagem técnico-econômica e análises de ciclo de vida (ACV) como ferramentas direcionadoras para investimentos em novas matérias-primas/processos/produtos no contexto de biorrefinarias.

Registra-se, portanto, que, na era das oportunidades derivadas das vantagens comparativas naturais e construídas pelo talento humano, é esperado que o agro brasileiro assuma protagonismo nesse novo mercado de inovações.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2024**. Brasília: MME/EPE, 2015.
- CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Biocombustíveis aeronáuticos: progressos e desafios**. Brasília: CGEE, 2010.
- CORTEZ et al. **Roadmap for sustainable aviation biofuels for Brazil: A flightpath to aviation biofuels in Brazil**. CORTEZ, L. A. B.; NIGRO, F.E. B. (coord.). São Paulo: Blucher, 2014.

- DELOITTE. **Opportunities for the fermentation-based chemical industry** – An analysis of the market potential and competitiveness of North-West Europe. Editora Deloitte, Set 2014.
- Durães, F.O.M. Agroenergia para o Biodiesel. (Ponto de Vista). **Rev. de Política Agrícola**. Brasília, DF. Ano XVIII, No. 1, Jan/Fev/Mar, 2009.
- _____. Sucroalcooleiro energético e tecnologia agroindustrial - Visão 2013-2033. 2013. 24p. In: **O Futuro da Inovação Tropical** – Tendências e Impactos das Transformações do Mundo nas Cadeias Produtivas Agropecuárias Brasileiras – Visão 2013-2033. Workshop Embrapa; Agropensa, 2. Brasília, DF, 12-13/Nov/2013.
- REVISTA OPINIÕES. **Sucroenergético**: cana, açúcar, etanol e bioeletricidade. Ribeirão Preto: WDS/ VRDS. Ano 14, número 50, Divisão C, Out-Dez 2016. ISSN: 2177-6504.
- UBRABIO, União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene. **Biodiesel em foco**, Ano VII, Edição 7, Nov 2016.