

# PRODUTIVIDADE NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA<sup>1</sup>

Gesmar Rosa dos Santos<sup>2</sup>

## 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.<sup>3</sup> 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.<sup>4</sup> 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.<sup>5</sup>

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.

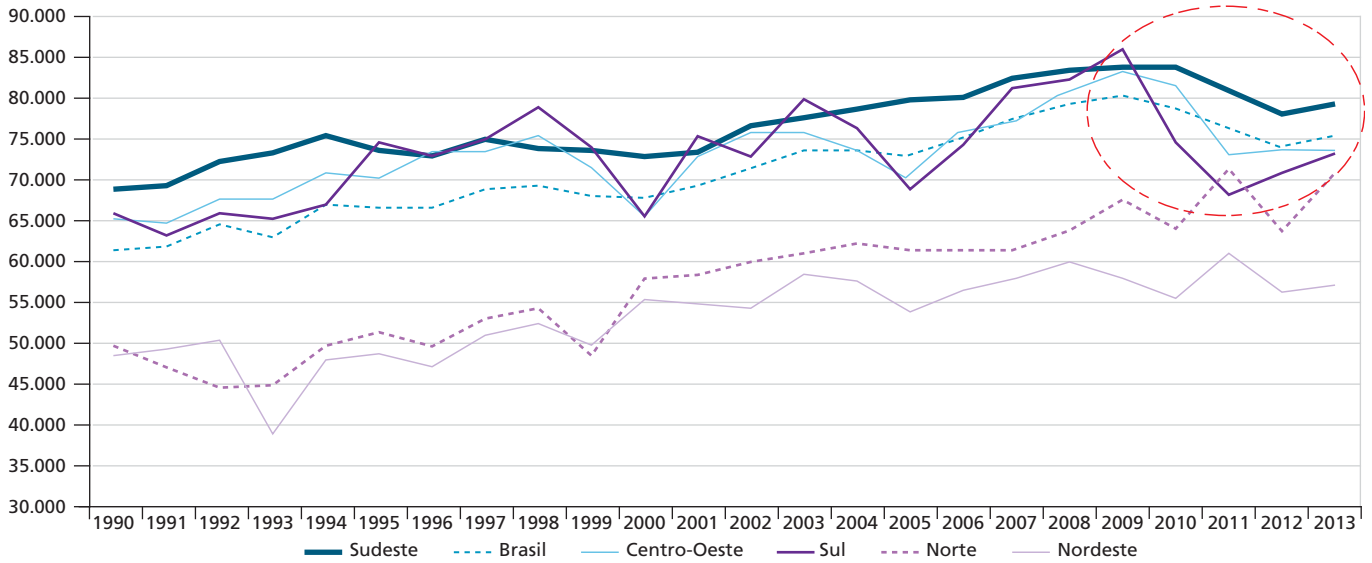
3. A cadeia produtiva sucroenergética inclui as atividades de preparação e plantio da cana-de-açúcar, seu transporte, processamento industrial e armazenagem dos produtos, além da geração de energia a partir do bagaço e palha da cana-de-açúcar. A rigor, as etapas de pesquisa específica da área, bem como 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)

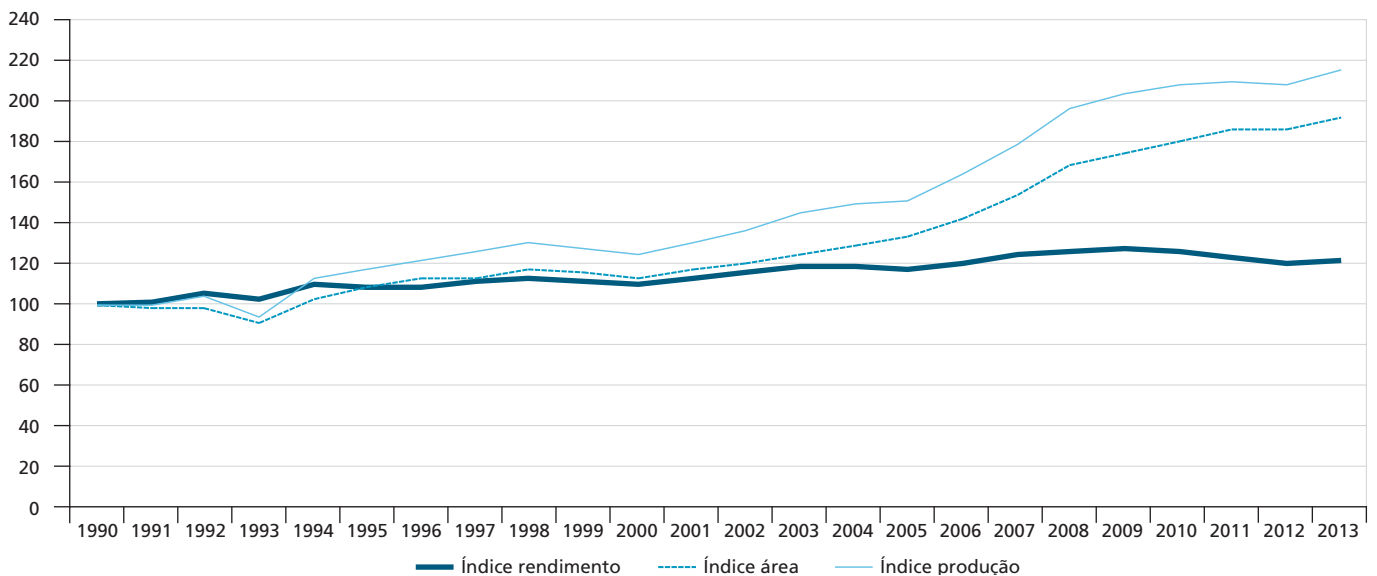


Fonte: IBGE (2014).  
Elaboração do autor.

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 %)



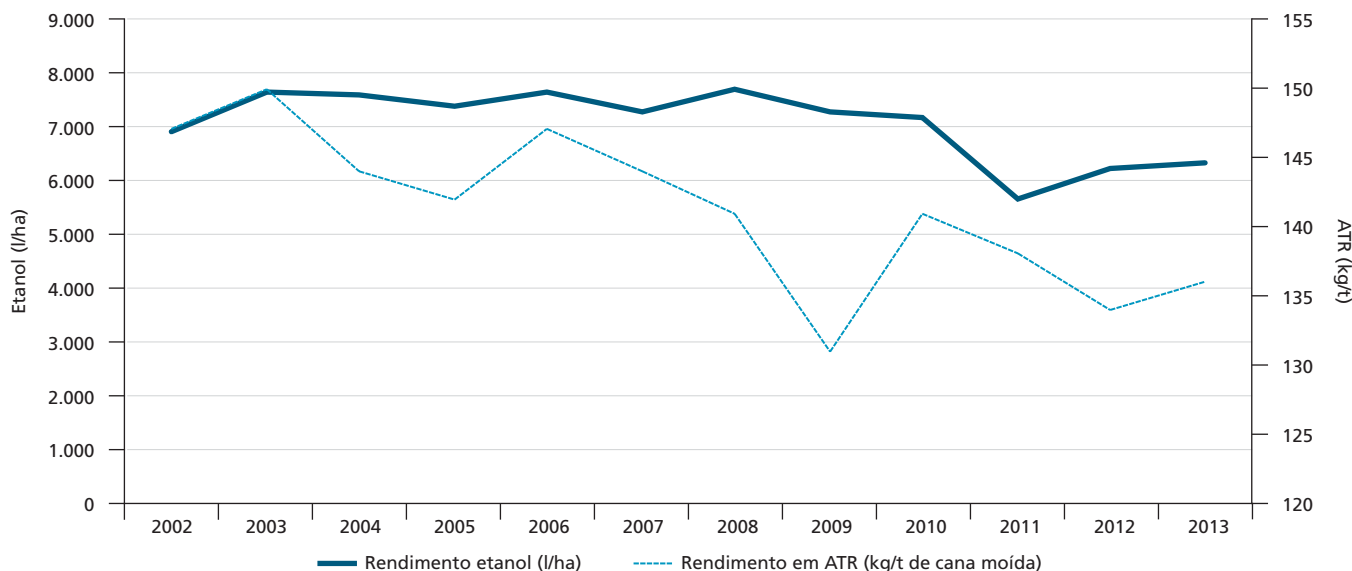
Fonte: IBGE (2014).  
Elaboração do autor.

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).<sup>6</sup> 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, principalmente 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 equivalente<sup>7</sup> 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>>.

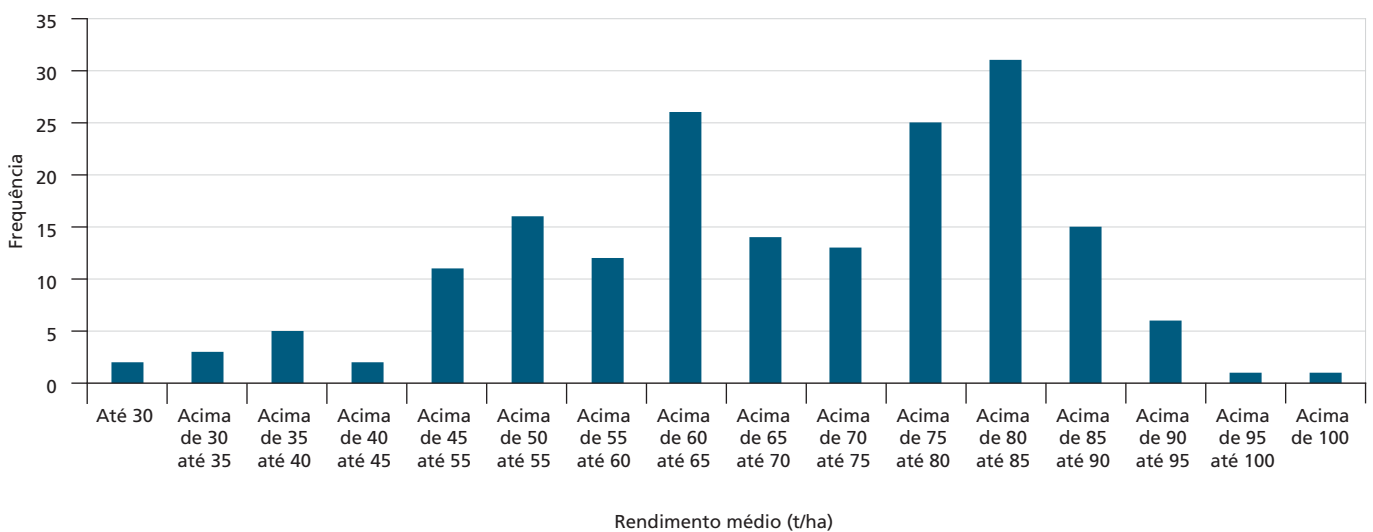
7. Etanol hidratado equivalente representa a soma do etanol hidratado produzido mais o etanol anidro considerando um multiplicador (em torno de 1,15), que equivale ao teor de água na desidratação.

- 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.<sup>8</sup>

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 <sup>1</sup>
		(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) <sup>1</sup>	173	9.414.710	97,62	724.038.136	98,49	76,90
Estrato inferior <sup>2</sup>	30	626.422	6,65	31.894.127	4,41	50,91
Estrato médio-inferior <sup>3</sup>	59	1.923.412	20,43	127.747.144	17,64	66,42
Estrato médio-superior <sup>4</sup>	74	6.466.177	68,68	527.253.239	72,82	81,54
Estrato superior <sup>5</sup>	10	398.700	4,23	37.143.626	5,13	93,16

Fonte: IBGE (2014).

Elaboração do autor.

Notas: <sup>1</sup> RM = rendimento médio.<sup>2</sup> Estrato inferior: RM entre 40t/ha e 56,25 t/ha.<sup>3</sup> Estrato médio-inferior: RM acima de 56,25 até 72,5 t/ha.<sup>4</sup> Estrato médio-superior: RM acima de 72,5 t/ha até 88,8 t/ha.<sup>5</sup> 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.<sup>9</sup> 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](http://www.mme.gov.br/publicações/ben)> e <[www.aneel.gov.br](http://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](http://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](http://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.

