

# Efeitos poupa-terra e poupa-trabalho na agricultura brasileira<sup>1</sup>

Rodrigo Peixoto da Silva<sup>2</sup>

**Resumo** – O crescimento da população global e o aumento da renda per capita dos países em desenvolvimento têm elevado a demanda por alimentos e demais gêneros agrícolas. Ao mesmo tempo, crescem as preocupações e restrições ambientais. Para conciliar esses dois efeitos, a tecnologia tem papel essencial. Este trabalho mensurou os efeitos poupa-terra e poupa-trabalho para 12 culturas nas regiões brasileiras. Usa-se a metodologia adotada por Martha Junior et al. (2012) e Vieira Filho (2016), com as devidas adequações. Os resultados apontam para um efeito poupa-terra agregado de 10,8 milhões de hectares e 1,1 milhão de trabalhadores entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015, com a preponderância do milho e da soja como responsáveis pelo efeito poupa-terra e do milho, da cana-de-açúcar e do café com relação ao efeito poupa-trabalho. Por isso, há uma disparidade regional do efeito poupa-terra, observado com maior intensidade no Sul e Centro-Oeste, e do efeito poupa-trabalho, observado majoritariamente no Nordeste e Sudeste. Isso mostra que a tecnologia não é adotada de maneira homogênea na agricultura brasileira.

**Palavras-chave:** fatores de produção agrícola, produtividade, tecnologia.

## Land-saving and Labor-saving effects in Brazilian agriculture

**Abstract** – Global population growth combined with rising per capita income in developing countries has increased the demand for food and other agricultural commodities. At the same time, environmental concerns and constraints are increasing to preserve available natural resources. To reconcile these two phenomena, technology plays an essential role. This work measured the land-saving and labor-saving effects for eleven crops in Brazil by a regional perspective. The methodology adopted by Martha Junior et al (2012) and Vieira Filho (2016) was adjusted for this purpose. The results point to a land-saving effect of 10.8 million hectares and a labor-saving effect of 1.1 million of workers between the five-years periods 2005/09 and 2011/15, with corn and soybean as the main responsible for the land-saving effect and corn, sugarcane and coffee as responsible for the labor-saving effect. Due to this, there is a regional disparity of the land-saving effect, observed mainly in the South and Midwest regions, and the labor-saving effect, observed mainly in the Northeast and Southeast regions. This demonstrates that technology is not adopted homogeneously in Brazilian agriculture.

**Keywords:** agricultural production factors, productivity, technology.

<sup>1</sup> Original recebido em e aprovado em 17/1/2018 e aprovado em 24/7/2018.

<sup>2</sup> Economista, doutorando em Economia Aplicada. E-mail: rodrigo.peixoto@hotmail.com

## Introdução

A agropecuária brasileira passou por um processo de modernização que promoveu diversos ganhos tecnológicos e possibilitou maior competitividade aos produtores nacionais. Esse processo começou entre as décadas de 1950 e 1960 e se intensificou na de 1970 e início da de 1980 (Buainain, 1999; Franco & Pereira, 2008).

De acordo com Almeida (1997), a modernização esteve ancorada em quatro princípios básicos: crescimento/desenvolvimento econômico e político; abertura técnica, econômica e cultural; especialização e dependência da produção a montante, a jusante e com a sociedade global; e o surgimento de um perfil de agricultor individualista e competitivo.

O projeto de modernização foi implementado, em grande medida, pelo Estado, que usou diversas formas de política agrícola para estimular a adoção de novas tecnologias no campo:

[...] foi dado um subsídio de 40% nas compras de fertilizantes [...] a partir de 1977, substituiu-se esse subsídio pela inclusão dos fertilizantes no sistema de crédito rural (Bacha, 2004, p.98).

Esse impulso estatal ampliou o uso de tecnologias poupadoras de terra – fertilizantes, defensivos, sementes e variedades de cultivo mais produtivas – e poupadoras de trabalho – tratores, colhedeiças, plantadeiras e demais implementos agrícolas –, conforme ressaltado por Alves et al. (2006). Como consequência, a adoção de novas tecnologias possibilitou o incremento de produtividade na lavoura e na pecuária brasileira e permitiu que importantes recursos fossem poupados e realocados em outras atividades econômicas.

De acordo com Vieira Filho (2016), de 1985 a 2006 foram poupados 29 milhões de hectares na produção de soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, café, trigo, feijão e mais 142 milhões de hectares na pecuária bovina, o que corresponde

a cerca de 20% do território nacional. Martha Junior et al. (2010), contabilizando diversas culturas e a pecuária no período de 1970 a 2006, chegaram a um efeito poupa-terra de 254 milhões de hectares. Considerando apenas a pecuária bovina e um período mais longo (1950 a 2006), Martha Junior et al. (2012) chegaram a um efeito poupa-terra de 525 milhões de hectares.

Ainda que os ganhos de produtividade tenham proporcionado as condições necessárias para atender e superar consideravelmente a demanda, de forma que os preços dos produtos agropecuários, em geral, e dos alimentos, em específico, caíssem nas últimas décadas (Alves et al., 2010; Mendes, 2015), as pressões pela produção de mais alimentos devem persistir, já que a população mundial e a renda per capita de países em desenvolvimento permanecem em crescimento<sup>3</sup> (Bird, 2017). Serão necessárias novas tecnologias, que proporcionem mais ganhos de produtividade e equilibrem o mercado de produtos agropecuários.

Embora alguns trabalhos demonstrem a dimensão do efeito poupa-terra até 2006, pouco se sabe a respeito desse efeito nos últimos anos. Além disso, há uma lacuna de análises com esse objetivo a respeito de outro importante fator de produção: a mão de obra. Por se tratarem de importantes fatores de produção e, no caso da terra, de um recurso ambiental essencial, é desejável que se mantenha um acompanhamento sistemático desses indicadores.

Nesse contexto, este trabalho mensurou o efeito poupa-terra e o efeito poupa-trabalho para diversos produtos agropecuários brasileiros de 2005 a 2015 e fez uma discussão regional sobre esses dois efeitos. Para tal, os dados foram expressos em médias quinquenais, visando minimizar efeitos conjunturais de quebras de safra ou mesmo de mudanças abruptas de preços e custos de produção. Os dados foram retirados das pesquisas Produção Agrícola Municipal (IBGE,

<sup>3</sup> O PIB per capita (PPP) da China e da Índia cresceram 125% e 78%, respectivamente, de 2006 a 2016; para Rússia, Brasil e África do Sul, os números são 15%, 11% e 6%, respectivamente.

2017) e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (Pnad) (IBGE, 2018).

## Evolução recente da agricultura

A quantidade produzida de diversos gêneros agrícolas cresceu expressivamente no comparativo de médias de 2005–2009 e 2011–2015 no Brasil. A Tabela 1 mostra o comportamento da quantidade produzida de gêneros agrícolas selecionados no Brasil e a respectiva média de área colhida nesses quinquênios.

Destaca-se a produção de milho, que, de acordo com os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM) (IBGE, 2017), saltou de 47,9 milhões de toneladas no quinquênio 2005–2009 para os 74,4 milhões de toneladas no quinquênio 2011–2015, crescimento de 55%. A alta mais expressiva foi no Centro-Oeste (152%), responsável pela maior parcela da produção brasileira em 2011–2015, ultrapassando o Sul e atingindo a participação de 43% do total. A segunda maior expansão foi a do Norte (49%), embora essa região seja responsável pela menor parcela da produção nacional de milho, apenas 2% do total.

A soja exhibe a segunda maior expansão produtiva na comparação entre as médias quinquenais, com crescimento de 46% em quantidade. O maior crescimento (118%) foi o do Norte, apesar de sua participação na produção nacional de soja ser a menor entre as regiões (4%).

Outro produto com crescimento expressivo foi a cana-de-açúcar (33%), que se expandiu intensamente no Norte (168%) e Centro-Oeste (112%), mas que manteve seu principal centro produtor no Sudeste, responsável por 67% da quantidade produzida em 2011–2015. Houve expansão também destes produtos: cacau (26%), trigo (24%), algodão (24%), café (16%) e uva (11%).

A área colhida desses produtos, no entanto, não cresceu na mesma proporção – diminuiu em alguns casos, como o do café e o arroz. O descolamento entre o crescimento da produção e a expansão de área colhida reflete o aumento de produtividade da terra no período, normalmente associado à intensificação do uso de fertilizantes, defensivos agrícolas, técnicas de plantio direto, novas variedades de culturas mais bem adaptadas às regiões de plantio e demais tecnologias poupadoras de terra (Vieira Filho, 2016).

**Tabela 1.** Quantidade produzida e área colhida de produtos selecionados (Brasil) em 2005–2009 e 2011–2015.

Produto	Quantidade produzida (1.000 t)			Área colhida (1.000 ha)		
	Média 2005–2009	Média 2011–2015	Δ%	Média 2005–2009	Média 2011–2015	Δ%
Algodão herbáceo	3.511	4.340	24	1.031	1.179	14
Arroz	12.099	12.257	1	3.100	2.400	-23
Cacau	209	262	26	636	692	9
Café	2.440	2.831	16	2.252	2.066	-8
Cana-de-açúcar	557.396	741.915	33	7.200	10.007	39
Feijão	3.319	3.102	-7	3.891	3.049	-22
Laranja	18.145	17.848	-2	811	722	-11
Mandioca	26.032	23.238	-11	1.868	1.607	-14
Milho	47.908	74.434	55	13.206	14.707	11
Soja	55.736	81.323	46	21.712	27.861	28
Trigo	4.468	5.523	24	2.114	2.289	8
Uva	1.330	1.480	11	78	80	3

Fonte: adaptado de IBGE (2017).

Tais tecnologias têm sido intensificadas desde a década de 1970 e, junto a um processo de mecanização responsável por poupar mão de obra, permitiram ao agronegócio brasileiro tornar-se um expoente mundial em diversos gêneros agrícolas, exportando-os para vários mercados, contribuindo para os superávits na balança comercial e possibilitando a autossuficiência produtiva, a despeito das pressões e restrições ambientais que se impõem aos produtores.

Como resultado, houve intensa redução da mão de obra empregada no campo, principalmente em culturas que passaram por processos mais intensos de mecanização. Entre as culturas analisadas, o algodão exibiu a maior redução relativa do número de pessoas ocupadas (68%) entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015, seguido pelo arroz (44%) e a cana-de-açúcar (30%), de acordo com os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (Pnad vários anos) – IBGE (2017). Ainda conforme a Pnad, a participação da mão de obra empregada na produção de algodão foi pouco expressiva em 2011–2015 quando comparada com as demais culturas analisadas neste trabalho. Das 12 cul-

turas analisadas, a mão de obra está alocada, majoritariamente, na produção de milho (32%), mandioca (28%), café (11%), cana-de-açúcar (8%) e arroz (7%).

Como no caso da terra, essa mudança tecnológica no campo possui efeitos também sobre a produtividade do trabalho. A Tabela 2 mostra os ganhos médios de produtividade parcial da terra e do trabalho para as culturas selecionadas em 2005–2009 e 2011–2015.

O maior crescimento de produtividade média da terra foi o do milho (40%); em seguida estão o arroz (30%) e o café (26%). Também exibiram elevados ganhos a produtividade da terra: feijão (20%), trigo (17%) e cacau (15%). A produtividade da cana-de-açúcar caiu levemente, fenômeno que pode estar associado à adoção da colheita mecanizada e consequente compactação do solo (Souza et al., 2012).

Já com relação à produtividade média do trabalho, a cultura que mais se destaca é o algodão, com crescimento de 180% entre os quinquênios. O da cana-de-açúcar foi de 81%, fato associado à inviabilização da colheita ma-

**Tabela 2.** Produtividade parcial da terra e do trabalho (Brasil) em 2005–2009 e 2011–2015.

Produto	Produtividade da terra (t/ha)			Produtividade do trabalho (t/trabalhador)		
	Média 2005–2009	Média 2011–2015	Δ %	Média 2005–2009	Média 2011–2015	Δ %
Algodão herbáceo	3,42	3,69	8	246,28	689,23	180
Arroz	3,94	5,13	30	18,24	30,83	69
Cacau	0,33	0,38	15	1,51	2,37	57
Café	1,09	1,37	26	3,46	4,97	44
Cana-de-açúcar	77,03	74,19	-4	877,54	1.590,92	81
Feijão	0,85	1,02	20	-	-	-
Laranja	22,37	24,75	11	130,16	119,56	-8
Mandioca	13,93	14,48	4	19,39	15,69	-19
Milho	3,60	5,04	40	28,26	41,51	47
Soja	2,58	2,92	13	189,62	239,04	26
Trigo	2,08	2,43	17	-	-	-
Uva	17,12	18,50	8	16,40	17,06	4

Fonte: adaptado de IBGE (2017, 2018).

nual depois da proibição da queima da palha e adoção de novas técnicas de plantio, que reduzem a demanda por mão de obra. Em seguida, destacam-se arroz (69%), cacau (57%), milho (47%), café (44%) e soja (26%).

Para a mandioca e a laranja, houve redução da produtividade do trabalho. No caso da mandioca, pode-se associar a redução à composição da mão de obra empregada, majoritariamente familiar<sup>4</sup>. Mesmo com redução de área e quantidade produzida, os produtores familiares não possuem a flexibilidade para adequar o contingente de mão de obra à produção, já que esse contingente se trata de sua própria família. No caso da laranja, as causas da queda de produtividade podem estar associadas à maior demanda de mão de obra para as atividades adicionais de inspeção e manejo na prevenção do Greening (Fundecitrus, 2018), identificado no Brasil em 2004.

Os ganhos/perdas de produtividade das culturas analisadas, no entanto, não ocorrem de maneira homogênea entre as regiões do Brasil. Ao contrário, trazem à tona as disparidades regionais entre os produtores rurais em termos do grau de capitalização, acesso ao crédito, adoção de tecnologia e mesmo qualificação dos gestores dos estabelecimentos. Isso faz com que, enquanto uma parcela dos produtores consiga adotar tecnologias poupadoras de recursos (terra e trabalho), a outra fique à margem desse processo, com técnicas de produção ultrapassadas, custos médios maiores e atuação pouco competitiva no mercado.

Ainda assim, essa poupança de recursos, principalmente terra, representa um cenário positivo para o Brasil, já que dá à agricultura a possibilidade de continuar ofertando os produtos demandados nacional e internacionalmente e ainda respeitar os limites ambientais legais.

## Efeitos poupa-terra e poupa-trabalho

Para investigar a quantidade média de insumos (terra e trabalho) poupada no decênio 2005–2015 nas culturas selecionadas, segue-se aqui a metodologia usada por Martha Junior et al. (2012) e Vieira Filho (2016), com as devidas adequações para o cálculo do efeito poupa-trabalho.

A produção agrícola pode ser decomposta em dois componentes:

$$P_{ij,(t)} = A_{ij,(t)} \times L_{ij,(t)} \quad (1)$$

$P_{ij,(t)}$  é a quantidade produzida da cultura  $i$  na região  $j$  no ano  $t$ , em toneladas;  $A_{ij,(t)}$  é a produtividade parcial da terra para a cultura  $i$  na região  $j$  e no ano  $t$ ;  $L_{ij,(t)}$  é a área colhida da cultura  $i$  na região  $j$  no tempo  $t$ . Rearranjando a equação 1, chega-se à área necessária para produzir determinada quantidade  $P$  de produtos agrícolas com base na produtividade parcial atual da terra:

$$L_{ij,(t)} = P_{ij,(t)} / A_{ij,(t)} \quad (2)$$

O efeito poupa-terra pode ser mensurado obtendo-se a área que seria necessária para se produzir  $P_{ij,(t)}$  por meio de uma tecnologia anterior (de um período  $t - s$  pré-determinado), que proporcione a produtividade parcial da terra  $A_{ij,(t-s)}$ . Dessa forma, se a produtividade parcial da terra no instante  $t - s$  for inferior à do instante  $t$ , seriam necessárias maiores áreas de terra para se obter o mesmo  $P_{ij,(t)}$ . Por fim, deduz-se a área atual correspondente à cultura em análise estabelecendo o saldo de área poupado entre os períodos  $t - s$  e  $t$ , e o efeito poupa-terra é dado, portanto, por

$$EPL_{ij} = (P_{ij,(t)} / A_{ij,(t-s)}) - L_{ij,(t)} \quad (3)$$

Os resultados desse indicador mostram, em valores absolutos, a quantidade de terra que foi poupada entre os períodos analisados pelo uso mais eficiente do insumo produtivo. Se  $EPL > 0$ , há poupança de terra; se  $EPL < 0$ , há “desperdício” de terra.

<sup>4</sup> De acordo com MDA (2018), 83% da produção de mandioca no Brasil é oriunda da agricultura familiar.

Outra forma de representar a produção agrícola, visando à obtenção do efeito poupa-trabalho, é decompondo-a com relação à produtividade parcial do trabalho:

$$P_{ij,(t)} = B_{ij,(t)} \times T_{ij,(t)} \quad (4)$$

$B_{ij,(t)}$  é a produtividade do trabalho na cultura  $i$ , região  $j$  e tempo  $t$  e  $T_{ij,(t)}$  é a quantidade demandada de trabalhadores na cultura  $i$ , região  $j$  e tempo  $t$ . De maneira análoga ao efeito poupa-terra (equação 3), o efeito poupa-trabalho é dado por

$$EPT_{ij} = (P_{ij,(t)} / B_{ij,(t-s)}) - T_{ij,(t)} \quad (5)$$

Da mesma forma,  $EPT > 0$  indica poupança do fator trabalho;  $EPT < 0$  representa “desperdício” desse fator. Ambos os indicadores representam resultados a posteriori das relações entre quantidades produzidas e insumos utilizados e, portanto, não identificam de forma definitiva as causas da poupança desses fatores de produção, associando-as ao uso mais eficiente deles. De qualquer forma, o cálculo feito sobre médias quinquenais visa minimizar possíveis distorções sobre os efeitos poupa-terra e poupa-trabalho oriundas de quebras de safra, adversidades climáticas e mudanças da conjuntura econômica nacional e internacional. Ainda assim, efeitos de prazo mais longo sobre a produção agrícola, como o avanço do Greening na citricultura, tendem a influenciar os resultados.

Os cálculos foram desagregados ao nível das regiões brasileiras, sendo usados os dados de quantidade produzida e área colhida da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) (IBGE, 2017) e os dados de pessoas ocupadas em cada atividades na Pesquisa Nacional Por Amostra De Domicílios – (Pnad vários anos) (IBGE, 2018).

O grupo de culturas analisadas é composto por algodão herbáceo, arroz, cacau, café, cana-de-açúcar, feijão, laranja, mandioca, milho, soja, trigo e uva, que são as culturas para as quais estão disponíveis dados de produção e área colhida. Nos casos do feijão e do trigo, os cálculos do efeito poupa-trabalho não foram feitos, pois

a Pnad não disponibiliza dados desagregados de mão de obra empregada nessas culturas.

Infelizmente não foi possível calcular os efeitos para a pecuária bovina, principal responsável pelo efeito poupa-terra de 1950 a 2006, conforme demonstrado por Martha Junior et al. (2012) e Vieira Filho (2016), por causa da falta de informações a respeito do peso médio da carga em cada região. Essa variável é importante para o cálculo porque, no caso da pecuária, os ganhos de produtividade podem ocorrer tanto pela maior lotação (número de animais por hectare de pastagem) quanto pelo maior ganho de peso dos animais.

Como a produção em determinado ano está sujeita a fatores climáticos, econômicos e demais condições adversas que afetam a produtividade e, conseqüentemente, os resultados dos cálculos, os dados usados são compostos pelas médias quinquenais de 2005 a 2009 e de 2011 a 2015. Além disso, como a Pnad possui caráter amostral, culturas pouco expressivas em determinadas regiões podem revelar inexistência de mão de obra em certos anos.

O cálculo dos efeitos poupa-terra e poupa-trabalho feito sobre as médias quinquenais minimiza esse viés, contornando assim esses dois problemas de mensuração. O período considerado, por sua vez, adequa-se à divulgação da Pnad, cuja abrangência, a partir de 2004, inclui todas as regiões brasileiras – não houve Pnad em 2010 por ser este o ano de realização do censo demográfico. Uma vantagem do uso dos dados da Pnad é que eles consideram tanto os trabalhadores formais quanto os informais, eliminando distorções oriundas dos diferentes graus de formalização do trabalho nas diversas atividades analisadas.

Ressalva é feita com relação à região Norte, para a qual não foram calculados os indicadores de efeito poupa-trabalho, pois as metodologias de estimação dos fatores de expansão de amostra da Pnad eram diferentes entre o Norte e as demais regiões até 2011, ano em que os fatores de expansão foram compatibilizados (IBGE,

2018). Isso pode trazer um viés na estimativa do número de pessoas ocupadas e contaminar os resultados deste trabalho.

Finalmente, os resultados por cultura foram ilustrados em um plano cartesiano que mostra o efeito poupa-terra em um eixo e o efeito poupa-trabalho noutro.

## Resultados e discussão

O primeiro tópico abordado nesta seção refere-se ao efeito poupa-terra, desagregado por cultura e por região geográfica, dando maior detalhamento a respeito dos efeitos da adoção de tecnologia e evolução das práticas produtivas na agricultura brasileira. A Tabela 3 mostra os resultados do efeito poupa-terra entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015 para as culturas selecionadas. Os resultados foram obtidos por dados agregados ao nível de regiões administrativas brasileiras e estão expressos em milhares de hectares.

De maneira geral, foram poupados aproximadamente 10,8 milhões de hectares em todo o Brasil entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015, considerando apenas as culturas

analisadas. As principais culturas responsáveis por esse efeito foram o milho e a soja, que juntas respondem por 90% do efeito total. Essas culturas foram também as que exibiram o maior crescimento da quantidade produzida no período, junto com a cana-de-açúcar.

As culturas com efeito poupa-terra positivo, mas menos expressivo, são café, trigo, arroz, laranja, algodão, feijão, cacau e uva. Essas culturas, no entanto, ocupam área relativamente inferior à área colhida de milho, soja e cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar e a mandioca revelaram efeito poupa-terra negativo, mais acentuado no caso da cana, dada a área que sua produção ocupa no Brasil.

A magnitude do efeito poupa-terra é compatível com aquela encontrada por Vieira Filho (2016), que chegou a 29 milhões de hectares poupados em 20 anos. Este trabalho aponta para os 10,8 milhões em um período relativamente menor, que compara os valores médios quinquenais com diferença temporal de seis anos. Isso significa que o emprego de novas tecnologias e seus efeitos têm ocorrido sucessivamente na lavoura desde a década de 1950 e são responsáveis por importante economia de recursos.

**Tabela 3.** Efeito poupa-terra entre 2005–2009 e 2011–2016: produtos selecionados.

Cultura	Efeito poupa-terra (mil ha)					
	N	NE	SE	S	CO	Total
Algodão	0,67	42,20	5,52	0,06	20,66	69,11
Arroz	125,14	-28,62	11,42	166,75	59,01	333,70
Cacau	14,51	59,40	-8,02	-	0,35	66,24
Café	27,43	8,46	464,10	16,02	-3,29	512,72
Cana-de-açúcar	6,45	21,83	-357,96	-63,49	-67,26	-460,43
Feijão	7,12	-91,93	73,26	105,67	-25,63	68,49
Laranja	3,10	-6,09	71,40	18,47	0,35	87,23
Mandioca	16,75	-77,92	-0,76	28,86	10,75	-22,32
Milho	252,35	1.686,58	429,51	1.428,60	2.066,09	5.863,13
Soja	108,68	40,69	101,64	2.662,11	980,67	3.893,79
Trigo	-	-	10,87	339,51	7,10	357,48
Uva	-0,01	0,90	0,83	5,13	0,04	6,89
<b>Total regional</b>	<b>562,19</b>	<b>1.655,50</b>	<b>801,81</b>	<b>4.707,69</b>	<b>3.048,84</b>	<b>10.776,03</b>

O Sul exibe a maior parcela do efeito poupa-terra (44%), atingindo os 4,7 milhões de hectares poupados, cerca de 8,3% do território total da região. As culturas com maior destaque no Sul, em termos de efeito poupa-terra, foram a soja, com 2,7 milhões de hectares poupados, e o milho, com 1,4 milhão de hectares, seguidos por trigo, arroz e feijão, que somam cerca de 0,6 milhão de hectares. É nessa região que estão os maiores efeitos para a uva e o trigo. Nela, estão as mais tradicionais vitiviniculturas brasileiras e grande parte da produção de trigo.

A produção de soja no Sul apresentou a maior expansão em quantidade, associada a um ganho de produtividade da terra da ordem de 26% no comparativo entre quinquênios, o que proporcionou a ela o maior efeito poupa-terra da região. O efeito poupa-terra da cana-de-açúcar é negativo, mas de baixa magnitude (64 mil hectares), fato ligado à expansão da colheita mecanizada e seus efeitos sobre a produtividade da terra.

O Centro-Oeste gerou o segundo maior efeito poupa-terra, com aproximadamente três milhões de hectares poupados, 2% da área total da região. O milho, com crescimento da produção de 152% entre os quinquênios, exibe o maior efeito poupa-terra na região, com 2,1 milhões de hectares. O cultivo de soja também se expandiu no Centro-Oeste (39%); o pequeno aumento de produtividade (8%) e a grande representatividade da soja nessa região resultaram em um efeito poupa-terra da ordem de um milhão de hectares. As demais culturas geraram valores pouco expressivos em termos de efeito poupa-terra.

A cana-de-açúcar cresceu de forma intensa no Centro-Oeste, saltando da média de 58 milhões de toneladas produzidas em 2005–2009 para 124 milhões de toneladas em 2011–2015. Todavia, esse aumento ocorreu com uma pequena queda de produtividade da terra (4%), o que resultou em um efeito poupa-terra negativo, embora pouco expressivo, de 67 mil hectares.

No Nordeste, o efeito poupa-terra foi de 1,7 milhão de hectares, cujo principal responsável foi o milho, que acabou compensando o efeito poupa-terra negativo de outras culturas, como feijão, laranja e arroz, com pequena queda de produtividade. As culturas com maior crescimento de produção foram a soja (58%), o trigo (57%), embora sua participação seja pouco expressiva, e o milho (42%). A região foi responsável também pelos maiores efeitos poupa-terra do algodão e do cacau.

Com efeito poupa-terra positivo, embora menos expressivo do que o das demais regiões, o Sudeste totalizou 0,8 milhão de hectares poupados, oriundos majoritariamente do milho, do café e da soja. A cana-de-açúcar contrabalançou esse efeito por causa da redução da produtividade depois da intensificação da colheita mecanizada, o que gerou um efeito poupa-terra negativo da ordem de 0,4 milhão de hectares. A laranja e o café, produtos típicos do Sudeste, exibem seus maiores efeitos nessa região.

Embora seja uma cultura muito representativa no Sudeste, principalmente no Estado de São Paulo, a expansão da produção canavieira não ocorreu por meio de ganhos de produtividade da terra. Os ganhos de produtividade do trabalho, por sua vez, desempenham papel importante.

Por fim, o Norte poupou cerca de 562 mil hectares, que se distribuem, majoritariamente, entre milho, arroz e soja. Embora a produção de algodão, cana-de-açúcar e soja tenha crescido expressivamente na região, isso foi resultado da expansão das áreas cultivadas – as produtividades parciais da terra se mantiveram relativamente constantes.

Os grãos são tidos como as culturas mais mecanizáveis, mas grandes avanços foram feitos também com relação à cana-de-açúcar, ao café e à laranja (Moraes, 2007; Colaço, 2008; Silva et al., 2013), o que possibilitou que as colheitas fossem feitas de forma mecanizada ou semi-mecanizada. A Tabela 4 mostra o efeito poupa-

**Tabela 4.** Efeito poupa-trabalho entre 2005–2009 e 2011–2015: produtos selecionados.

Cultura	Efeito poupa-trabalho (mil trabalhadores)					
	N	NE	SE	S	CO	Total
Algodão	-	5,80	1,45	-1,28	-1,11	4,86
Arroz	-	38,66	0,19	26,80	8,77	74,42
Cacau	-	37,32	-6,93	-	-	30,39
Café	-	82,59	102,39	6,34	6,29	197,61
Cana-de-açúcar	-	140,57	140,92	-23,18	37,90	296,21
Feijão	-	-	-	-	-	-
Laranja	-	0,64	-10,62	-2,60	-0,44	-13,02
Mandioca	-	-280,25	40,84	2,49	5,99	-230,93
Milho	-	377,71	65,08	111,62	76,96	631,37
Soja	-	4,80	-13,34	69,00	39,66	100,12
Trigo	-	-	-	-	-	-
Uva	-	-22,34	-1,08	22,55	-0,31	-1,18
<b>Total regional</b>	-	<b>385,50</b>	<b>318,90</b>	<b>211,74</b>	<b>173,71</b>	<b>1.089,85</b>

-trabalho entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015 para culturas selecionadas.

O caso do trabalho é um tanto mais complexo, pois, ao contrário da economia de recursos ambientais gerada pelo efeito poupa-terra, o efeito poupa-trabalho pode ser entendido também como desemprego. Embora algumas atividades tenham gerado ganhos de produtividade em termos de trabalho, os trabalhadores precisam ser realocados no mercado, o que não é tarefa simples considerando que o nível de qualificação do trabalhador rural é, em média, inferior ao do urbano.<sup>5</sup>

De maneira agregada, foram poupados aproximadamente 1,1 milhão de trabalhadores no Brasil entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015 considerando apenas as culturas analisadas. O milho, a cana-de-açúcar e o café são as culturas que mais pouparam trabalho no Brasil no período.

O maior número absoluto de empregos poupados no período foi o do Nordeste, cerca

de 386 mil, majoritariamente nas culturas de milho e de cana-de-açúcar. O milho tem migrado de cultivo de subsistência para o de produção moderna no Nordeste, por meio da distribuição de sementes pelo governo e de programas de mecanização. Isso modifica as estruturas de cultivo, que ganham tanto na produtividade da terra quanto na do trabalho. A cana-de-açúcar também passa pelo processo de mecanização da colheita, o que resultou em cerca de 141 mil empregos poupados. O Nordeste foi responsável também pelo maior efeito poupa-trabalho no cultivo de algodão, arroz, cacau e laranja.

No caso da mandioca, o efeito poupa-trabalho foi negativo, 280 mil trabalhadores, o que pode ser atribuído à inflexibilidade do agricultor familiar em reduzir o contingente de mão de obra, que faz parte de sua própria família, em situações adversas<sup>6</sup>. A produção de mandioca na região, que envolve majoritariamente agricultores familiares, caiu 36% entre os quinquênios analisados – a área colhida caiu 27%. Já o pessoal ocupado não acompanhou esse comportamento: redução

<sup>5</sup> Ver Balsadi (2007) e Fredo et al. (2008).

<sup>6</sup> A agricultura familiar responde mais de 80% da produção de mandioca no Nordeste.

de apenas 8%, resultando nessa queda de produtividade do trabalho.

O Nordeste possui um histórico de dificuldades em termos de produtividade, adoção de tecnologia e escassez de recursos essenciais para a agricultura, como a água. Isso se deve, em grande medida, às condições edafoclimáticas, que dificultam qualquer processo de modernização agropecuária. Todavia, os expressivos efeitos poupa-terra e poupa-trabalho exibidos pela região mostram importante mudança de cenário, com crescimento das produtividades médias de várias culturas.

O Sudeste foi responsável por grande parte do efeito poupa-trabalho, e isso decorreu da expressiva redução de trabalhadores na colheita da cana-de-açúcar. Tal redução é oriunda da proibição da queima da palha – prática comumente exercida antes da colheita manual e feita por trabalhadores volantes (boia-fria) –, o que pressionou o setor a aumentar a colheita mecanizada.

As normas relativas às queimadas foram elaboradas e aplicadas em âmbitos federal, estadual e municipal pelo Decreto Federal 2.661, de 1998 (Brasil, 1998). No Estado de São Paulo, o Protocolo Agroambiental visou à antecipação da eliminação da queima da palha da cana-de-açúcar para 2014 nas áreas com declividade inferior a 12% e para 2017 nas demais áreas (Moraes, 2007). Segundo informações da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica), em 2016 apenas 10% da área com cana no estado foi colhida com a técnica da queima.

Foram poupados cerca de 319 mil trabalhadores no total do Sudeste e 141 mil apenas na atividade canavieira, o que supera as estimativas da Unica, que esperavam redução de 114 mil trabalhadores de 2006 a 2021 (Moraes, 2007).

Outras culturas com ganhos de produtividade do trabalho no Sudeste foram o café, com cerca de 102 mil empregos poupados, e o milho, com redução de 65 mil trabalhadores. O crescimento da colheita mecanizada tem sido o principal responsável pela redução do número de trabalhadores, o que reduz também os custos

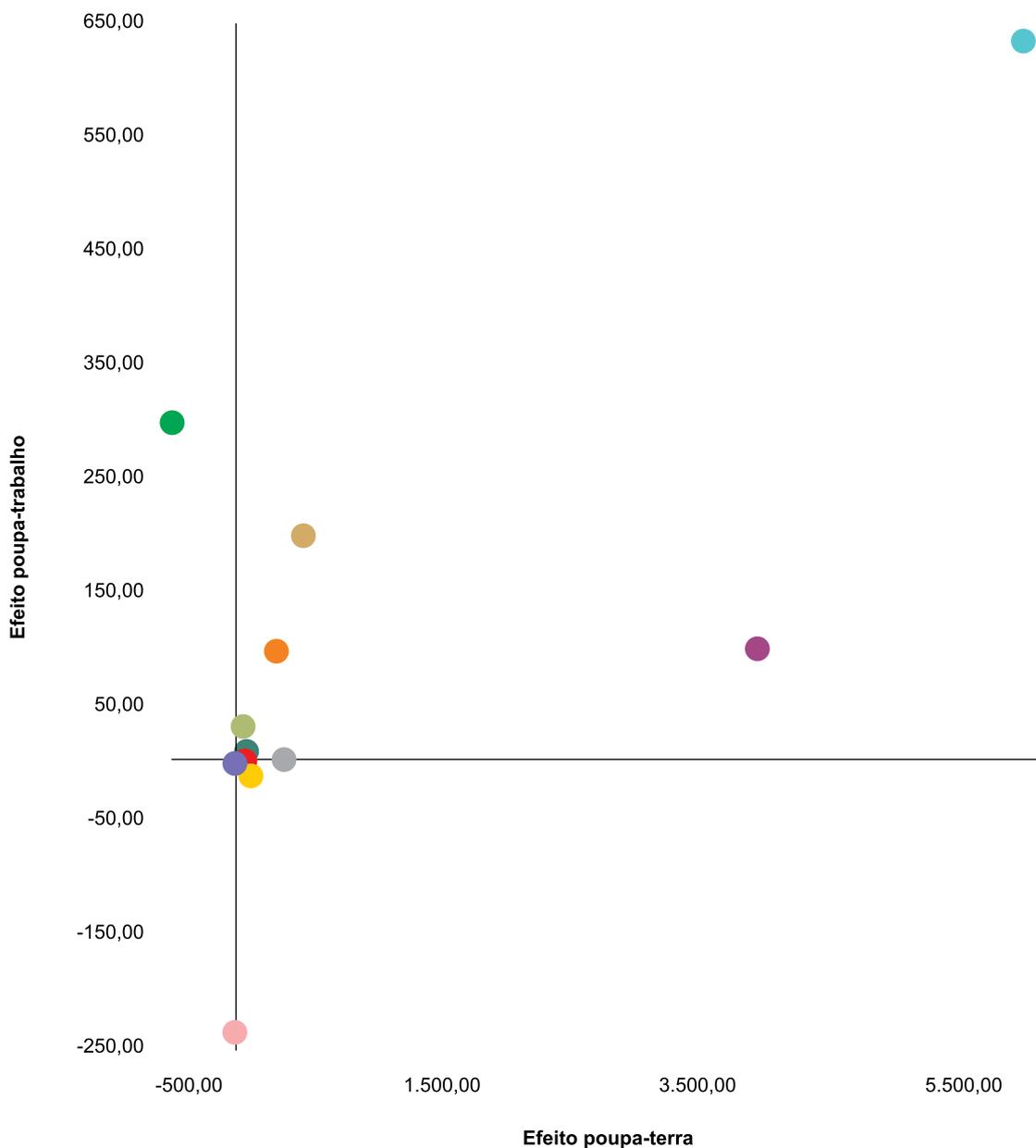
de produção, pois a mão de obra empregada nessa etapa representa parcela expressiva dos custos de produção (Colaço, 2008; Silva et al., 2013).

O efeito poupa-trabalho da laranja foi negativo, o que pode estar associado ao avanço do Greening sobre os pomares do Sudeste e do Sul e exigir maior frequência nas atividades de prevenção.

O Sul ficou em terceiro lugar em termos do efeito poupa-trabalho, com economia de cerca de 212 mil trabalhadores. Milho, soja e arroz foram os responsáveis por grande parte desse efeito. A cana-de-açúcar, passando pelo processo de mecanização da colheita também na região, enfrenta dificuldades para reduzir a demanda de mão de obra com a expansão da cultura para áreas de difícil mecanização (por conta do relevo). O resultado foi o efeito poupa-trabalho negativo da ordem de 23 mil trabalhadores. Como no caso do efeito poupa-terra, a região gerou os melhores resultados de efeito poupa-trabalho para o cultivo de uva.

No Centro-Oeste, o efeito foi responsável pela redução de 174 mil trabalhadores nas culturas analisadas, com destaque para o milho (77 mil), a soja (40 mil) e a cana-de-açúcar (38 mil). A região possui características que facilitam a mecanização do plantio e da colheita de diversos gêneros agrícolas, como relevo plano e grandes propriedades. Isso contribui para que a região tenha, historicamente, os mais altos níveis de produtividade de trabalho em diversas das culturas analisadas.

Para as 12 culturas analisadas neste trabalho, foram poupados 10,8 milhões de hectares e 1,1 milhão de empregos rurais entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015. A Figura 1 mostra as culturas responsáveis por esses dois efeitos no Brasil. As coordenadas de cada cultura foram plotadas em um plano cartesiano: o primeiro quadrante representa as culturas com efeitos poupa-terra e poupa-trabalho positivos; o segundo representa as culturas com o efeito poupa-terra negativo e o efeito poupa-trabalho



**Figura 1.** Efeitos poupa-terra e poupa-trabalho para culturas selecionadas entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015, Brasil.

Nota: o efeito poupa-trabalho foi considerado nulo para feijão e trigo.

positivo; no terceiro, estão as culturas com ambos os efeitos negativos; e no quarto quadrante estão as culturas com efeito poupa-terra positivo e efeito poupa-trabalho negativo.

A produção de milho foi o grande responsável por elevar a média nacional dos efeitos poupa-terra e poupa-trabalho, simultaneamente. A soja também conta com expressivo efeito

poupa-terra. Essas duas culturas também exibem elevado efeito poupa-terra de 1970 a 2006 no trabalho de Martha Junior et al. (2010); Mas outras culturas que vinham gerando considerável poupança de terra para Martha Junior et al. (2010), como algodão, arroz, trigo e cana-de-açúcar, não exibiram valores tão expressivos neste trabalho. Já com relação ao efeito poupa-trabalho, os destaques são a cana-de-açúcar e o café, embora com menor expressividade.

É possível notar, portanto, as culturas para as quais estão sendo direcionados maiores esforços tecnológicos no sentido de poupar fatores de produção e de aumentar, assim, a produtividade e que tipos de fatores estão sendo poupados. As principais culturas responsáveis pelos efeitos analisados são aquelas fortemente ligadas aos mercados mais dinâmicos da economia, com grande parte de sua produção destinada à exportação ou à produção de bens exportáveis, casos da cana-de-açúcar, usada na produção açucareira, e do café, da soja e milho, exportados diretamente ou usados para a produção de proteína animal, também exportada.

## Conclusão

Este trabalho mensurou os efeitos poupa-terra e poupa-trabalho para 12 culturas no País, oriundos dos avanços tecnológicos que visam obter ganhos de produtividade no meio rural brasileiro.

No total, foram poupados 10,8 milhões de hectares e 1,1 milhão de trabalhadores entre os quinquênios 2005–2009 e 2011–2015. Em termos regionais, os destaque vão para o Sul, com efeito poupa-terra de 4,7 milhões de hectares, e para o Nordeste, responsável pelo efeito poupa-trabalho de 386 mil trabalhadores. Já em termos de culturas agrícolas, as principais poupadoras de terra são o milho e a soja, e as poupadoras de trabalho são o milho e a cana-de-açúcar.

As principais implicações desses resultados são que, embora cada cultura possua um limite intrínseco de mecanização ou aumento

de produtividade da terra, esses ganhos ocorrem de maneira desigual entre as regiões, o que traz diversos problemas em termos de desenvolvimento econômico regional da agricultura. Além disso, diferentemente do efeito poupa-terra, o efeito poupa-trabalho possui um lado perverso, pois, o aumento da produtividade gera também um contingente de desempregados, normalmente pouco qualificados, que precisam ser realocados no mercado de trabalho.

## Referências

- ALMEIDA, J. Da ideologia do progresso à ideia de desenvolvimento rural sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura**: ideias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1997. p.33-55.
- ALVES, E.; SOUZA, G.S.; BRANDÃO, A.S.P. Por que os preços da cesta básica caíram? **Revista de Política Agrícola**, ano19, p.14-20, 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/955142/1/ Porqueosprecosdacestabasicacairam.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2017.
- ALVES, E.; SOUZA, G.S.; OLIVEIRA, C.A.V. Desempenho de estabelecimentos do Pronaf. In: ALVES, E. **Migração rural-urbana, agricultura familiar e novas tecnologias**: coletânea de artigos revistos. Brasília: Embrapa, 2006. 181p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158944/1/migracao-rural-urbana.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2017.
- BACHA, C.J.C. **Economia e política agrícola no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2004. 226p.
- BALSADI, O.V. Mercado de trabalho assalariado na cultura da cana-de-açúcar no Brasil no período 1992-2004. **Informações Econômicas**, v.37, p.38-54, 2007.
- BIRD. Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento. **GDP per capita PPP**. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?view=chart>>. Acesso em: 5 nov. 2017.
- BRASIL. Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998. Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 9 jul. 1998. Seção 1, p.1-3.
- BUAINAIN, A.M. **Trajatória recente da política agrícola brasileira**. Campinas, 1991. 341p. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000195605&fd=y>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

- COLAÇO, A.F. **Agricultura de precisão e colheita mecanizada em citros**. Piracicaba, 2008. 41p. Disponível em: <<http://www.ler.esalq.usp.br/download/gmap/estagio/AndreColaco.pdf>>. Acesso em: 8 jul. 2017.
- FRANCO, J.; PEREIRA, M.F. Crescimento e modernização do setor agropecuário paranaense: no período de 1970 a 2004. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.1, p.187-210, 2008.
- FREDO, C.E.; BAPTISTELLA, C.S.L.; VEIGA, J.E.R.; VICENTE, M.C.M.; SILVA, V. Recursos humanos no setor sucroalcooleiro do estado de São Paulo, 2006-2007. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008. Rio Branco. **Anais**. Rio Branco: Sober, 2008. 21p. Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/record/102233/files/527.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2017.
- FUNDECITRUS. **Doenças e pragas**. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/doencas/greening/10>>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- IBGE. **Base de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnad>>. Acesso em: 6 jul. 2018.
- IBGE. **Base de dados da Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 2 set. 2017.
- MARTHA JUNIOR, G.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v.110, p.173-177, 2012. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0308521X12000340/1-s2.0-S0308521X12000340-main.pdf?\\_tid=9a6c2b28-cb19-11e7-be53-00000aab0f02&acdnat=1510869828\\_87061c46071855885e8e1dd31b836575](https://ac.els-cdn.com/S0308521X12000340/1-s2.0-S0308521X12000340-main.pdf?_tid=9a6c2b28-cb19-11e7-be53-00000aab0f02&acdnat=1510869828_87061c46071855885e8e1dd31b836575)>. Acesso em: 10 out. 2017.
- MARTHA JUNIOR, G.; ALVES, E.; CONTINI, E.; RAMOS, S. Estilo de desenvolvimento da agropecuária brasileira e desafios futuros. **Revista de Política Agrícola**, ano9, p.93-106, 2010. Edição especial. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/955134/1/Estilodedesenvolvimentodaagropecuaria.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2017.
- MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Agricultura familiar investe em produtos que garantem renda o ano inteiro**. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/sitemda/agricultura-familiar-investe-em-produtos-que-garantem-renda-o-ano-inteiro>>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- MENDES, G.M. **Efeitos dos ganhos de produtividade total dos fatores da agropecuária sobre os preços agrícolas no Brasil: 1970-2006**. Piracicaba, 2015. 99p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-17112015-084759/fr.php>>. Acesso em: 13 out. 2017.
- MORAES, M.A.F.D. O mercado de trabalho da agroindústria canavieira: desafios e oportunidades. **Economia Aplicada**, v.11, p.605-619, 2007.
- SILVA, F.M.; SILVA, F.C.; SILVA, F.O.; SILVA, D.H. Viabilidade técnica e econômica da colheita mecanizada do café. **Visão Agrícola**, ano12, p.98-101, 2013. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-colheita-e-preparo01.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- SOUZA, G.S.; SOUZA, Z.M.; SILVA, R.B.; ARAÚJO, F.S.; BARBOSA, R.S. Compressibilidade do solo e sistema radicular da cana-de-açúcar em manejo com e sem controle de tráfego. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.603-612, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000400017.
- VIEIRA FILHO, J.E.R. A fronteira agropecuária brasileira: redistribuição produtiva, efeito poupa-terra e desafios estruturais logísticos. In: VIEIRA FILHO, J.E.R.; GASQUES, J.G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. 391p. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160725\\_agricultura\\_transformacao\\_produtiva.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160725_agricultura_transformacao_produtiva.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2017.