

Telles, Tiago Santos; Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro; Righetto, Ana Julia; Ribeir, Marina Ronchesel

Working Paper

Desenvolvimento da agricultura de baixo carbono no Brasil

Texto para Discussão, No. 2638

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Telles, Tiago Santos; Vieira Filho, José Eustáquio Ribeiro; Righetto, Ana Julia; Ribeir, Marina Ronchesel (2021) : Desenvolvimento da agricultura de baixo carbono no Brasil, Texto para Discussão, No. 2638, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília,
<https://doi.org/10.38116/td2638>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/240832>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

2638

DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO NO BRASIL

TEXTO PARA **DISCUSSÃO**

Tiago Santos Telles
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho
Ana Julia Righetto
Marina Ronchesel Ribeiro



DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA DE BAIXO CARBONO NO BRASIL

Tiago Santos Telles¹

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

Ana Julia Righetto³

Marina Ronchesel Ribeiro⁴

1. Pesquisador do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná); e professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL). *E-mail*: <telles@idr.pr.gov.br>.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea; diretor de programa da Secretaria Executiva do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); e professor dos programas de pós-graduação em agronegócio da Universidade de Brasília (Propaga/UnB) e em economia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). *E-mail*: <jose.eustaquio@agricultura.gov.br>.

3. Pesquisadora e colaboradora do IDR-Paraná. *E-mail*: <ajrighetto@gmail.com>.

4. Colaboradora do IDR-Paraná. *E-mail*: <marinaronchesel@gmail.com>.

Governo Federal

Ministério da Economia

Ministro Paulo Guedes

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Carlos von Doellinger

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Manoel Rodrigues Junior

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

Flávia de Holanda Schmidt

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Nilo Luiz Saccaro Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura

André Tortato Rauen

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Ivan Tiago Machado Oliveira

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação (substituto)

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

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

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

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2021

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2638>

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

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 do Ministério da Economia.

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

JEL: Q01; Q50; Q56.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS	35
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	40
ANEXO	41

SINOPSE

Em 2009, o Brasil se comprometeu com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Desde então, instituiu-se a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Em 2010, foi elaborado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC). Com as ações do Plano ABC buscou-se recuperar pastagens degradadas, expandir a adoção dos sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta, dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) e do Sistema Plantio Direto (SPD), difundir a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), plantar florestas e tratar dejetos animais. Nesse contexto, este estudo tem por objetivo verificar as mudanças no uso da terra, o crescimento da produção agropecuária brasileira e o cumprimento das metas do Plano ABC. A partir dos resultados é possível constatar que os compromissos internacionais acordados pelo Brasil foram cumpridos. A expansão na adoção das tecnologias do Plano ABC atingiu 154% da meta; e a mitigação de CO₂, o equivalente a 113% da meta. Todavia, a recuperação de pastagens degradadas e o tratamento de dejetos animais se apresentam como dois dos principais gargalos da questão produtiva e para agricultura de baixa emissão de carbono no Brasil. Em termos de mitigação, é necessário ampliar os investimentos na recuperação de pastagens degradadas e no tratamento de dejetos animais. Em síntese, os indicadores sinalizam que a agropecuária brasileira está cada vez mais centrada na sustentabilidade ambiental e no desenvolvimento de tecnologias de baixa emissão de carbono, que são poupadoras de recursos naturais.

Palavras-chave: agricultura; pecuária; recursos naturais; políticas públicas; sustentabilidade.

ABSTRACT

In 2009, Brazil has committed to reducing greenhouse gas (GHG) emissions. Since then, the National Policy on Climate Change has been instituted. In 2010, it was elaborated the Sector Plan for Mitigation and Adaptation to Climate Change for the consolidation of a Low-Carbon Economy in Agriculture (ABC Plan). The actions of the ABC Plan sought to recover degraded pastures, expand the adoption of integrated crop-livestock-forest systems, agroforestry systems, and the no-tillage system, spread biological nitrogen fixation, plant forests, and treat animal waste. In this context, this study aimed to verify changes in land use, the growth of Brazilian agricultural production and the fulfillment of the goals of the ABC Plan. From the results it is possible to verify

that the international commitments agreed by Brazil were fulfilled. The expansion in the adoption of the ABC Plan technologies reached 154% of the target, and the equivalent CO₂ mitigation 113% of the target. However, the recovery of degraded pastures and the treatment of animal waste are presented as the main barrier of the productive issue and for low carbon agriculture in Brazil. In terms of mitigation, it is necessary to increase investments in the recovery of degraded pastures and in the treatment of animal waste. In summary, the indicators demonstrate that Brazilian agriculture is increasingly focused on environmental sustainability and the development of low-carbon technologies, which are natural resources savers.

Keywords: agriculture; livestock; natural resources; public policy; sustainability.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o agronegócio comercial e familiar tem grande relevância na composição do produto interno bruto (PIB) e na geração de empregos. A produção brasileira de bens e serviços de base agropecuária está atrelada a um conjunto de fatores que impulsionou a modernização e os ganhos de produtividade no setor, com destaque para as pesquisas e o constante desenvolvimento de tecnologias (Buainain *et al.*, 2014; Alves, Souza e Marra, 2017; Vieira Filho e Gasques, 2016; 2020; Fishlow e Vieira Filho, 2020).

Desde 1976, ao longo de quase cinco décadas, as transformações na agricultura de grãos mostraram crescimento baseado em ganhos de produtividade, com a otimização do uso das áreas agrícolas (Gasques *et al.*, 2012; Pereira *et al.*, 2012; Telles e Righetto, 2019). Além disso, a evolução tecnológica tem contribuído para o desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis, baseados na agricultura de baixo carbono (ABC) (Vieira Filho, 2018; Manzatto *et al.*, 2018), com destaque para o Sistema Plantio Direto (SPD) (Llanillo *et al.*, 2013; Giller *et al.*, 2015; Kassam, Friedrich e Derpsch, 2018), e para os sistemas integrados de produção, como a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) (Vilela *et al.*, 2012) e a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) (Martha Junior, Alves e Contini, 2011).

O desenvolvimento sustentável na agropecuária é uma preocupação cada vez mais frequente dentro das cadeias produtivas do agronegócio brasileiro. Todavia, a problemática em torno da sustentabilidade ainda é uma questão central no debate sobre agricultura e meio ambiente. O uso excessivo dos recursos naturais sem uma preocupação de longo prazo pode prejudicar o desenvolvimento sustentável (Cechin e Veiga, 2010). Existem registros sobre os efeitos do esgotamento dos recursos naturais na dinâmica produtiva e social (Garcia e Vieira Filho, 2018). Assim, são necessárias análises periódicas para averiguar se o crescimento da produção agropecuária segue em consonância com os princípios da sustentabilidade, tal como realizada por Telles e Righetto (2019). Acredita-se que haja espaço para que o setor se torne ainda mais eficiente e se desenvolva cada vez mais alicerçado em um modelo de produção baseado na ABC e na conservação e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

Para tanto, o Brasil está alinhado com a agenda internacional no uso sustentável dos recursos naturais, de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (*Sustainable Development Goals*) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Além disso, em 2009, na 15ª Conferência das Partes (Conference of the Parties – COP 15), o governo brasileiro comprometeu-se, até 2020, com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Desde então, foi instituída a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Em 2010, foi elaborado o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC).

As ações do Plano ABC para produção agropecuária com baixa emissão de carbono incluem: recuperação de pastagens degradadas; adoção de sistemas integrados (ILP e ILPF) e sistemas agroflorestais (SAFs); adoção do SPD; difusão da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN); expansão da área de florestas plantadas; e tratamento de dejetos animais. Desse modo, torna-se relevante aferir se as metas brasileiras com o Plano ABC foram atingidas, em termos de adoção de tecnologias sustentáveis e em relação à mitigação das emissões de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) na atmosfera, como também verificar se essas ações têm sido eficientes em conciliar produção agropecuária com sustentabilidade.

O objetivo deste estudo, portanto, é verificar as mudanças no uso da terra, o crescimento da produção agropecuária brasileira, o nível de adoção das tecnologias agropecuárias de baixa emissão de carbono e o cumprimento das metas do Plano ABC. O texto está organizado em cinco seções, incluindo esta breve introdução. A seção 2 apresenta a revisão de literatura sobre o tema. Na seção 3 está a metodologia utilizada e a composição da base de dados. Na seção 4 tem-se uma análise acerca do crescimento da produção agropecuária no Brasil, além dos resultados sobre os indicadores de sustentabilidade. Por fim, seguem as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Poucas expressões sobre o meio ambiente foram tão difundidas na agropecuária mundial quanto a do desenvolvimento sustentável. Desde os anos 1950 e 1960, preocupações ambientais relacionadas à sustentabilidade dos sistemas agropecuários são

tratadas no debate relacionado ao desenvolvimento econômico (Pretty, 2008). O termo sustentabilidade foi cunhado com forte influência da agropecuária (Ribeiro, Jaime e Ventura, 2017). Pela sua natureza, a atividade agropecuária impacta o meio ambiente, principalmente quando comparada à condição natural de matas e florestas. É possível, todavia, conciliar uma agricultura moderna, baseada em avanços científicos, com a minimização de impactos ambientais e conservação dos recursos naturais (Paterniani, 2001; Vieira Filho, 2018).

Conceitualmente, o desenvolvimento sustentável é aquele capaz de satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas demandas (Holden, Linnerud e Banister, 2014). O conceito tem por base dois pontos essenciais: i) preservação do meio ambiente, evitando o esgotamento dos recursos naturais; e ii) diminuição da fome e da pobreza, consequência do desequilíbrio ambiental e dos padrões de consumo. Portanto, é possível perceber que as práticas de desenvolvimento sustentável não estão presas apenas à conservação do meio ambiente e aos métodos de preservação de recursos naturais mas também à construção de sociedades sustentáveis, com equidade econômica e justiça social.

De maneira correlata, o princípio de sustentabilidade propõe que o desenvolvimento econômico aconteça sem prejuízo ao meio ambiente, mas preservando-o e incentivando sua conservação. Dessa forma, a sustentabilidade e a responsabilidade social são, efetivamente, parte integrante e fundamental na produção agropecuária, sobretudo para aqueles que se preocupam com as regras de competitividade e com o compromisso e responsabilidade com o meio social e ambiental em que estão inseridos. As consequências decorrentes das atividades produtivas definem o perfil e determinam as ações que buscam o desenvolvimento sustentável com qualidade de vida e bem-estar social, ou seja, de produtores rurais a consumidores, assim como de comunidades envolvidas ou de atividades econômicas integradas aos grandes centros urbanos. Pode-se afirmar que sustentabilidade na agricultura é um conceito multidimensional, o qual inclui componentes sociais, econômicos e ambientais (Cavalcanti, 2012; Kuo, 2018).

No Brasil, a produção agrícola caminha, cada vez mais, para um modelo mais sustentável (Boddey *et al.*, 2003; Lapola *et al.*, 2014; Dias *et al.*, 2016; Vieira Filho e Gasques, 2016). É importante a adaptação dos agricultores às mudanças de métodos e técnicas que auxiliam a recuperação e manutenção dos solos, tais como: i) reposição

de nutrientes químicos no solo; ii) avaliação da condição física do solo; iii) controle de plantas daninhas, pragas ou doenças; iv) controle da erosão do solo e da água, entre outros (Boddey *et al.*, 2003). Tecnologias como o ILP e ILPF, bem como o SPD e a FBN, favorecem a transição para uma agricultura de baixa emissão de carbono, considerada mais sustentável (Bordonal *et al.*, 2018). Nesse sentido, várias tecnologias e sistemas de produção agropecuária têm sido considerados mais sustentáveis, e são esses que compõem o Plano ABC.

A pecuária é responsável por 44% das emissões de GEE na agropecuária brasileira (Batista *et al.*, 2019). A degradação de pastagens, por sua vez, resulta em perda de cobertura vegetal e de matéria orgânica no solo e aumento da emissão de CO₂ para a atmosfera, por isso a recuperação dessas áreas é uma questão de grande relevância para sustentabilidade do setor. Segundo Dias-Filho (2014), enquanto em áreas com pastagens degradadas a taxa de lotação é de 0,7 animais por hectare, em áreas com pastagens recuperadas e bem manejadas a taxa de lotação passa para pelo menos 2,5 animais por hectare, o que demonstra o potencial de se aumentar a eficiência na produção animal a pasto na pecuária brasileira e de mitigação das emissões de GEE.

A ILP, a ILPF e os SAFs são tecnologias que permitem integrar produção agrícola, pecuária e silvicultura em uma mesma área, maximizando o uso da terra e gerando ganhos econômicos pelo aumento da produtividade na agropecuária.¹ No SPD, ao se revolver o solo apenas na linha de semeadura, utilizar a rotação de culturas e manter a palhada e o material orgânico das safras anteriores, apresenta-se uma série de benefícios relacionados à conservação do solo, da biodiversidade e da água, além do aumento da eficiência da adubação e a redução do número de operações agrícolas, o que representa menor consumo de combustíveis fósseis, menos emissões de GEE e de uso de fertilizantes minerais.

Com a FBN, associada à inoculação e coinoculação das sementes de soja, por exemplo, as bactérias são capazes de fixar o nitrogênio disponível na atmosfera e fornecê-lo para as plantas, reduzindo acentuadamente o uso de fertilizantes minerais, como a ureia, que contribuem para o aumento das emissões de GEE. A produção de

1. O conceito de produtividade utilizado neste estudo é o de quantidade produzida por unidade de área, por exemplo quilograma por hectare.

florestas plantadas também contribui para a captura de CO₂, de modo que o plantio de florestas comerciais acaba reduzindo a pressão sobre as matas nativas. Já o tratamento dos dejetos animais reduz a emissão de metano e produz adubo orgânico, com potencial redução do uso de insumos químicos que contribuem para a geração de GEE, além de possibilitar a conversão de biogás em energia.

O Brasil é o país com a maior área de florestas naturais tropicais do mundo e as protege com uma rígida legislação ambiental (Andrae, Schneider e Durlo, 2018). Possui, ainda, a maior biodiversidade mundial (Gallina *et al.*, 2017) e é um dos maiores detentores do capital hídrico do planeta (Souza *et al.*, 2018). O país tem uma ampla extensão de terras com aptidão para a produção agropecuária, solos férteis, boa distribuição de chuvas e luz solar abundante, ou seja, conta com vantagens em relação ao capital natural, que cria condições para uma agricultura não só sustentável mas também preparada para atender à crescente demanda mundial de alimentos (Martinelli *et al.*, 2010).

Além dessa condição estrutural, foram desenvolvidas tecnologias para a produção agropecuária, pautadas em pesquisas científicas, que levaram a produção nacional a se situar de forma estratégica na produção de alimentos, fibras e energia (Pereira *et al.*, 2012; Gasques *et al.*, 2012; Vieira Filho e Gasques, 2016; Fishlow e Vieira Filho, 2020). Portanto, medidas direcionadas à conservação da água, fixação de CO₂, fixação de nitrogênio, ao controle da erosão, à preservação dos recursos ambientais, como o plantio de árvores ao redor de rios, lagoas e riachos melhoram a sustentabilidade da agropecuária, gerando aumento de produtividade para os setores de grãos, cana-de-açúcar e cadeias produtivas de carnes (Ferraz e Felício, 2010).

Embora seja crescente o debate sobre o desmatamento na Amazônia Legal e suas implicações para sustentabilidade da agropecuária brasileira, é preciso ter em mente que esse problema é gerado por poucos contraventores, que não são agricultores ou pecuaristas de fato, mas criminosos que atuam na grilagem de terras. Para se ter uma ideia da dimensão dessa questão, vale destacar que apenas 2% de propriedades rurais são responsáveis por 62% do desmatamento ilegal na Amazônia Legal e no Cerrado brasileiro (Rajão *et al.*, 2020). Além disso, Vieira Filho (2018) revela que a relação entre pecuária e desmatamento nessa região é bem menos significativa do que usualmente se considera.

Silva, Barioni e Moran (2021) demonstram que, mesmo com a redução do desmatamento entre 2004 e 2012 e o respectivo aumento de produção de carne na região, há um desacoplamento entre criação de gado de corte e desmatamento. Para os autores, o real motivo do desmatamento na região é a especulação imobiliária. Eles apontam, ainda, que a redução da demanda da carne brasileira produzida na região pode não gerar o resultado esperado, em função de implicar uma produção menos intensiva em tecnologia. Os boicotes ao consumo de carne debilitam potencialmente o incentivo de investir em restauração de pastagens, o que pode levar a um contraditório uso extensivo da terra e ao aumento de emissões de gases poluentes. Desestimular as atividades pode conduzir à descapitalização da atividade pecuária, levando-a ao caminho oposto da intensificação sustentável, com redução de oferta de alimento e aumento da pegada ecológica, inclusive com mais estímulo para o desmatamento.

Portanto, no debate da sustentabilidade da agropecuária, é necessário considerar fatores relacionados ao uso conservacionista das terras, ao menor impacto no desmatamento, à recomposição da cobertura florestal, à intensificação da pecuária, à recuperação de pastagens degradadas, ao tratamento de dejetos animais e à viabilidade econômica e social das atividades. Nesse contexto, as ações do Plano ABC são importantes porque promovem condições para conciliar o crescimento da agropecuária com o desenvolvimento sustentável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para análise do crescimento da produção agrícola no Brasil, foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes à área cultivada (em milhões de hectares), à produção de grãos (em milhões de toneladas) e à produtividade (em toneladas por hectare), entre os anos agrícolas de 1976-1977 e 2018-2019. Para as análises do crescimento da cana-de-açúcar, foram utilizados dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) referentes à área cultivada (em milhões de hectares), à produção (em milhões de toneladas) e à produtividade (em toneladas por hectares) no período de 1990 a 2018. No que tange à pecuária, foram utilizadas estatísticas censitárias, do IBGE, em relação ao número de bovinos (milhões de cabeças), à área de pastagens (milhões de hectares) e à taxa de lotação do rebanho – dividindo-se o número de cabeças bovinas por unidade de área. O PIB da agropecuária (em trilhões

de reais)² no período de 1996 a 2019 foi obtido junto ao Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea).

Para verificar os indicadores de sustentabilidade na agricultura brasileira, considerou-se como variáveis: i) a cobertura e o uso de solos no Brasil; ii) as mudanças de uso das terras com lavouras, pastagens e florestas; iii) as áreas de lavouras com adoção do SPD; iv) as áreas de adoção de ILP, ILPF e SAFs; v) o tratamento de dejetos animais; e vi) a mitigação das emissões de CO₂eq, decorrentes das mudanças no uso da terra, a partir das ações do Plano ABC.

Foram obtidos nos censos agropecuários de 2006 e 2017, utilizando-se os questionários referentes aos estabelecimentos agropecuários com os produtores rurais, os dados referentes às mudanças no uso da terra de lavouras permanentes e temporárias; às pastagens naturais, plantadas em boas condições e em más condições; às matas/florestas naturais, destinadas à preservação permanente ou reserva legal; e às florestas plantadas no Brasil. Para chegar aos valores entre 2010 e 2020, foi realizada uma interpolação a partir os dados censitários da agropecuária de 2006 e 2017. Já os dados do mapeamento anual da cobertura e do uso dos solos do Brasil foram extraídos do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas); os dados obtidos para a evolução da área de adoção de ILPF foram obtidos na Rede ILPF; e os dados das emissões de CO₂ decorrentes das mudanças no uso da terra no Brasil entre 1990 e 2018 foram obtidos no Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

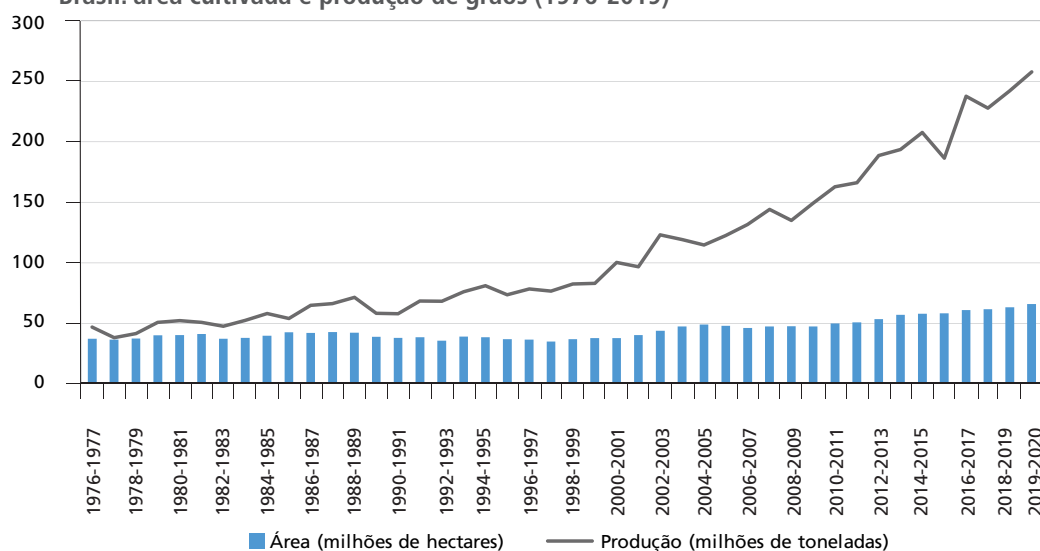
Ademais, foram apresentados os dados organizados por Miranda (2018), referentes ao estudo sobre o uso da terra da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que cruza a base de dados de produção com imagens de satélites do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (Inpe).

2. Os valores foram atualizados para dezembro de 2019.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Entre os anos agrícolas de 1976-1977 e 2019-2020 houve um crescimento na produção brasileira de grãos, que passou de 46,9 milhões de toneladas para 257,8 milhões de toneladas, um aumento de 449% em pouco mais de quarenta anos (gráfico 1). A área, nesse mesmo período, passou de 37,3 milhões de hectares para 65,9 milhões de hectares, uma expansão de 76,6%. Observa-se que tanto a área quanto a produção de grãos cresceram desde a década de 1970, porém, a taxa de crescimento foi maior para a produção do que para a área, o que evidencia o avanço tecnológico da agricultura nas últimas décadas, envolvendo melhorias químico-mecânicas, por meio de maquinários, fertilizantes e defensivos agrícolas, e biológicas e ao avanço do melhoramento genético das cultivares (Pereira *et al.*, 2012; Gasques *et al.*, 2012; Bustos, Caprettini e Ponticelli, 2016).

GRÁFICO 1
Brasil: área cultivada e produção de grãos (1976-2019)



Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).
Elaboração dos autores.

De acordo com Gasques (2017), vários fatores contribuíram para o crescimento da agricultura brasileira, tais como as políticas agrícolas e macroeconômicas após 1990, incluindo a introdução de uma nova moeda, o real. No que se refere a outros fatores explicativos, o investimento em pesquisa pública e o desenvolvimento e transferência de tecnologias inovadoras foram considerados vitais para o incremento da produtividade

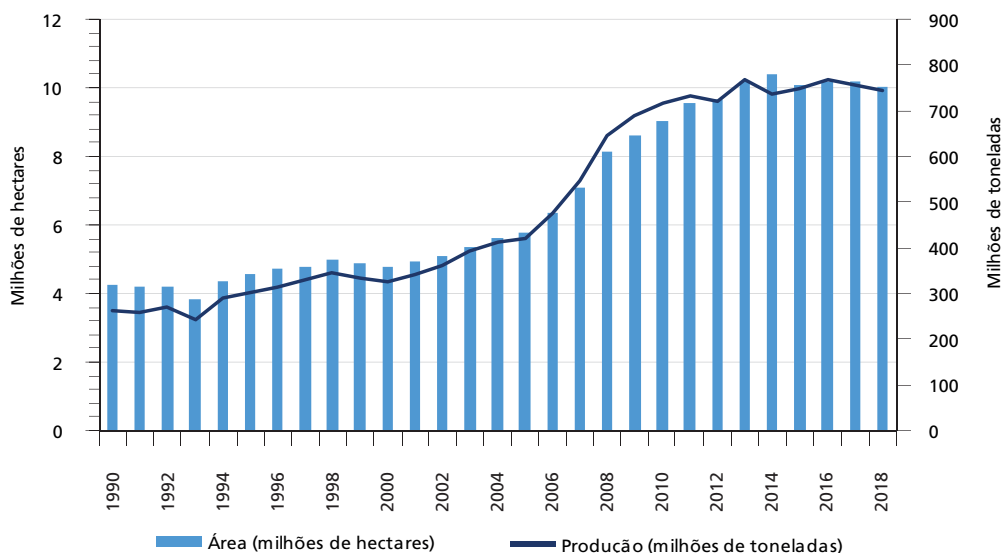
agrícola no país, principalmente de grãos (Paterniani, 2001; Camargo *et al.*, 2017; Fishlow e Vieira Filho, 2020).

Nesse sentido, três realizações se destacaram. A primeira foi a capacidade de produzir duas safras anuais: a safra de verão e a de inverno (ou “safrinha”). Além das condições ambientais, que permitem duas safras ao ano, foram feitos esforços de pesquisa para melhorar geneticamente as lavouras e facilitar a segunda colheita, em particular para a soja e o milho. Há regiões, inclusive, que produzem uma terceira safra. Houve transformação significativa no plantio de soja, com a época de semeadura começando no início de outubro para os genótipos que permitem a colheita em fevereiro, quando o milho de segunda safra é semeado. A segunda esteve relacionada ao melhoramento das variedades de soja e outros cultivos, aumentando a resistência genética a pragas e doenças, e com isso reduzindo o uso de agrotóxicos (inseticidas e fungicidas), ao mesmo tempo que as redes de experimentação difundiam informações aos produtores sobre a eficácia do manejo integrado de pragas (MIP) e doenças (MID). Isso tem sido, em parte, responsável pela estabilidade e pelo aumento no rendimento médio da soja e de outros cultivos no país. A terceira, que merece grande destaque, foi o SPD, uma importante tecnologia no manejo e conservação do solo e da água.

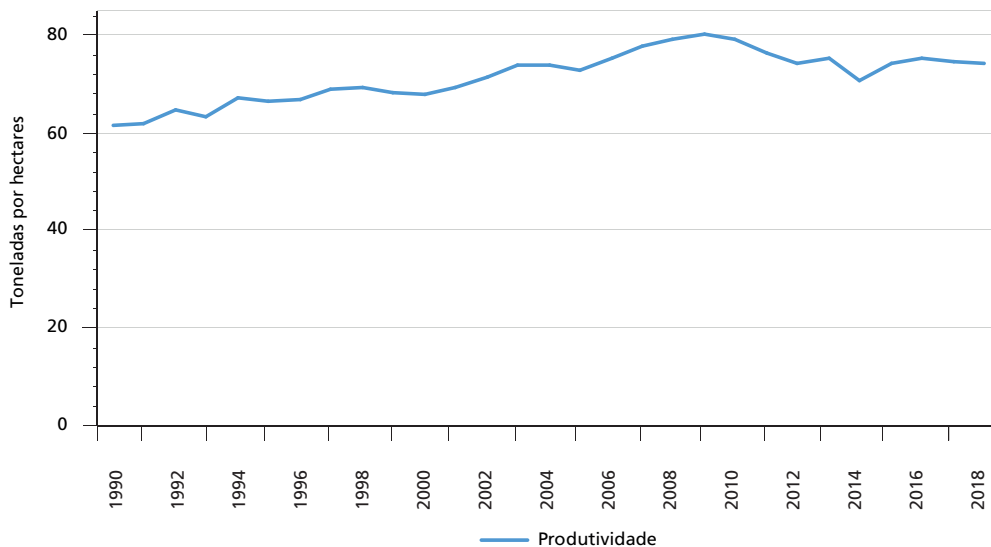
Além dos grãos, a produção brasileira de cana-de-açúcar também apresentou forte expansão nas últimas décadas (gráfico 2). Entre 1990 e 2018 houve um crescimento na produção dessa cultura, também com ganhos de produtividade. A expansão da agricultura canavieira se deu, principalmente, sobre extensas áreas de pastagens degradadas ou abandonadas (Goldemberg, Coelho e Guardabassi, 2008; Hansen *et al.*, 2013; Marin *et al.*, 2016), sobretudo no estado de São Paulo e na região Centro-Oeste (Adami *et al.*, 2012).

GRÁFICO 2
Brasil: cultura de cana-de-açúcar (1990-2018)

2A – Área cultivada e produção



2B – Produtividade



Fonte: PAM.
 Elaboração dos autores.

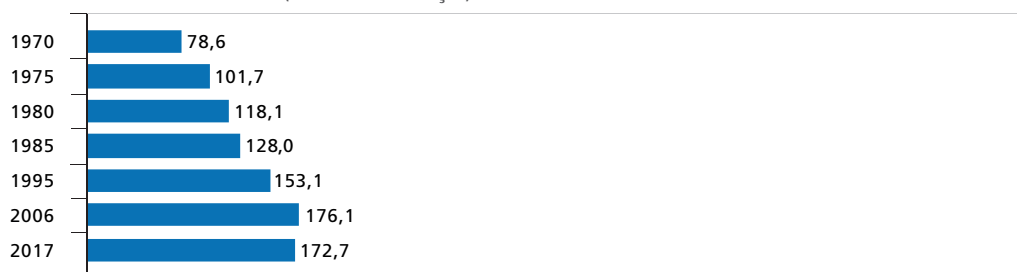
Em relação ao crescimento da produção pecuária no Brasil, vale destacar que, entre 1970 e 2006, houve um aumento de 124% no número de bovinos; e entre 2006 e 2017, um decréscimo de 1,9% (gráfico 3A). Portanto, considerando o período de 1970 a 2017, houve um aumento de 119,7% no número de bovinos. Com relação à

área de pastagens, houve uma oscilação entre 1970 e 2017, ocorrendo um acréscimo de 3,5% (gráfico 3B). A taxa de lotação, indicador de eficiência da pecuária, por sua vez, passou de 0,51 animal por hectare, em 1970, para 1,08 animal por hectare, em 2017 (gráfico 3C), resultado que evidencia ganhos de produtividade.³ Assim, a partir dos dados verifica-se que houve intensificação na pecuária, todavia a taxa de lotação de uma cabeça de animal por hectare ainda está muito abaixo do esperado. Nesse contexto, os números demonstram o predomínio da pecuária extensiva na bovinocultura de corte no país.

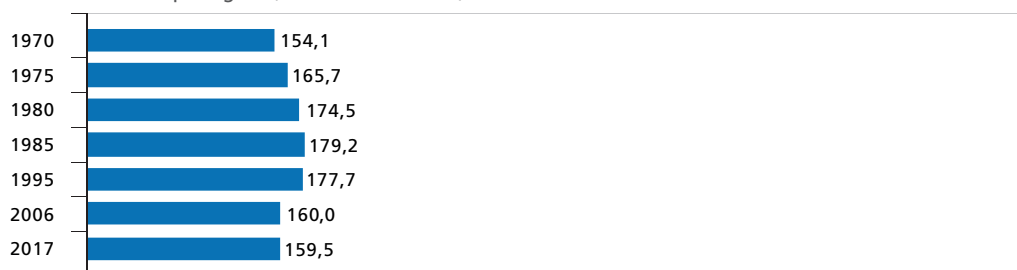
GRÁFICO 3

Brasil: pecuária (1970-2017)

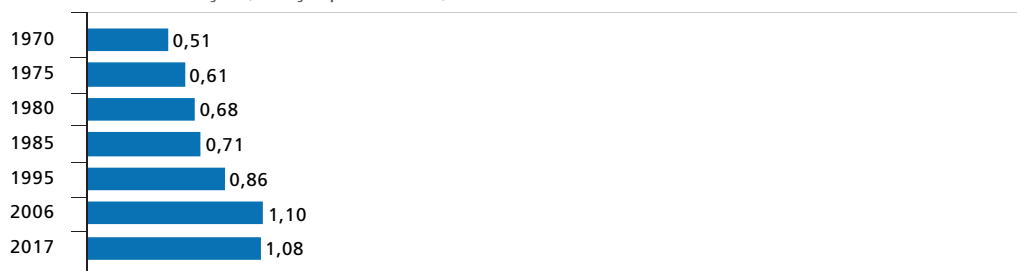
3A – Número de bovinos (milhões de cabeças)



3B – Área de pastagens (milhões de hectares)



3C – Taxa de lotação (cabeças por hectares)



Fonte: IBGE.
Elaboração dos autores.

3. Deve-se ressaltar que no período houve elevação do peso por animal.

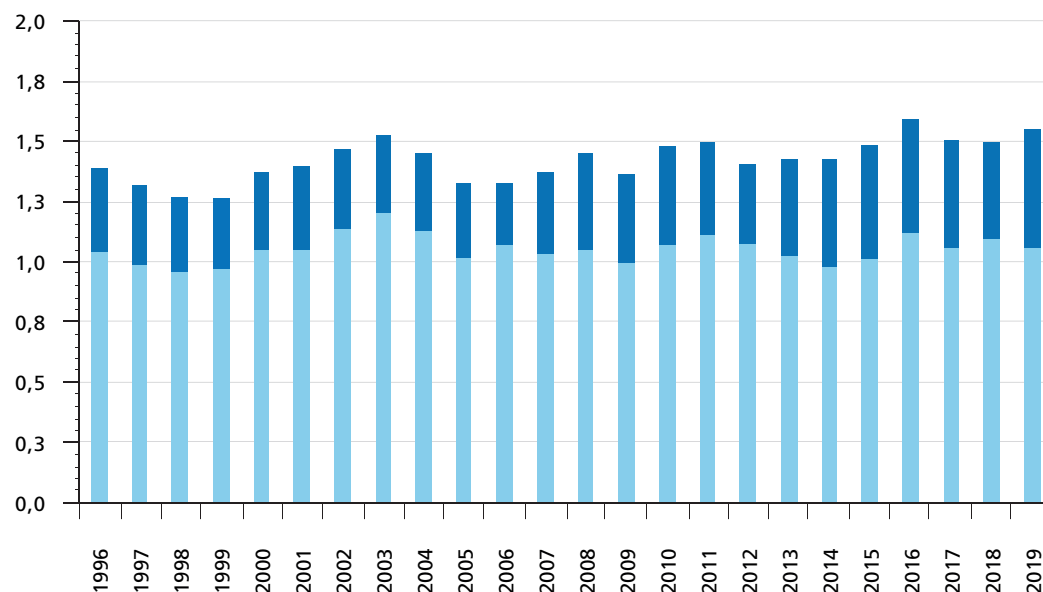
De acordo com Ferraz e Felício (2010), as dificuldades em tornar a pecuária brasileira mais intensiva e, portanto, mais eficiente estão atreladas ao baixo custo de produção do sistema extensivo/convencional. Segundo Assad e Martins (2015), existem 535 municípios com baixa taxa de lotação de pastagens, dos quais 112 estavam localizados na Amazônia. Embora essa seja uma das atividades mais importantes do país, os pecuaristas ainda associam os seus lucros à área utilizada e não à eficiência produtiva, sendo que apenas com a mudança desse paradigma haverá ganhos mais expressivos no setor.

Para melhorar a produtividade, alinhada à sustentabilidade, a pecuária brasileira necessita melhorar a eficiência na produção. Com a intensificação da pecuária no Brasil, além dos aumentos na produção, pelo uso mais intensivo da terra, pode haver redução nas emissões globais de GEEs e otimização do uso da terra, minimizando a pressão na abertura de novas áreas e evitando novos desmatamentos (Cohn *et al.*, 2014).

No que diz respeito ao PIB da agropecuária, vale destacar o crescimento de 1996 para 2019, tanto da agricultura quanto da pecuária (gráfico 4). O PIB da agricultura, que em 1996 foi de cerca de R\$ 1 trilhão, em 2019 teve um acréscimo de pouco mais de 1%, mostrando-se mais estável no período. O da pecuária, por sua vez, passou de R\$ 347 bilhões para R\$ 494 bilhões no período, ou seja, um crescimento de aproximadamente 42%. Os resultados denotam a importância econômica desses setores para o país.

O aumento da produção agropecuária no Brasil foi alcançado por meio da incorporação de novas áreas (mais terra) ao processo produtivo; do aumento da produtividade nas áreas existentes (mais animal por área e maior peso de carcaça); ou pela combinação de ambas as estratégias (Martha Junior, Alves e Contini, 2012). Desde a década de 1960, o país vem experimentando um forte crescimento em sua produção agropecuária. Inicialmente, essa expansão esteve associada ao aumento da área destinada às atividades agropecuárias (Boddey *et al.*, 2003); posteriormente, aos ganhos de produtividade (Martinelli *et al.*, 2010; Camargo *et al.*, 2017; Vieira Filho, 2018). Percebe-se que o incremento da produção de grãos e de cana-de-açúcar esteve pautado, principalmente, pela eficiência, via ganhos de produção, conforme salientado por Pereira *et al.* (2012). Já no caso da pecuária, o aumento da produtividade, baseado na intensificação, utilizando menos área por unidade animal, ainda é um desafio (Ferraz e Felício, 2010).

GRÁFICO 4
Brasil: PIB da agropecuária (1996-2019)
(Em R\$ trilhões)¹



Fonte: Cepea.
Elaboração dos autores.
Nota: ¹ Em dezembro de 2019.

Diante do exposto, não há como negar que os avanços na agricultura permitiram impressionantes aumentos de produtividade, com destaque na produção brasileira de grãos. Os ganhos de produtividade na agricultura, por meio da intensificação, representam, por sua vez, importante avanço na preservação e conservação dos recursos naturais. Em uma agricultura menos eficiente, haveria uma demanda maior de área de cultivo, o que provavelmente resultaria em maior dano ambiental. Segundo Fishlow e Vieira Filho (2020), de 1960 a 2010, o efeito poupa-terra ficou em torno de 91% do território nacional. Assim, as mudanças no uso da terra e a adoção e o desenvolvimento de sistemas de produção que geram menor impacto sobre os recursos naturais são importantes indicadores de sustentabilidade na agropecuária brasileira.

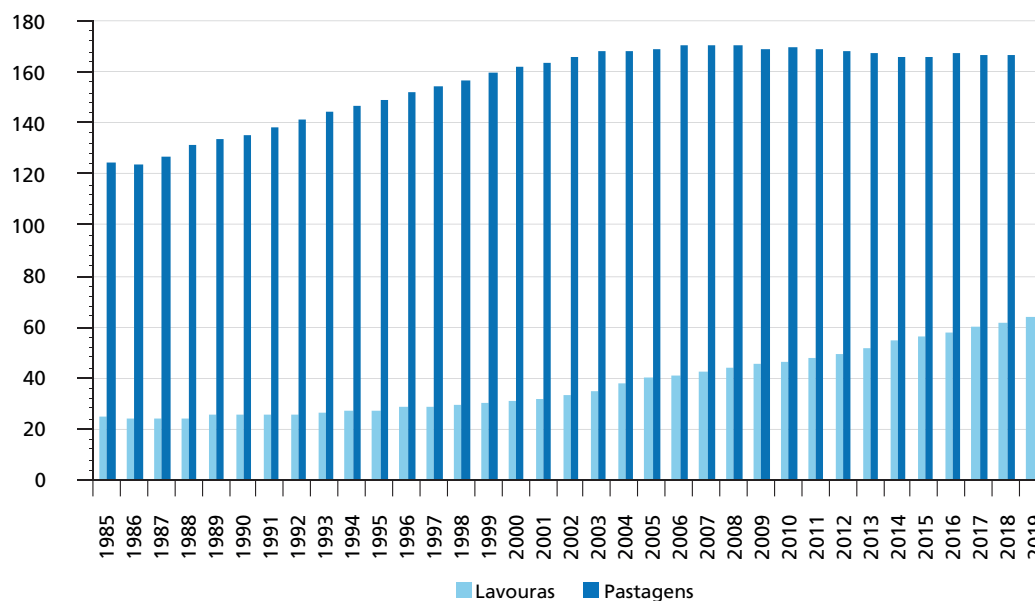
4.1 Indicadores de sustentabilidade da agricultura brasileira: mudanças no uso da terra

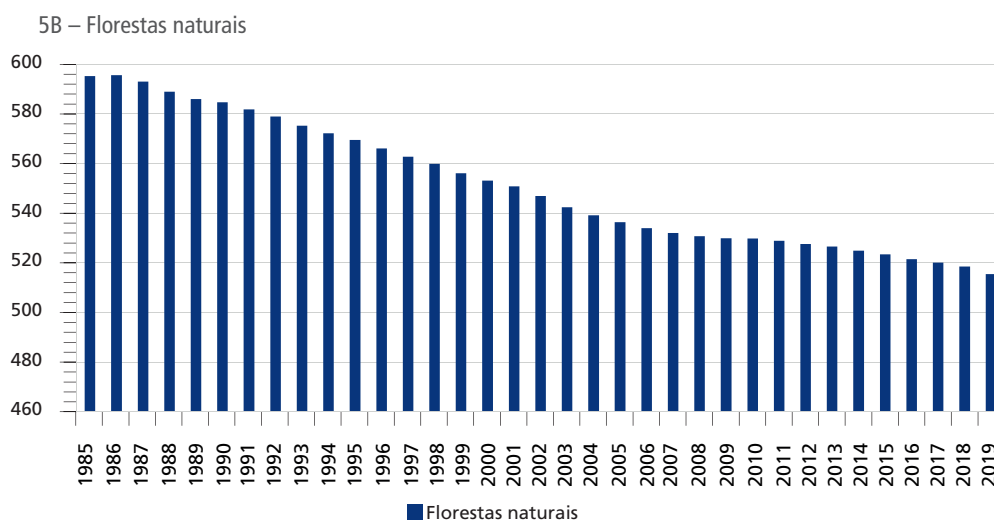
A partir da análise das mudanças no uso das terras é possível verificar tanto a dinâmica e as formas de ocupação do território quanto a organização do espaço agropecuário brasileiro. Com os dados do MapBiomas observa-se que, no Brasil, entre 1985 e 2019, houve um aumento de aproximadamente 39 milhões de hectares na área de lavouras. Considerando a evolução entre 2006 e 2017, anos censitários, o aumento foi de 46%. A área de pastagens, por sua vez, entre 1985 e 2019, teve acréscimo de 43,1 milhões de hectares. Ao considerar 2006 e 2017, porém, houve um decréscimo de aproximadamente 3,5 milhões de hectares, isto é, menos 2% de área de pastagens no período (gráfico 5A). As áreas de floresta, de 1985 a 2019, tiveram um decréscimo de aproximadamente 79 milhões de hectares. Ao considerar 2006 e 2017, o decréscimo foi de 13 milhões de hectares, o equivalente a 2,6% no período (gráfico 5B).

GRÁFICO 5
Brasil: evolução das áreas utilizadas (1985-2019)

(Em milhões de hectares)

5A – Lavouras e pastagens



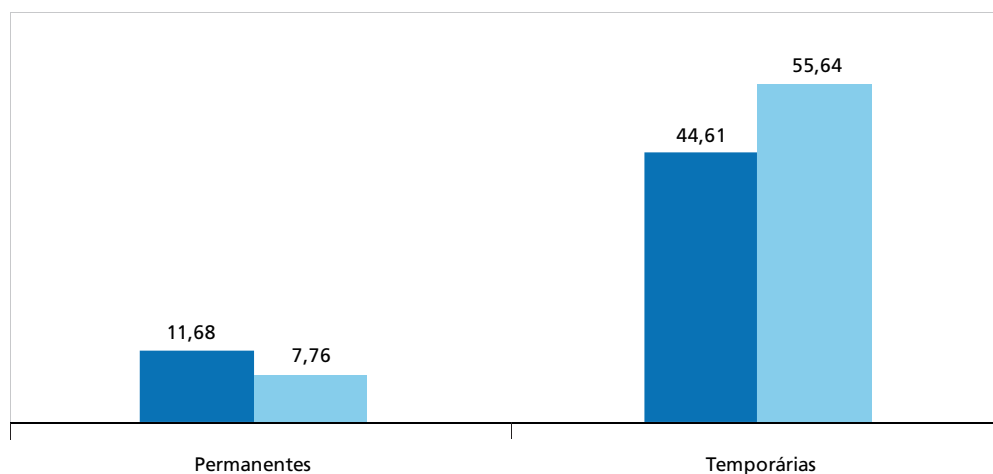


Fonte: MapBiomias.
Elaboração dos autores.

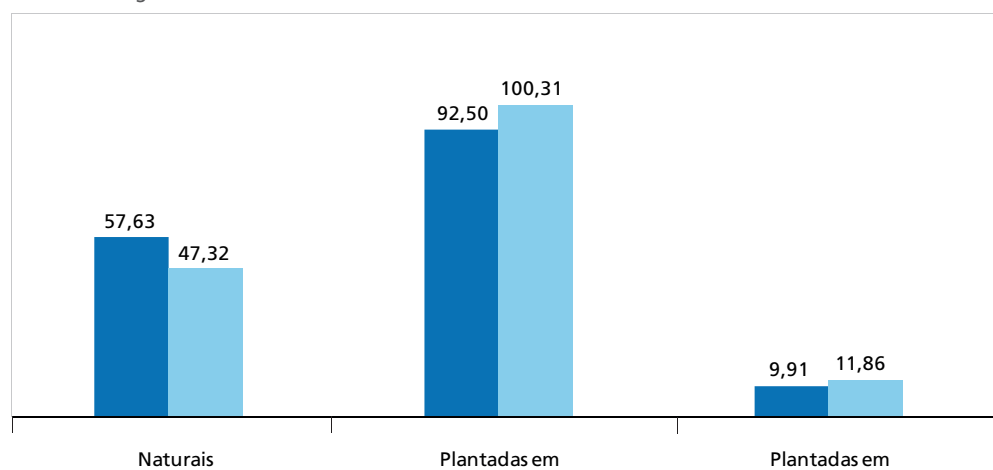
No gráfico 6, são apresentados os dados referentes às mudanças no uso da terra de lavouras permanentes e temporárias; de pastagens naturais, plantadas em boas condições e em más condições; de matas/florestas naturais, destinadas à preservação permanente ou à reserva legal; e de florestas plantadas no Brasil, entre 2006 e 2017. Com relação à área destinada às lavouras, as permanentes tiveram decréscimos de 34%; e as temporárias apresentaram aumento de 25% (gráfico 6A). No caso das pastagens, as naturais tiveram decréscimo de 18%; as plantadas em boas condições, aumento de 8%; e as plantadas em más condições, aumento de 20% (gráfico 6B). Em relação às matas e/ou às florestas no Brasil, as naturais tiveram decréscimo de 51%; e as naturais destinadas à preservação permanente ou à reserva ambiental, aumento de 47%; e as florestas plantadas aumentaram 83% (gráfico 6C).

De acordo com Miranda (2018), e conforme consta na tabela 1, o setor agropecuário preserva praticamente um quarto do território nacional (25,6%). O Brasil preserva cerca de dois terços do seu território (66,3%). A área destinada à plantação de lavouras equivale a 7,8% do território nacional, ou a 67 milhões de hectares. A área destinada ao uso agropecuário (lavouras, florestas plantadas e pastagens) representa 30,2% do território. A área utilizada para as cidades e para a infraestrutura é dada por apenas 3,5%.

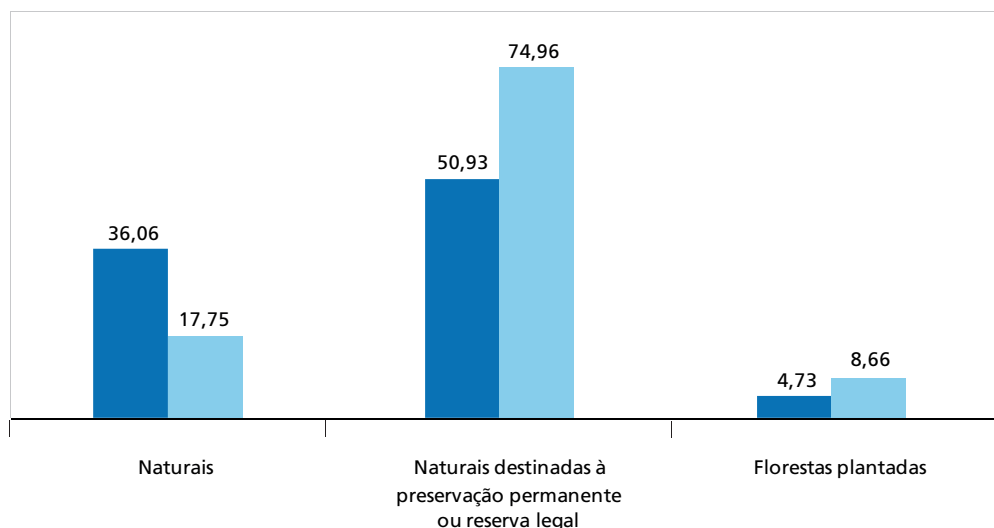
GRÁFICO 6
Brasil: mudanças no uso das terras (2006 e 2017)
(Em milhões de hectares)
6A – Lavouras



6B – Pastagens



6C – Matas/florestas



Fonte: IBGE.
Elaboração dos autores.

TABELA 1
Brasil: uso do solo de acordo com a Embrapa (2018)
(Em %)

Uso do solo	Participação	Total
Uso agropecuário	Lavouras	7,8
	Florestas plantadas	1,2
	Pastagens	21,2
Preservação ambiental	Vegetação preservada em imóveis rurais (reserva legal)	25,6
	Unidades de conservação	10,4
	Terras indígenas	13,8
	Vegetação nativa	16,5
Cidades e infraestrutura	-	3,5

Fonte: Miranda (2018).

Há poucos bancos de dados possíveis de serem utilizados para expressar as mudanças no uso da terra no Brasil. Considerando 2006 e 2017, ao analisar os dois conjuntos de dados, observa-se que, tanto pelos dados do MapBiomas (que abrange todas as terras em uso no país) quanto pelos dados dos censos agropecuários (que abrangem as terras em uso pelos estabelecimentos agropecuários), a área de lavoura apresentou um aumento e a de pastagens um decréscimo. Pelo MapBiomas a área de florestas naturais exibiu um decréscimo; porém, pelos censos agropecuários, verificou nos estabelecimentos agropecuários um aumento na área de florestas destinadas à preservação permanente ou

reserva legal, indicando que os agricultores realizaram reflorestamento. Esse aumento na área de florestas nos estabelecimentos agropecuários indica, segundo Lapola *et al.* (2014), o distanciamento entre a expansão agrícola e o desmatamento.

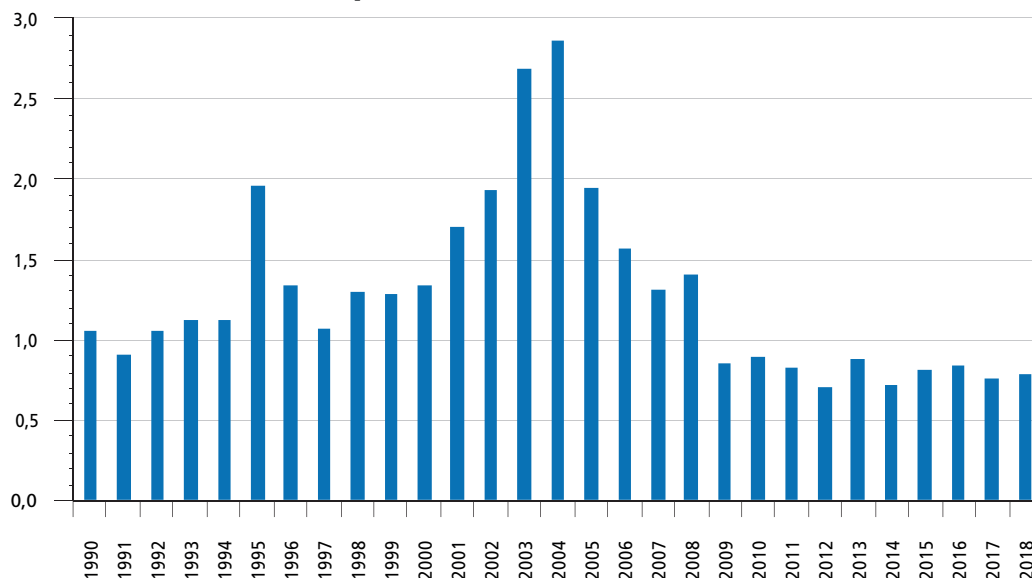
Em termos mundiais, o Brasil foi o país que apresentou o maior declínio na perda anual de florestas, com o máximo atingido em mais de 40 mil quilômetros quadrados por ano de 2003 a 2004 e de 20 mil quilômetros quadrados ao ano de 2010 a 2011 (Hansen *et al.*, 2013). Segundo Silva e Vieira Filho (2019), após a criação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), em 2004, houve um declínio de uma média anual de aproximados 18.309 km², no período 1990 a 2004, a quase 8.877 km², em 2005 a 2019, com a menor taxa de 4.571 km² em 2012. Vale ressaltar que mudanças na cobertura florestal afetam todos os ecossistemas, incluindo riqueza em biodiversidade, mudanças climáticas, armazenamento de carbono, bem como disponibilidade de água (Foley *et al.*, 2005).

A grande demanda global por produtos da agropecuária faz aumentar as preocupações sobre os impactos ambientais negativos da expansão da fronteira agrícola (Gazzoni, 2014). Dessa forma, ainda com relação às mudanças no uso da terra, vale destacar que podem ocorrer emissões de CO₂, sobretudo quando é alterada a cobertura para um uso de terra de menor estoque por hectare. A conversão de floresta para pastagem ou agricultura, por exemplo, gera emissões de CO₂ pela perda de estoques de carbono na retirada da floresta e sua queima. De maneira semelhante, pode haver sequestro de CO₂ da atmosfera quando acontece a conversão para um tipo de uso com maior estoque de carbono por hectare (uma pastagem convertida em floresta secundária). A partir dos dados do SEEG, uma iniciativa do Observatório do Clima (Azevedo *et al.*, 2018), verificou-se que as emissões de CO₂ decorrentes das mudanças no uso da terra vêm caindo no Brasil. Entre 1990 e 2018 houve uma queda de 26,28% dessas emissões no país, passando de pouco mais de 1 bilhão para cerca de 778 milhões de toneladas de CO₂ equivalente (t CO₂eq) (gráfico 7).

GRÁFICO 7

Brasil: emissões de CO₂ decorrentes das mudanças no uso da terra (1990-2018)

(Em bilhões de toneladas de CO₂eq)



Fonte: SEEG.
Elaboração dos autores.

A produção agrícola deixou de ser uma questão apenas técnica, passando a ser condicionada a dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas. Assim, faz-se necessário manter a preocupação nas mudanças no uso da terra no Brasil, as quais devem continuar a seguir o caminho da sustentabilidade, com o intuito de deteriorar o mínimo possível o meio ambiente. Deve-se entender, ainda, que o uso sustentável da terra não está apenas relacionado às tecnologias de produção, sendo preciso compreender a dinâmica da produção agrícola para, então, elaborar ações possíveis de serem realizadas para cada região (Bessa, Ventura e Alves, 2016).

4.2 O SPD e a agricultura de baixa emissão de carbono no Brasil

O SPD representa um avanço tecnológico que permite crescimento econômico no setor agropecuário sem ameaçar o meio ambiente. Trata-se de um conjunto de práticas agrícolas que visa conservar, melhorar e otimizar o uso dos recursos naturais mediante o manejo integrado do solo, da água e da biodiversidade, compatibilizado com o uso de insumos externos (Giller *et al.*, 2015). A adoção dos princípios do SPD contribui para o aumento da biodiversidade, da fertilidade do solo e do controle dos processos

de erosão e sequestro de CO₂ (Corbeels *et al.*, 2014), visto que essas práticas mantêm e aumentam o teor de matéria orgânica nos solos, representando, dessa forma, um ganho de sustentabilidade na produção agropecuária, com benefícios ambientais, econômicos e sociais relevantes.

O SPD está alicerçado em três pilares: ausência de preparo de solo, com revolvimento apenas nas linhas ou covas de semeadura de plantio direto (PD); cobertura permanente do solo, com manutenção de resíduos culturais sobre a sua superfície; e rotação de culturas, com ênfase na diversificação de espécies (Vanlauwe *et al.*, 2014; Kassam, Friedrich e Derpsch, 2018). Nesse sistema, o processo de colher e semear representa uma supressão (minimização) do intervalo de tempo entre a colheita e a semeadura, prática importante para elevar o número de safras por ano. Além disso, essas práticas combinam harmonicamente métodos de conservação do solo e da água e de manejo integrado de pragas (MIP), doenças e plantas invasoras. Com eficiência comprovada na melhoria da qualidade dos solos e na conservação dos recursos naturais, o SPD possibilita ganhos de produtividade nas lavouras e, por consequência, aumentos de rentabilidade da atividade agrícola (Kassam, Friedrich e Derpsch, 2018; Llanillo *et al.*, 2018).

Com o intuito de diminuir os efeitos dos processos de erosão, a adoção do SPD auxilia a exploração econômica e a preservação dos recursos naturais do solo e da água. A conservação do solo diminui o impacto ambiental de forma que maximiza o lucro e a capacidade produtiva, permitindo benefícios ambientais para a sociedade e benefícios econômicos para o produtor (Sarcinelli, Marques e Romeiro, 2009).

Vale destacar que a expansão e o desenvolvimento do SPD estão associados ao uso de herbicidas, como o glifosato (Perry, Moschini e Hennessy, 2016). O SPD, todavia, pelo não revolvimento do solo, minimiza as perdas por erosão e melhora a retenção e a infiltração da água no solo (Kassam *et al.*, 2009). Todos os ganhos do SPD em termos de redução do impacto nos recursos naturais compensam o ônus, mesmo porque toda e qualquer atividade produtiva sempre gerará impactos ao meio ambiente, principalmente sobre os recursos naturais não renováveis.

Outros ganhos de sustentabilidade na agropecuária são decorrentes de ações do MIP (Panizzi, 2013) e decorrentes de ações do manejo integrado de doenças (MID)

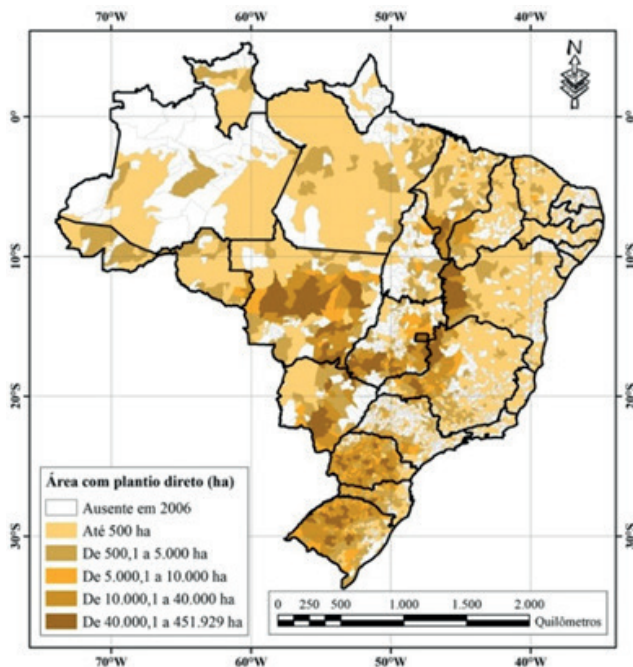
(Khoury e Makkouk, 2010), pois com a adoção dessas práticas há uma racionalização no uso de agrotóxicos. Assim, dentro dos diversos modelos possíveis e existentes, o SPD é uma das práticas mais sustentáveis.

O SPD tem sido cada vez mais utilizado no Brasil. É considerado como o mais importante sistema de conservação do solo e da água, principalmente em regiões tropicais e subtropicais (Derpsch *et al.*, 2010). Durante as décadas de 1970 e 1980, o uso de sistemas intensivos de preparo da terra em áreas cultivadas com grãos resultou em graves processos de erosão e danos à qualidade do solo, que não só reduziram sua matéria orgânica mas também comprometeram sua capacidade produtiva. Como resultado, houve esforços em pesquisa para desenvolver o SPD e na transferência de tecnologia, a fim de consolidar o SPD para o manejo sustentável dos solos agrícolas.

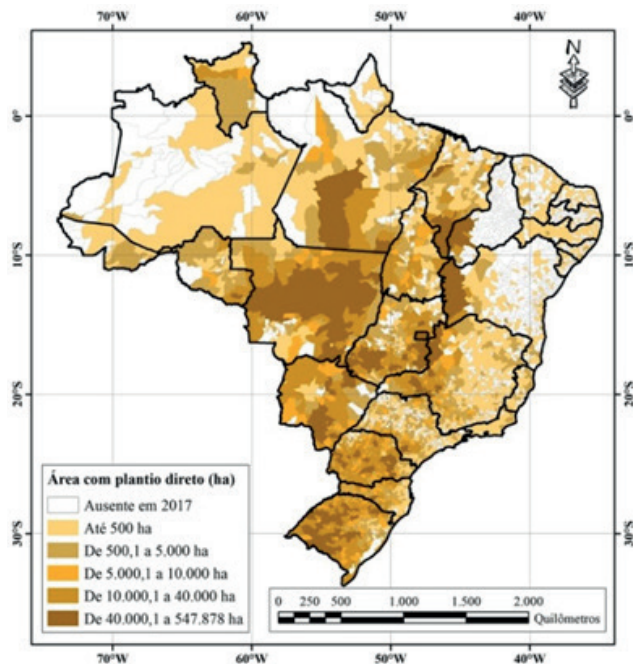
No Brasil, o SPD é utilizado em aproximadamente 86% das áreas de lavouras temporárias (Kassam, Friedrich e Derpsch, 2018; Llanillo *et al.*, 2013), e seu alto uso é associado a tentativa de redução e controle da erosão causada principalmente pela água (Merten *et al.*, 2015). Além disso, um dos objetivos do SPD é seguir a lógica da floresta, tal que a decomposição da palha da cultura anterior fique como adubo natural para as próximas culturas plantadas.

Um dos pilares do SPD é o mínimo revolvimento do solo, isto é, o uso do PD. De forma geral, houve um aumento de área com o uso do PD no Brasil (mapa 1), principalmente na região Centro-Oeste, na região Sul e no estado do Pará. Em contrapartida, nota-se um decréscimo na área destinada ao PD nos estados do Piauí e da Bahia. Dessa maneira, percebe-se uma conscientização e preferência no uso do PD no Brasil. Há regiões que ainda necessitam de um enfoque maior nessa prática, mas, no geral, o país vem se aperfeiçoando no uso do PD.

MAPA 1
Brasil: área de adoção de PD
1A – Em 2006



1B – Em 2017



Fonte: IBGE.
Elaboração dos autores.

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Em 2009 foi criado o Plano ABC, com o intuito de estimular práticas agropecuárias que reduzissem a emissão de GEE, como o CO₂ (Assad e Martins, 2015; Silva e Vieira Filho, 2019). Essa política pública foi umas das formas de sinalizar o compromisso do governo brasileiro em reduzir a emissão de GEE, considerando a adoção e a ampliação do uso de diversas técnicas agropecuárias que são conhecidas por reduzir a emissão dos gases. A adoção de boas práticas agrícolas para diminuir as emissões de GEE da agricultura faz do Brasil um dos principais protagonistas da discussão mundial sobre o combate às mudanças climáticas. De acordo com Manzatto *et al.* (2018), as emissões de GEE pela agropecuária no Brasil são cerca de 31% do total, oriundas sobretudo do desmatamento e do processo produtivo, como emissões de gás metano na pecuária e liberação de carbono pelas práticas de manejo do solo. No entanto, por um lado, as externalidades negativas podem fragilizar a imagem do setor agropecuário; por outro, representam uma oportunidade para reduzir emissões ou mesmo recompor os estoques de CO₂ que foram liberados nas últimas décadas.

Assim, com a ideia de mostrar que, num curto espaço de tempo, a agricultura brasileira poderia deixar de ser altamente emissora de CO₂ e de outros GEE para se tornar um setor muito eficiente na sua mitigação, alguns estudos buscaram quantificar a possível redução das emissões de CO₂ na agropecuária brasileira e apontar quais tecnologias promoveriam essa redução (Assad e Martins, 2015). As tecnologias consideradas no Plano ABC⁴ são: recuperação de pastagens, sistemas integrados de produção agropecuária (ILP e ILPF), SPD, florestas plantadas, FBN e tratamento de dejetos animais.

No gráfico 8 são apresentados os percentuais da expansão da adoção das tecnologias do Plano ABC no período de 2010 a 2020, em relação aos compromissos brasileiros na redução das emissões de carbono no setor agropecuário.⁵ Pode-se observar que a meta total foi atingida. Esperava-se com o Plano ABC expandir a área das tecnologias preconizadas em 35,5 milhões de hectares, mas entre 2010 e 2020 já se atingiu 54,8 milhões de hectares (154,38% da meta).

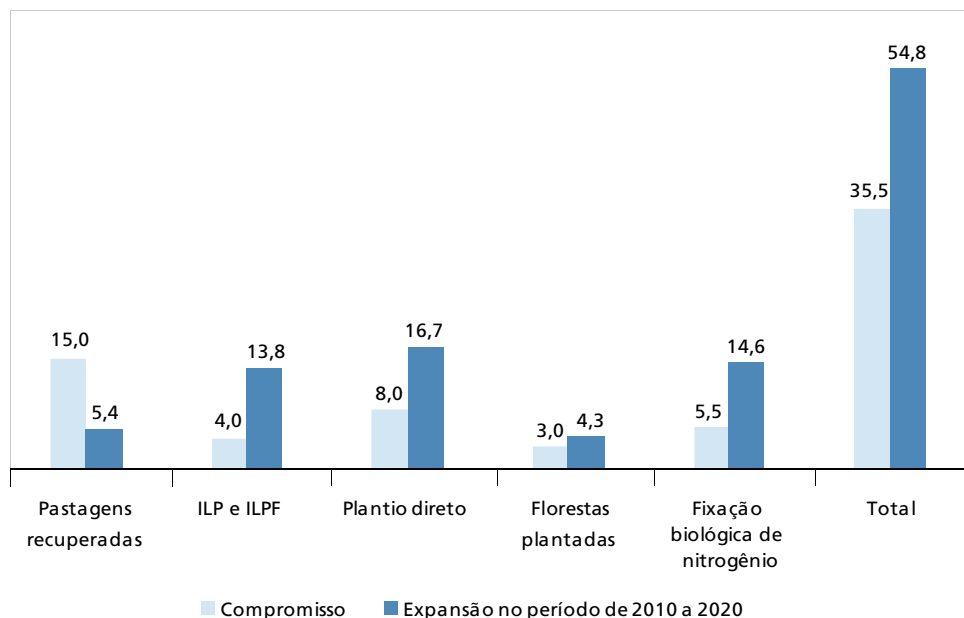
4. As metas, estimativas de expansão de área de adoção das tecnologias do Plano ABC, mitigação das emissões de CO₂, com seus respectivos coeficientes por tecnologias, mitigação total e percentual atingido em relação aos compromissos assumidos pelo Brasil no setor agropecuário são apresentados na tabela A.1 do anexo.

5. A área de recuperação de pastagem considerada no estudo se refere apenas aos sistemas de produção exclusivos de pecuária, ou seja, não está computada a recuperação de pastagens decorrente da expansão da área de ILP e ILPF.

GRÁFICO 8

Brasil: compromisso na expansão da área das tecnologias de baixa emissão de carbono no setor agropecuário (2010-2020)

(Em milhões de hectares)



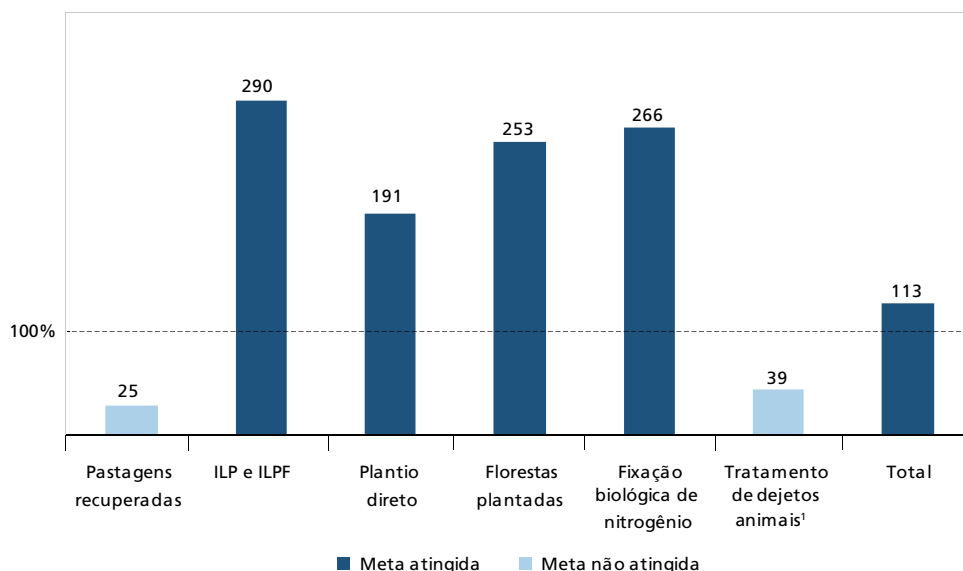
Elaboração dos autores.

No gráfico 9, estão os dados referentes ao potencial de mitigação de CO₂ e mitigação atingida com as tecnologias do Plano ABC no período de 2010 a 2020, conforme os compromissos brasileiros de redução das emissões de GEE. Observa-se que com a adoção das tecnologias previstas no Plano ABC foram mitigadas cerca de 152,93 milhões de t CO₂eq, atingindo 113% da meta.

GRÁFICO 9

Brasil: cumprimento das metas de mitigação de CO₂ em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em termos internacionais (2010-2020)

(Em %)



Elaboração dos autores.

Nota: ¹ No caso do tratamento de dejetos animais, o cumprimento das metas de mitigação de CO₂ se refere ao período de 2013 a 2018.

Em relação à recuperação de pastagens degradadas, a meta era recuperar 15 milhões de hectares e mitigar pelo menos 83 milhões de t CO₂eq. Entre 2010 e 2020, foram recuperados 5,44 milhões de hectares de pastagens degradadas (36,30% da meta) e mitigados 20,63 milhões t CO₂eq (24,86% da meta). Os ILP e ILPF ou SAFs se destacam, pois a meta era expandir sua adoção em 4 milhões de hectares e mitigar pelo menos entre 18 milhões de t CO₂eq. Entre 2010 e 2020 foram convertidos 13,76 milhões de hectares (343,94% da meta) e mitigados 52,14 milhões de t CO₂eq (289,67% da meta). Para o SPD, a meta era expandir a área de adoção em 8 milhões de hectares e mitigar pelo menos 16 milhões de t CO₂eq. Entre 2010 e 2020 foram plantados 16,74 milhões de hectares em SPD (209,22% da meta) e mitigados 30,63 milhões de t CO₂eq (191,44% da meta). Quando se avaliam as florestas plantadas, a meta era o plantio de 3 milhões de hectares de florestas; e a mitigação de pelo menos 8 milhões de t CO₂eq. Entre 2010 e 2020 foram plantados 4,31 milhões de hectares de florestas (143,74% da meta) e mitigados 20,22 milhões de t CO₂eq (252,80% da meta). Em relação à FBN, a meta era expandir a área em 5,5 milhões de hectares e mitigar 10 milhões de t CO₂eq. Entre 2010 e 2020 foram plantados 14,55 milhões de

hectares em que houve FBN (264,56% da meta) e mitigados 26,63 milhões de t CO₂eq (266,28% da meta). Já para o tratamento de dejetos animais, a meta era estimular o tratamento de 4,4 milhões de metros cúbicos de dejetos animais e contribuir com a mitigação de 6,9 milhões de t CO₂eq. Entre 2010 e 2020 foram tratados 1,7 milhão de metros cúbicos de dejetos sólidos de suinocultura (39% da meta), contribuindo com a mitigação de 2,67 milhões de t CO₂eq (39% da meta).

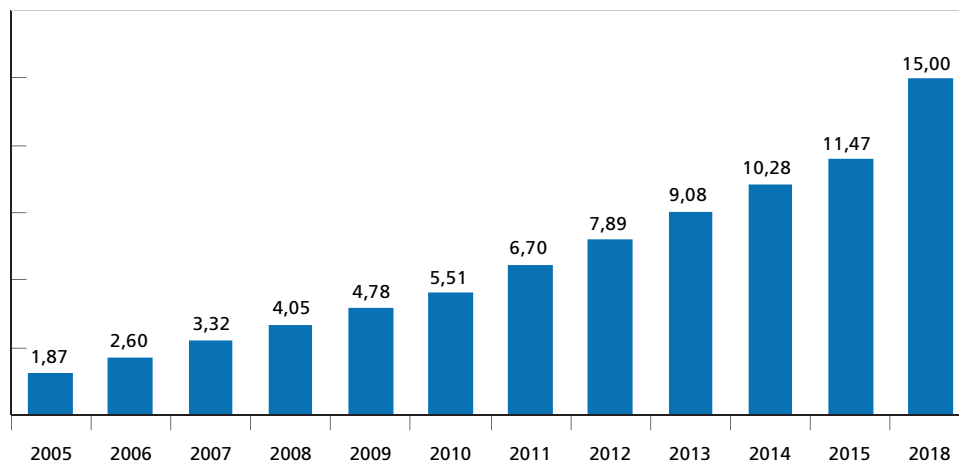
Na agricultura, as emissões de GEE são causadas principalmente por modificações nos estoques de carbono no solo e, em menor intensidade, por fertilizantes e resíduos, pelo cultivo de arroz irrigado de várzea, pela queima da palhada residual após a colheita das safras agrícolas e pelo uso de combustíveis fósseis nas operações agrícolas. A variação no estoque de carbono do solo corresponde à perda de matéria orgânica, como resultado de um uso específico da terra. Já na pecuária, a principal fonte de emissões é o metano (CH₄) gerado pelo processo digestivo dos ruminantes.

Como mencionado, a utilização do SPD tem aumentado no Brasil, bem como a área de florestas e a recuperação das pastagens, indicando que o Brasil está no caminho certo para contribuir para a redução dos GEE. Além disso, considerando os sistemas de ILPF, também contidos no Plano ABC, o Brasil está constantemente, ano após ano, aumentando a área de adoção. Os sistemas de ILPF consistem em uma estratégia de integração da produção agrícola, pecuária e florestal, em plantios com rotação, consorciação ou sucessão, dentro da mesma área. Alguns de seus objetivos são gerar uma produção sustentável, de forma a combater a baixa fertilidade do solo, melhorar as pastagens degradadas, aumentar a forragem da terra, que é baixa principalmente no inverno, e auxiliar o aumento de emprego e renda (Balbino, Cordeiro e Martínez, 2011).

Os avanços em relação às metas do Plano ABC denotam a busca pela sustentabilidade ambiental no setor agropecuário. Além disso, demonstram a interação de diferentes setores da agropecuária, como produtores, pesquisadores e técnicos extensionistas, na difusão das tecnologias de baixa emissão de carbono para o enfrentamento das mudanças climáticas globais (Manzatto *et al.*, 2020).

Em 2005, a área destinada aos sistemas de ILPF era de aproximadamente 1,87 milhão de hectares. Em 2018, esse valor passou para 15 milhões de hectares, isto é, no período de treze anos, essa área ficou oito vezes maior (gráfico 10). Tal aumento na área de ILPF auxilia, por exemplo, a diminuição de CO₂, o que vem ocorrendo no Brasil.

GRÁFICO 10
Brasil: área de adoção da ILPF
(Em milhões de hectares)



Fonte: Rede ILPF.
Elaboração dos autores.

A despeito do passivo ambiental acumulado ao longo das últimas décadas, pautado por um modelo de agricultura extensiva, houve uma melhoria dos indicadores de sustentabilidade na agricultura, demonstrando que é possível conciliar o aumento da produção agrícola e o respeito ao meio ambiente. Sistemas de produção com vistas à conservação dos recursos naturais e à baixa emissão de CO₂ têm sido aprimorados e adotados por um número cada vez maior de produtores rurais (Llanillo *et al.*, 2013; Gil, Garrett e Berger, 2016; Costa *et al.*, 2018). A relação entre a agricultura *versus* o desmatamento, as emissões de GEE e as mudanças climáticas vem mudando no Brasil. A crescente intensificação do uso da terra na agricultura, aliada a consideráveis ganhos ambientais, resultou em uma redução de 40% nas emissões de GEE em todo o país desde 2005 (Lapola *et al.*, 2014). Assim, verifica-se forte adesão às tecnologias preconizadas no Plano ABC e ao desenvolvimento e à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono no país. Todavia, a partir dos resultados, constata-se a necessidade de fortalecer ações direcionadas à recuperação de pastagens degradadas e ao tratamento dos dejetos animais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância estratégica do setor agropecuário para o Brasil reside no fato de agregar as diversas cadeias produtivas que compõem a agricultura, a pecuária e as florestas plantadas, que, juntas, constituem um importante segmento econômico do país. Os resultados denotam que houve forte crescimento da produção agropecuária brasileira, baseado principalmente em ganhos de produtividade na agricultura e na pecuária, advindos sobretudo da adoção de tecnologias que aportaram maior eficiência ao setor.

Os resultados mostram que a atividade pecuária ainda pode melhorar em termos de ganhos de produtividade e sustentabilidade, com a intensificação do número de animais por área, ou seja, com o aumento da taxa de lotação, sendo esse um dos grandes desafios da sustentabilidade ambiental na produção agropecuária. A produtividade agropecuária, contudo, cresceu muito com o peso da carcaça e a diminuição do tempo de abate ao longo do tempo. Por esse motivo, a produção pecuária no Brasil se expandiu bastante desde a década de 1990.

Em relação ao uso das terras, foi possível observar nos estabelecimentos agropecuários um aumento da área de lavouras, uma redução da área de pastagens e um aumento das áreas de florestas. No geral, isso indica uma menor necessidade de abrir novas áreas agrícolas, o que contribui para minimizar o desmatamento nos estabelecimentos agropecuários. O desafio, nesse caso, é aumentar a produção agropecuária sem desmatar. Cabe ressaltar que o setor agropecuário é responsável pela preservação de cerca de um quarto do território nacional, e a área preservada está em torno de dois terços, colocando o país em posição de destaque em relação ao resto do mundo.

Além disso, vale destacar o aumento da área agrícola utilizada com o PD e com a ILPF, que são considerados sistemas de produção ambientalmente mais sustentáveis, visto que minimizam os impactos sobre os recursos naturais e auxiliam na redução das emissões de GEE. No que se refere às contribuições nacionais determinadas em 2010, o governo brasileiro praticamente cumpriu com todas as metas estabelecidas (154% da expansão em área e 113% na mitigação de CO₂ na atmosfera). O principal gargalo está em relação à recuperação de pastagens, mas deve-se lembrar que existe recuperação de pastagens nos sistemas produtivos integrados (ILP e ILPF). O outro

problema foi relativo ao tratamento de dejetos animais; no entanto, há poucas estatísticas confiáveis que possam dar uma verdadeira dimensão do cumprimento da meta brasileira. Acredita-se que, no que tange ao tratamento de dejetos, o Brasil esteja bem melhor do que o apresentado.

A produção agropecuária brasileira está fortalecida pela transição de uma economia de baixo carbono, o que faz o país se destacar como um dos líderes e protagonista na construção dessa nova economia. Com base nos indicadores analisados, foi possível observar a extensão da contribuição nacional e o esforço despendido para alcançar os princípios de sustentabilidade ambiental, com a adoção de sistemas de produção de baixo carbono.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, M. *et al.* Remote sensing time series to evaluate direct land use change of recent expanded sugarcane crop in Brazil. **Sustainability**, v. 4, n. 4, p. 574-585, 2012.
- ALVES, E.; SOUZA, G.; MARRA, R. Uma viagem pelas regiões e estados guiada pelo Censo Agropecuário 2006. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 113-150, 2017.
- ANDRAE, F. H.; SCHNEIDER, P. R.; DURLO, M. A. Importância do manejo de florestas nativas para a renda da propriedade e o abastecimento do mercado madeireiro. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1293-1302, 2018.
- ASSAD, E. D.; MARTINS, S. M. Agricultura de baixa emissão de carbono: a evolução de um novo paradigma. **Agroanalysis**, v. 35, n. 3, p. 32-34, 2015.
- AZEVEDO, T. R. de. *et al.* SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. **Scientific Data**, v. 5, p. 1-43, 2018.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, B. G. Contribuições dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1163-1175, 2011.
- BATISTA, E. *et al.* Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 12, 2019.
- BESSA, M. M.; VENTURA, M. V. A.; ALVES, L. S. Agroecologia, sustentabilidade e a necessidade dos movimentos agroecológicos se tornarem políticas públicas. **Revista Desafios**, v. 2, n. 2, p. 181-197, 2016.

- BODDEY, R. M. *et al.* Brazilian agriculture: the transition to sustainability. **Journal of Crop Production**, v. 9, n. 1, p. 593-621, 2003.
- BORDONAL, R. O. *et al.* Sustainability of sugarcane production in Brazil: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, n. 13, p. 2-23, 2018.
- BUAINAIN, A. M. *et al.* **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014.
- BUSTOS, P.; CAPRETTINI, B.; PONTICELLI, J. Agricultural productivity and structural transformation: evidence from Brazil. **American Economic Review**, v. 106, n. 6, p. 1320-1365, 2016.
- CAMARGO, F. A. O. *et al.* Brazilian agriculture in perspective: great expectations vs reality. **Advances in Agronomy**, v. 141, p. 53-114, 2017.
- CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológica-econômica. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 35-50, 2012.
- CECHIN, A. D.; VEIGA, J. E. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 438-454, 2010.
- COHN, A. S. *et al.* Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 20, p. 7236-7241, 2014.
- CORBEELS, M. *et al.* Understanding the impact and adoption of conservation agriculture in Africa: a multi-scale analysis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 187, p. 155-170, 2014.
- COSTA, M. P. *et al.* A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 1460-1471, 2018.
- DERPSCH, R. *et al.* Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 3, n. 1, p. 1-25, 2010.
- DIAS, L. C. P. *et al.* Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. **Global Change Biology**, v. 22, p. 2887-2903, 2016.
- DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.
- FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.

FISHLOW, A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil**: innovation and competitiveness. Brasília: Ipea, 2020.

FOLEY, J. A. *et al.* Global consequences of land use. **Science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

GALLINA, E. S. *et al.* Brazilian public policies and sustainable development that influence the national bioindustry. *In*: LEAL FILHO, W.; POCIOVALISTEANU, D. M.; AL-AMIN, A. (Ed.). **Sustainable economic development**: green economy and green growth. Switzerland: Springer, 2017, p. 127-139.

GARCIA, J. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O papel da dimensão ambiental na ocupação do MATOPIBA. **Confins**, v. 35, 2018.

GASQUES, J. G. Sources of growth in Brazilian agriculture: total factor productivity. **EuroChoices**, v. 16, n. 1, p. 24-25, 2017.

GASQUES, J. G. *et al.* Total fator productivity in Brazilian agriculture. *In*: FUGLIE, K. O.; WANG, S. L.; BALL, V. E. (Org.). **Productivity growth in agriculture**: an international perspective. Oxfordshire: CAB International, 2012. cap. 7, p. 145-162.

GAZZONI, D. L. **O impacto do uso da terra na sustentabilidade dos biocombustíveis**. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

GIL, J. D. B.; GARRETT, R.; BERGER, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, v. 59, p. 557-568, 2016.

GILLER, K. E. *et al.* Beyond conservation agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 1-14, 2015.

GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy**, v. 36, p. 2086-2097, 2008.

HANSEN, M. C. *et al.* High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 342, n. 15, p. 851-853, 2013.

HOLDEN, E.; LINNERRUD, K.; BANISTER, D. Sustainable development: our common future revisited. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 130-139, 2014.

KASSAM, A. *et al.* The spread of conservation agriculture: justification, sustainability and uptake. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 7, n. 4, p. 292-320, 2009.

KASSAM, A.; FRIEDRICH, T.; DERPSCH, R. Global spread of conservation agriculture. **International Journal of Environmental Studies**, v. 76, n. 1, p. 29-51, 2018.

KHOURY, W. E.; MAKKOUK, K. Integrated plant disease management in developing countries. **Journal of Plant Pathology**, v. 92, n. 4, p. 35-42, 2010.

- KUO, H. J. Identifying sustainability: the measurement and typology of sustainable agriculture in the United States. **EurAmerica**, v. 48, n. 2, p. 195-222, 2018.
- LAPOLA, D. M. *et al.* Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2014.
- LLANILLO, R. F. *et al.* Tillage systems on annual crops in Brazil: figures from the 2006 Agricultural Census. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 3691-3698, 2013.
- _____. Profitability of no-till grain production systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 77-86, 2018.
- MANZATTO, C. V. *et al.* Monitoramento da mitigação das emissões de carbono na agropecuária. **Agroanalysis**, v. 38, n. 3, p. 26-29, 2018.
- _____. **Mitigação das emissões de gases de efeitos estufa pela adoção das tecnologias do Plano ABC: estimativas parciais.** [s.l.]: Embrapa, 2020. p. 1516-4691.
- MARIN, F. R. *et al.* Prospects for increasing sugarcane and bioethanol production on existing crop area in Brazil. **BioScience**, v. 66, n. 4, p. 307-316, 2016.
- MARTHA JUNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 117-1126, 2011.
- _____. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 11, p. 173-177, 2012.
- MARTINELLI, L. A. *et al.* Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5, p. 431-438, 2010.
- MERTEN, G. H. *et al.* No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 152, p. 85-93, 2015.
- MIRANDA, E. E. Agricultura lidera a preservação ambiental. **Plant Project**, v. 10, n. 1, p.42-43, 2018.
- PANIZZI, A. R. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 42, n. 2, p. 119-127, 2013.
- PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos Avançados**, n. 15, v. 43, p. 303-326, 2001.
- PEREIRA, P. A. A. *et al.* The development of Brazilian agriculture: future technological challenges and opportunities. **Agriculture and Food Security**, v. 1, n. 4, p. 1-12, 2012.
- PERRY, E. D.; MOSCHINI, G. C.; HENNESSY, D. A. Testing for complementarity: glyphosate tolerant soybeans and conservation tillage. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 98, n. 3, p. 765-784, 2016.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1491, p. 447-465, 2008.

RAJÃO, R. *et al.* The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Agriculture and Environment**, v. 369, n. 6502, p. 246-248, 2020.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.

SARCINELLI, O.; MARQUES, J. E.; ROMEIRO, R. A. Custos e benefícios da adoção de práticas e medidas para conservação do solo agrícola: um estudo de caso na microbacia hidrográfica do córrego Oriçandinha. **Informações Econômicas**, v. 39, n. 4, p. 5-16, 2009.

SILVA, F. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Avaliação de impacto do programa de agricultura de baixo carbono no Brasil**. Brasília: Ipea, 2019. (Texto para Discussão, n. 2568).

SILVA, R. O.; BARIONI, L. G.; MORAN, D. Fire, deforestation, and livestock: when the smoke clears. **Land Use Policy**, v. 100, 2021, 104949.

SOUZA, D. P. *et al.* Desenvolvimento urbano e saúde pública: impactos da construção da UHE de Belo Monte. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 46, p. 154-173, 2018.

TELLES, T. S.; RIGHETTO, A. J. Crescimento da agropecuária e sustentabilidade ambiental. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R. (Org.). **Diagnósticos e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019. cap. 3, p. 89-114.

VANLAUWE, B. *et al.* A fourth principle is required to define conservation agriculture in sub-Saharan Africa: the appropriate use of fertilizer to enhance crop productivity. **Field Crops Research**, v. 155, p. 10-13, 2014.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro**. Brasília: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2386).

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016.

_____. **Uma jornada pelos contrastes do Brasil: cem anos do Censo Agropecuário**. Brasília: Ipea, 2020.

VILELA, L. *et al.* Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. **Revista UFG**, n. 13, p. 92-99, 2012.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALKIMIM, A.; SPAROVEK, G.; CLARKE, K. C. Converting Brazil's pastures to cropland: an alternative way to meet sugarcane demand and to spare forestlands. **Applied Geography**, v. 62, p. 75-84, 2015.

CALDARELLI, C. E.; PERDIGÃO, C. A agroindústria canavieira e seus impactos socioeconômicos na região centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 12, p. 35-50, 2018.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. A career perspective on soil management in the Cerrado region of Brazil. **Advances in Agronomy**, v. 137, p. 1-72, 2016.

MELLO, F. C. *et al.* Payback time for soil carbon and sugar-cane ethanol. **Nature Climate Change**, v. 4, p. 605-609, 2014.

SÁ, J. C. M. *et al.* Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. **Environment International**, v. 98, p. 102-112, 2017.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidad estructural de la agricultura familiar en el Brasil. **Revista Cepal**, v. 111, p. 103-121, 2013.

_____. (Org.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019.

ANEXO

TABELA A.1
Brasil: mitigação de gases de efeito estufa na agropecuária, com a adoção de tecnologias de baixa emissão de carbono no Plano ABC¹ (2010-2020)

Tecnologias e práticas adotadas e seus respectivos indicadores, compromissos e metas	Recuperação de pastagens	Sistemas integrados (ILPF, ² ILPP e SAFs ³)	Sistema Plantio Direto	Florestas plantadas	Fixação biológica de nitrogênio	Tratamento de dejetos animais	Total
Compromisso (milhões de hectares)	15,00	4,00	8,00	3,00	5,50	-	35,50
Compromisso (milhões de m ³)	-	-	-	-	-	4,40	4,40
Potencial mínimo (milhões t CO ₂ eq) ⁵	83,00	18,00	16,00	8,00	10,00	6,90	135,00
Área em 2010 (milhões de hectares)	84,67	5,51	22,35	5,90	24,18	-	142,61
Área em 2020 (milhões de hectares)	90,12	19,27	39,09	10,21	38,73	-	197,42
%Δ (2010-2020) (milhões de hectares)	5,44	13,76	16,74	4,31	14,55	-	54,80
Meta de expansão atingida (%)	36,30	343,94	209,22	143,74	264,56	-	154,38
%Δ (2013-2018) (milhões de m ³)	-	-	-	-	-	1,71	1,71
Meta de expansão atingida (%)	-	-	-	-	-	38,86	38,86
Fator de emissão (t CO ₂ eq ha ⁻¹ ano ⁻¹)	3,79	3,79	1,83	4,69	1,83	-	-
Fator de emissão (t CO ₂ eq ME)	-	-	-	-	-	1,56	-
Mitigação (milhões t CO ₂ eq)	20,63	52,14	30,63	20,22	26,63	2,67	152,93
Meta de mitigação atingida (%)	24,86	289,67	191,44	252,80	266,28	38,70	113,28

Fonte: Plano ABC; censos agropecuários 2006 e 2017; Rede ILPF; Companhia Nacional de Abastecimento; Manzatto, C. V. et al. *Mitigação das emissões de gases de efeito estufa pela adoção das tecnologias de Plano ABC*, estimativas parciais. [S.l.]: Embrapa, 2020.

Notas: ¹ Plano ABC – Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura.

² ILPF – Integração Lavoura-Pecuária

³ ILPP – Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

⁴ SAFs – Sistemas Agroflorestais

⁵ t CO₂eq - Tonelada de dióxido de carbono equivalente.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação

Reginaldo da Silva Domingos

Supervisão

Carlos Henrique Santos Vianna

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Lis Silva Hall

Mariana Silva de Lima

Marlon Magno Abreu de Carvalho

Vivian Barros Volotão Santos

Laysa Martins Barbosa Lima (estagiária)

Editores

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Mayana Mendes de Mattos

Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

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

Fone: (61) 2026-5336

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.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



ISSN 1415-4765

