

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

PEDRO DOS SANTOS LAHÓS

IMPACTO DA ADOÇÃO DE MÉTODOS CONSERVACIONISTAS NA
PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA BRASILEIRA

Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo para obtenção do título de bacharel em Economia.

Orientador: Professor Doutor André Felipe Danelon

Coordenador: Professor Doutor Rafael de Vasconcelos Xavier Ferreira

SÃO PAULO
2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

PEDRO DOS SANTOS LAHÓS

IMPACTO DA ADOÇÃO DE MÉTODOS CONSERVACIONISTAS NA
PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA BRASILEIRA

Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo para obtenção do título de bacharel em Economia.

Orientador: Professor Doutor André Felipe Danelon

Coordenador: Professor Doutor Rafael de Vasconcelos Xavier Ferreira

SÃO PAULO

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Lahós, Pedro dos Santos

Impacto da adoção de práticas conservacionistas na produtividade agrícola brasileira – São Paulo, 2022.

Nº de páginas: 34

Área de concentração:

Orientador: Prof. Dr. André Felipe Danelon

Monografia – USP / Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária da Universidade de São Paulo.

1. Produtividade; 2. Agricultura; 3. Sustentável

DEDICATÓRIA

Em memória da minha mãe, Rita, com quem aprendi o significado de amar. Mãe, que privilégio ter sido, e para sempre ser, seu filho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 O PAPEL DA PRODUÇÃO ALIMENTAR NA SUSTENTABILIDADE	10
2.2 BRASIL COMO PROTAGONISTA NA AGENDA SUSTENTÁVEL	12
2.3 AGRICULTURA CONSERVACIONISTA (AC)	13
3 METODOLOGIA	16
3.1 FUNÇÃO PRODUÇÃO: MODELO TEÓRICO	16
3.2 BASE DE DADOS:	18
3.3 MODELO ECONOMETRICO	20
4 RESULTADOS.....	23
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS.....	31

RESUMO

IMPACTO DA ADOÇÃO DE MÉTODOS CONSERVACIONISTAS NA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA BRASILEIRA

Objetivo: O trabalho analisa os efeitos da adoção das práticas conservacionistas na produtividade dos estabelecimentos agropecuários brasileiros

Método: A partir de microdados do Censo Agropecuário de 2017, estimou-se uma função produção, permitindo estimar uma regressão linear múltipla

Resultados: O resultado apresentado mostrou que das práticas agrícolas conservacionistas estudadas, apenas plantio apresentou significância estatística para análise, apresentando um coeficiente negativo. Isto é explicado visto a redução da área cultivada, necessária para sua construção.

Conclusão: O resultado em sua maioria indica que não há uma contribuição clara das variáveis de práticas conservacionistas para a produtividade, embora elas sejam desejáveis do ponto de vista sustentável e ambiental. Assim, visto não haver incentivos econômicos claros para a adoção dessas práticas, é necessário repensar o modelo agropecuário brasileiro, pois a intensificação da produção necessita ser desenvolvida em bases sustentáveis, com incentivo através de linhas de crédito e assistência técnica profissional.

Palavras-chave: práticas agrícolas conservacionistas, produtividade, lucro

ABSTRACT

IMPACT OF THE ADOPTION OF CONSERVATION METHODS ON BRAZILIAN AGRICULTURAL PRODUCTIVITY

Purpose: The paper analyzes the effects of adopting conservationist practices on the productivity of Brazilian agricultural establishments

Material and Method: Based on microdata from the 2017 Agricultural Census, a production function was estimated, allowing a multiple linear regression to be estimated

Results: The result presented showed that of the conservationist agricultural practices studied, only planting was statistically significant for analysis, presenting a negative coefficient. This is explained by the reduction in the cultivated area, necessary for its construction.

Conclusion: Most of the results indicate that there is no clear contribution of the variables of conservationist practices to productivity, although they are desirable from a sustainable and environmental point of view. Thus, since there are no clear economic incentives for the adoption of these practices, it is necessary to rethink the Brazilian agricultural model, since the intensification of production needs to be developed on a sustainable basis, with incentives through lines of credit and professional technical assistance.

Key words: conservationist agricultural practices, productivity, profit

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Pode se dizer que, um dos maiores desafios, atualmente, da humanidade é: a sustentabilidade na produção agrícola. Dentre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, está a difícil missão de até o ano de 2030 garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade.

À medida que a população cresce, mais esforço e inovação serão necessários com agilidade para aumentar de forma sustentável a produção agrícola, aprimorar a cadeia de abastecimento global, reduzir o desperdício de alimentos e garantir aos que sofrem de fome e desnutrição acesso a alimentos nutritivos. Segundo o Panorama Agrícola 2022-2021 da OCDE-FAO, para atingir simultaneamente a eliminação da fome e direcionar a agricultura no trilho certo para contribuir para alcançar a diminuição dos Gases do Efeito Estufa do Acordo de Paris, a produtividade agrícola global média precisaria aumentar na proporção de 28% na próxima década.

Perante estes desafios, o foco na agricultura sustentável é o grande norteador do futuro da cadeia agroalimentar, tendo as práticas agrícolas conservacionistas um enorme papel na expansão da produtividade concomitantemente à manutenção da sustentabilidade.

Portanto, a produção agropecuária brasileira tem ganhado cada vez mais importância, visto que o Brasil é um dos líderes de produção e exportação de alimentos. O país pode e deve ser o modelo a ser seguido na construção de sistemas sustentáveis de produção de alimentos, que aumentem a produtividade e produção, preservando os ecossistemas e fortalecendo a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.

Segundo Putte et al. (2010), afirmam que diversas pesquisas mostram que a agricultura de conservação proporciona a sustentabilidade ambiental através do combate à erosão e conservação do solo e da água. Portanto, é necessário mensurar o impacto da adoção das práticas conservacionistas na produtividade, de modo a divulgar informações que poderão eliminar incertezas, incentivando agricultores na adoção dessas técnicas ao tomarem conhecimento dos seus possíveis benefícios, os quais vão além da propriedade rural, impactando diretamente o meio ambiente.

Este trabalho tem como objetivo contribuir com a literatura, além da tomada de decisão dos produtores e formulação de políticas públicas, verificando o impacto de práticas conservacionistas no nível de produção/produktividade agrícola. A partir dos dados disponibilizados pelo IBGE no Censo Agropecuário de 2017, pretende-se estimar uma função de produção para a agricultura brasileira, em que as unidades de observação utilizadas são a classificação microrregional utilizada pelo Censo, totalizando uma população amostral de 510 unidades.

O restante do trabalho está organizado em quatro seções, além desta introdução. Na próxima seção, apresenta-se uma revisão da bibliografia utilizada no tema. Na terceira parte encontra-se a metodologia utilizada no estudo, focando no modelo teórico, dados e análise econométrica. Na quarta seção apresentam-se os resultados obtidos na estimação da função produção e potenciais impactos das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade. Por fim, na quinta e última seção, apresentam-se as conclusões do presente estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O PAPEL DA PRODUÇÃO ALIMENTAR NA SUSTENTABILIDADE

A expressão mais difundida na agropecuária mundial, relacionado ao meio ambiente, é a produção sustentável. Desde 1950 e 1960, preocupações ambientais ligadas à sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários são tratadas nos temas atribuídos ao desenvolvimento econômico (Pretty, 2008).

O debate sobre alimentação e sustentabilidade começa com o dilema da terra conseguir alimentar nove bilhões de habitantes, previstos para viver no planeta em 2050 (Conte; Boff, 2013) sem degradá-la de modo irreversível, paralelo à garantia da saúde e do bem-estar da população. Morin (2013, p.269) destaca que o “problema da agricultura é de âmbito planetário, indissociável do problema da água, da demografia, da urbanização, de ecologia (mudanças climáticas), bem como, sem dúvida, o da alimentação, eles mesmos problemas interdependentes uns dos outros”.

Estudos recentes indicam que o tema alimentar extrapola a dimensão da oferta de alimentos para todos e as cadeias de organização produtiva. Carolan (2012 apud Cassol; Schneider, 2015) considera que a pesquisa das relações de consumo e dos sistemas de produção alimentares é essencial para o entendimento das ações dos indivíduos, assim como a ligação com a saúde mundial. A ação de comer é social, com poder de gerar novos valores e modos de vida sustentáveis. Ainda segundo Cassol e Schneider (2015), o relacionamento entre as formas de produção e comércio e os modos de consumir e alimentar são pontos cruciais para desenvolver práticas sustentáveis, tanto de produção quanto de consumo.

Porém, a preocupação com sistemas produtivos mais sustentáveis não é recente e tem despertado alertas da academia científica há algumas décadas. Um livro que despertou este alerta é *Silent Spring* (Carson, 1962), que, há mais de 50 anos, pontuava para os riscos do uso massivo de defensivos agrícolas. Os pesticidas foram criados e utilizados nos dois últimos séculos, mas de forma mais intensa a partir da Segunda Guerra Mundial, para combater as pragas. Uma praga é qualquer espécie de planta, animal, ou micro-organismo que ameaça a saúde humana. No entanto, elas tem funções importantes para a integridade dos ecossistemas. Assim, uma praga raramente é só uma praga (Robson; Hamilton, 2010). Atualmente, o uso exagerado

de fertilizantes químicos e agrotóxicos tem levado à contaminação de lençóis freáticos e solos, com consequências ecológicas e sanitárias, além do empobrecimento da biodiversidade (Morin, 2013).

Essas preocupações e apontamentos têm levado à elaboração de regras para uso desses produtos. Além, têm desenvolvido novas formas de combate a pragas, em que se destaca o Manejo Integrado de Pragas, administrando a população de pragas em níveis menores aos que provocam dano econômico, ao mesmo tempo que garantem a qualidade do ambiente e protejam a saúde humana (Robson; Hamilton, 2010).

Outra obra pioneira na abordagem mais integrada à alimentação humana foi *Diet for a Small Planet*, que mostrou o impacto da dieta humana em questões relacionadas à segurança alimentar e à sustentabilidade do nosso planeta (Lappé, 1976). Em 1970, já mostrava a necessidade de entender como fatores determinavam o uso da terra e de alimentos (Lappé, 1976). Ao se compreender o globo através da alimentação ficava nítido que qualquer sistema econômico deveria ser interpretado, sobretudo, pela forma como produz e usa seus recursos alimentares. Em nível global, a cadeia produtiva gera destruição e desperdício de alimentos de forma desconhecida do grande público.

A base do sistema produtivo que conhecemos atualmente foi a Revolução Verde, a partir de 1950, que possibilitou um aumento da produtividade das lavouras norte-americanas, através de monoculturas, com melhoria genética nas sementes, e uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, cujos problemas já haviam sido levantados por Carson (1962). Em 1970, a Revolução Verde foi levada para a Ásia e disseminada para todo o mundo, aumentando a disponibilidade de alimentos, e reduzindo seu custo. O modelo adotado a partir da Revolução Verde, se, por um lado, contribuiu para o aumento da produtividade, expandiu as fronteiras agrícolas e diminuiu trabalho braçal penoso, através da intensificação das máquinas agrícolas; por outro, estimulou a utilização de fertilizantes químicos, agrotóxicos, uso intensivo do solo e diminuição da biodiversidade.

A busca ideal da sustentabilidade permeia a construção de um modelo de produção e de desenvolvimento que concilie o crescimento da agropecuária e a conservação dos recursos naturais.

O desenvolvimento sustentável é aquele capaz de atender às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas (Holden, Linnerud e Banister, 2014). Ele está atrelado à dois pontos essenciais: i) preservação do meio ambiente, evitando o esgotamento dos recursos naturais; e ii) redução da fome e da pobreza. Assim, é possível perceber que as práticas sustentáveis não estão presas apenas aos métodos de preservação de recursos naturais, mas também à construção de sociedades sustentáveis.

Portanto, a sustentabilidade e a responsabilidade social são parte fundamental nos sistemas de produção agropecuário. Pois, as consequências das atividades produtivas determinarão ações que visam, muito além do sucesso econômico, ao desenvolvimento sustentável com qualidade de vida e bem-estar para todos. Assim, podemos afirmar que sustentabilidade na agricultura é um termo multidimensional, o qual engloba pontos sociais, econômicos e ambientais (Cavalcanti, 2012; Kuo, 2018).

2.2 BRASIL COMO PROTAGONISTA NA AGENDA SUSTENTÁVEL

No Brasil, a produção agrícola caminha, cada vez mais, para um modelo mais sustentável (Boddey et al., 2008; Lapola et al., 2014; Dias et al., 2016), com imensidão de terras aptas para a agropecuária, solos férteis, chuvas e luz solar em abundância, estando preparado para atender à crescente demanda alimentar do mundo (Martinelli et al., 2010). É o país com a maior área de florestas naturais tropicais do mundo e as protege com uma rígida legislação ambiental (Andrae et al., 2018). Além disso, possui a maior biodiversidade do mundo (Gallina et al., 2017) e é um dos maiores detentores do capital hídrico do planeta (Souza et al., 2018). Além disso, desenvolveu-se tecnologias para a produção agropecuária, pautadas na ciência, que carregam o país à uma posição estratégica na produção de alimentos, fibras e energia (Pereira et al., 2012).

Percebe-se que a abundância de bens e serviços agropecuários está interligada a um conjunto de fatores que catalizaram a modernização e crescimento no setor (pesquisas e tecnologias, crédito, investimento, abertura de mercados no exterior).

O efeito das mudanças na agricultura ocasionou, em pouco mais de quarenta anos, um crescimento na produção brasileira de grãos focado em ganhos de produtividade, na otimização do uso das terras agrícolas (Pereira et al., 2012). A evolução tecnológica tem contribuído para o crescimento de sistemas de produção mais sustentáveis, baseados na agricultura conservacionista (AC) (Giller et al., 2015; Kassam, Friedrich e Derpsch, 2018), na agricultura de baixo carbono (ABC) (Manzatto et al., 2018) e em 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).

Contudo, a questão em torno da sustentabilidade da produção agropecuária ainda é central no debate ambiental (Buainain e Garcia, 2019). Assim, o esforço de verificar se o aumento dessa produção segue de acordo com os princípios da sustentabilidade ambiental é de extrema importância, sobretudo quando se toma por hipótese que os benefícios sustentáveis na produção agropecuária são notórios, embora exista um grande espaço para aumentar a eficiência do setor, desenvolvendo cada vez mais através de um modelo ambientalmente sustentável.

2.3 AGRICULTURA CONSERVACIONISTA (AC)

A AC caracteriza um avanço tecnológico que possibilita um crescimento econômico no setor, sem que isso degrade o meio ambiente. Trata-se de práticas agrícolas que tem como objetivo 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 dessas práticas da AC contribui para aumentar a biodiversidade, fertilidade do solo e controlar os processos de erosão e sequestro de CO₂ (Corbeels et al., 2014), visto que tem como princípios manter e aumentar o teor de matéria orgânica nos solos.

A AC está baseada em três fundamentos: ausência de preparo de solo, com revolvimento apenas nas linhas ou covas de semeadura (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). Dessa forma, o processo colher-semear representa uma diminuição do intervalo entre a colheita e a semeadura,

contribuindo para a elevação do número de safras no ano. Com eficiência atestada na melhoria da qualidade dos solos e na conservação dos recursos naturais, a AC pode gerar ganhos de produtividade nas lavouras e, assim, contribuir com aumentos de rentabilidade (Kassam, Friedrich e Derpsch, 2018). Com o intuito de reduzir as consequências da erosão, se faz necessária a implementação de práticas da AC para auxiliar na preservação do solo e da água.

Todas as contribuições da AC relacionadas à redução do impacto nos recursos naturais compensam o ônus, visto que qualquer atividade produtiva sempre gerará impactos ao meio ambiente. Ainda quanto à AC, outros ganhos de sustentabilidade na agropecuária são o MIP (Panizzi, 2013) e o manejo integrado de doenças (MID) (Khoury e Makkouk, 2010), pois com a adoção dessas práticas há uma racionalização no uso de defensivos agrícolas. Assim, dentro das diversas práticas existentes, a AC é uma das mais sustentáveis.

No Brasil, a AC foi implementada em aproximadamente 86% das áreas de lavouras temporárias (Kassam, Friedrich e Derpsch, 2018), e seu alto uso é uma maneira de aliviar e controlar a erosão causada principalmente pela água (Merten et al., 2015). Além disso, um dos objetivos da AC é seguir a lógica da floresta, onde a decomposição da palha da cultura anterior fique como adubo natural para as próximas culturas. Um dos pilares da AC é o mínimo revolvimento do solo, isto é, o uso do Plantio Direto (PD). Vale dizer que, entre 2006 e 2017, a área com uso de PD no Brasil aumentou em 84%. Portanto, percebe-se uma conscientização no Brasil.

3 METODOLOGIA

3 METODOLOGIA

Com a finalidade de atender o objetivo geral proposto, que é analisar o impacto da adoção de métodos conservacionistas na produtividade agrícola, a metodologia apresenta, primeiramente, as características gerais da função produção, a equação que possui a fundamentação teórica para a construção do modelo e, em seguida, os dados utilizados e o modelo econométrico proposto.

3.1 FUNÇÃO PRODUÇÃO: MODELO TEÓRICO

A função de produção é uma amostra algébrica da alocação relativa dos insumos de uma economia/setor, cujo resultado é o produto agregado. A função Cobb-Douglas é bastante utilizada por ser de fácil manipulação algébrica e econométrica.

Inúmeros autores têm trabalhos que estimam funções de produção agrícola do tipo Cobb-Douglas. Lemos et al. (1984), citado por Alves (2002), analisaram as elasticidades parciais de produção e valores das produtividades marginais e médias, para terra, capital e trabalho dos estados brasileiros. Curi (1997), citado por Alves (2002), fez uma análise da eficiência alocativa dos fatores de produção da agropecuária mineira, mostrando que o estado usa fatores de produção menos onerosos ao processo produtivo. Oliveira e Marques (2002) estimaram essa função para o Mato Grosso; Alves (2002) fez um estudo para o Paraná, e Dias e Oliveira (2004) para a agropecuária goiana.

Quanto à mensuração da produtividade dos insumos, ela pode ser parcial ou total. A produtividade parcial dos fatores é simplesmente a razão entre as quantidades do produto final e de um dos fatores produtivos (Y/X_i). Na agropecuária, é comum utilizar a produtividade parcial da terra (área plantada) como indicador de desempenho. Embora útil, ela não considera o efeito da maior utilização dos outros insumos no produto final e, portanto, não discrimina o efeito do progresso técnico. A obtenção da produtividade total dos fatores (PTF), a partir da estimação da função de produção, evita tais incongruências ao fazer esta discriminação. O que se busca medir com PTF é o quanto da produção é atribuído ao nível técnico e aos insumos empregados.

Para analisar os níveis de eficiência da produção agrícola, em termos da maximização da utilização dos recursos empregados nessa atividade, utiliza-se a Teoria da Produção, que possibilita a verificação da relação entre produção máxima obtida em determinado período e a utilização dos fatores de produção aplicados.

Segundo Varian (2000) e Alves (2002), a função de produção pode ser representada matematicamente por:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

em que Y é a variável dependente que corresponde à quantidade produzida, e $x_1, x_2, \dots, x_n$ são as variáveis independentes que representam os fatores de produção.

A elasticidade de produção é a razão entre variações relativas na produção e nos fatores, indicando a resposta em valor de produção, provocada por alterações nos fatores, isto é, mede a sensibilidade da produção em relação à mudança do nível de uso dos fatores.

Em uma função tipo Cobb-Douglas, a elasticidade de produção é dada pelos coeficientes de regressão. O parâmetro de retornos à escala, também chamado de função coeficiente por Debertin (1986), é dado pela soma das elasticidades parciais de produção dos n fatores da função de produção:

$$\epsilon = \sum_{i=1}^n \epsilon_i \quad (2)$$

Neste trabalho foi utilizada a função Cobb-Douglas. Para estudos dessa natureza, a literatura indica a utilização desta função, visto que mostra resultados consideráveis do ponto de vista da agregação. Isso facilita, visto que a função pode se tornar linear na forma logarítmica.

A forma funcional da produção tipo Cobb-Douglas é dada por:

$$\ln Y = \ln B + \sum_{i=1}^n (\theta_i \ln X_i + \mu_i) \quad (3)$$

em que Y é produção total; B é o parâmetro de eficiência, aqui representado como o nível básico de produtividade; n é o número de variáveis independentes; θ_i é a

elasticidade parcial de produção em relação ao i -ésimo fator; X_i é a quantidade da i -ésima variável explicativa e μ_i é o termo aleatório.

A função do tipo Cobb-Douglas possui características que permitem a realização de uma regressão linear múltipla.

3.2 BASE DE DADOS:

Os dados utilizados na construção das variáveis do modelo foram extraídos do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE) e estão na tabela a seguir:

TABELA 1: VARIÁVEIS DO MODELO ECONOMETRICO

VARIÁVEL	SIGNIFICADO	TABELA CENSO*
Y (Produção)	Valor da produção da agroindústria rural (Mil Reais)	Tabela 6960
K (Capital)	Número de tratores (Unidades)	Tabela 6869
L (Trabalho)	Pessoal ocupado (Pessoas)	Tabela 6884
H (Terra)	Área (Hectares)	Tabela 6754
%P_Nível (Plantio em nível)	% correspondente ao número de estabelecimentos agropecuários (Unidades) que utilizam Plantio em Nível sobre o total de unidades	Tabela 6845
%Rotação (Rotação de culturas)	% correspondente ao número de estabelecimentos agropecuários (Unidades) que utilizam Rotação de Culturas sobre o total de unidades	Tabela 6845
%Pousio_Solo (Pousio ou descanso de solos)	% correspondente ao número de estabelecimentos agropecuários (Unidades) que utilizam Pousio do Solo sobre o total de unidades	Tabela 6845

%HF (Horticultura e floricultura)	% correspondente ao valor da produção (Mil Reais) de Horticultura e floricultura sobre o total (Y)	Tabela 6960
%PA (Pesca e Aquicultura)	% correspondente ao valor da produção (Mil Reais) de Pesca e Aquicultura sobre o total (Y)	Tabela 6960
%FL (Floresta)	% correspondente ao valor da produção (Mil Reais) de Floresta sobre o total (Y)	Tabela 6960
%LT (Lavouras Temporárias)	% correspondente ao valor da produção (Mil Reais) de Lavouras Temporárias sobre o total (Y)	Tabela 6960
%LP (Lavouras Permanentes)	% correspondente ao valor da produção (Mil Reais) de Lavouras Permanentes sobre o total (Y)	Tabela 6960
%PEC (Pecuária)	% correspondente ao valor da produção (Mil Reais) de Pecuária sobre o total (Y)	Tabela 6960
UF (Unidade Federativa)	Variável categórica representando as Unidades Federativas do Brasil	Tabela 6754

*Número da Tabela no qual a variável foi extraída do Censo Agropecuário 2017

A variável dependente (Y), corresponde ao valor da produção da agroindústria brasileira, trazidas em unidades de milhares de reais no Censo Agropecuário. As independentes irão totalizar 13 variáveis. As primeiras três variáveis explicativas são a base de quase todas as equações de produção: K representa o nível de capital identificado como o número (em unidades) de tratores; L representa o nível da força de trabalho identificado como o número (em unidades) de pessoas; e o H representa a área de produção (terra) identificado em número de hectares.

Em seguida temos três variáveis explicativas que são o foco deste estudo, representando as práticas conservacionistas estudadas: %P_Nível representa o percentual correspondente ao número de estabelecimentos agropecuários (em unidades) que utilizam Plantio em Nível sobre o total de estabelecimentos do território nacional; %Rotação representa o percentual correspondente ao número de estabelecimentos agropecuários (em unidades) que utilizam Rotação de Culturas

sobre o total de estabelecimentos do território nacional; e %Pousio_Solo representa o percentual correspondente ao número de estabelecimentos agropecuários (em unidades) que utilizam Pousio do Solo sobre o total de estabelecimentos do território nacional.

Ademais, temos 6 variáveis explicativas representando o percentual correspondente ao valor da produção de cada um dos 6 grupos de atividades econômicas sobre o total do valor da produção da agroindústria brasileira (em unidades de milhares de reais): %HF representa o percentual do valor da produção (em Mil Reais) correspondente ao grupo Horticultura e Floricultura; %PA representa o percentual do valor da produção (em Mil Reais) correspondente ao grupo Pesca e Aquicultura; %FL representa o percentual do valor da produção (em Mil Reais) correspondente ao grupo Floresta; %LT representa o percentual do valor da produção (em Mil Reais) correspondente ao grupo Lavouras Temporárias; %LP representa o percentual do valor da produção (em Mil Reais) correspondente ao grupo Lavouras Permanentes; e representa o percentual do valor da produção (em Mil Reais) correspondente ao grupo %PEC Pecuária.

Por fim, temos a variável explicativa categórica: UF representando as Unidades Federativas do Brasil. Importante ressaltar que são representadas 26 Unidades Federativas, visto que as unidades de observação que pertenciam ao Distrito Federal foram incorporadas ao Goiás. Esta incorporação ocorreu devido às semelhanças regionais entre essas duas UF, pois a UF do Distrito Federal localiza-se internamente à UF de Goiás.

3.3 MODELO ECONOMÉTRICO

A metodologia de análise econométrica utilizada foi a de dados cross-section. É utilizada uma função produção, para 510 microrregiões apresentadas no Censo Agropecuário de 2017 sob a denominação de “Região Geográfica Imediata” (IBGE/SIDRA - Censo Agropecuário 2017). A equação a ser estimada foi:

$$\ln YH = \ln B + \beta_1 \ln KH + \beta_2 \ln LH + AC + AE + \alpha_1 UF + \mu \quad (4)$$

onde temos:

$$AC = \gamma_1(\%P_{\text{Nível}}) + \gamma_2(\%Rotação) + \gamma_3(\%Pousio_{\text{Solo}}) \quad (5)$$

representando as práticas de atividades conservacionistas,

$$AE = \theta_1(\%HF) + \theta_2(\%PA) + \theta_3(\%FL) + \theta_4(\%LT) + \theta_5(\%LP) + \theta_6(\%PEC) \quad (6)$$

representando os grupos de atividades econômicas, e

$$\ln YH = (\ln Y)/(\ln H) \quad (7)$$

$$\ln KH = (\ln K)/(\ln H) \quad (8)$$

$$\ln LH = (\ln L)/(\ln H) \quad (9)$$

representando a produtividade por hectare em função de Y, K, L; ou seja, as variáveis produção (Y), capital (K) e trabalho (L) são divididas pela variável de área (hectare - H).

O software RStudio foi utilizado para a realização da regressão linear múltipla e dos testes econométricos.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos pela estimação da função produção (4). A Tabela 1, abaixo, resume as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no estudo. Sendo que a variável que mais chama atenção é o desvio-padrão, mostrando que existe grande heterogeneidade entre as microrregiões analisadas, mesmo sendo pertencentes ao mesmo país.

TABELA 1 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Contagem
lnYH	0,74	0,74	0,09	0,44	1,04	510
lnKH	0,54	0,54	0,11	0,18	0,76	510
lnLH	0,78	0,78	0,06	0,58	1,03	510
%P_Nível	0,12	0,05	0,16	0,00	0,73	510
%Rotação	0,20	0,14	0,16	0,00	0,74	510
%Pousio_Solo	0,13	0,12	0,08	0,00	0,49	510
%PA	0,00	0,00	0,02	0,00	0,25	510
%FL	0,07	0,01	0,16	0,00	0,95	510
%LT	0,32	0,24	0,27	0,00	0,99	510
%LP	0,08	0,02	0,15	0,00	0,90	510
%PEC	0,48	0,48	0,28	0,00	1,00	510

Fonte: Elaboração própria com microdados do Censo Agropecuário 2017.

Em seguida utilizando o software RStudio para estimar o modelo de regressão linear múltipla, representado pela equação (4). Para esta análise, foi instalado os pacotes “pacman” (dplyr, car, rstatix, lmttest, ggpubr, QuantPsyc, psych, scatterplot3d) e “readxl”.

Podemos observar na Tabela 2, abaixo, os resultados do modelo ajustado para a função de produção. Ao observar a estatística F (19.27) podemos observar a comparação deste modelo criado com o modelo nulo, sendo a hipótese nula que o modelo criado tem capacidade de predição igual ao modelo nulo e hipótese alternativa que é diferente. Neste caso, como o p-valor do modelo criado é $<2.2e-16$, ou seja $< 0,05$, rejeitamos a hipótese nula e consideramos que o modelo criado tem maior capacidade de predição.

TABELA 2 – RESULTADOS DO MODELO

	Estimate	Std. Error	t-value	Pr(> t)	
(Intercept)	-1.0222	0.6347	-1.610	0.1079	
Inkh	0.1202	0.0662	1.815	0.0701	.
InLh	0.8118	0.0680	11.938	< 2e-16	***
`%P_Nível`	-1.0054	0.3950	-2.545	0.0112	*
`%Rotação`	0.2306	0.4212	0.548	0.5842	
`%Pousio_Solo`	0.8890	0.6139	1.448	0.1482	
`%PA`	0.5768	2.1304	0.271	0.7866	
`%FL`	1.8642	0.4182	4.457	1.04e-05	***
`%LT`	1.2707	0.3709	3.425	0.0006	***
`%LP`	0.5281	0.4390	1.203	0.2295	
`%PEC`	0.1512	0.3712	0.407	0.6839	
UFAcre	-0.2013	0.5515	-0.365	0.7151	
UFAmazonas	0.4715	0.4871	0.968	0.3335	
UFRoraima	0.1624	0.5802	0.280	0.7796	
UFPará	0.0341	0.4200	0.081	0.9351	
UFMapá	0.7252	0.5935	1.222	0.2223	
UFTocantins	-0.3548	0.4496	-0.789	0.4304	
UFMaranhão	-0.0672	0.4250	-0.158	0.8743	
UFPiauí	-1.3973	0.4392	-3.181	0.0015	**
UFCeará	-0.3820	0.4382	-0.872	0.3837	
UFRio Grande do Norte	0.3229	0.4636	0.697	0.4864	
UFParaíba	-0.4580	0.4512	-1.015	0.3106	
UFPernambuco	-0.8662	0.4345	-1.993	0.0467	*
UFAlagoas	-12317	0.4650	-2.649	0.0083	**
UFSergipe	-0.0227	0.5244	-0.043	0.9653	
UFBahia	-0.7754	0.4028	-1.925	0.0548	.
UFMinas Gerais	0.7117	0.3880	1.834	0.0672	.
UFEspírito Santo	1.0302	0.5082	2.027	0.0431	*
UFRio de Janeiro	0.2028	0.4395	0.462	0.6446	
UFSão Paulo	0.1853	0.4143	0.447	0.6548	
UFParaná	0.0255	0.4344	0.059	0.9530	
UFSanta Catarina	-0.1013	0.4380	-0.231	0.8170	
UFRio Grande do Sul	0.0444	0.4230	0.105	0.9163	
UFMato Grosso do Sul	-0.4301	0.4552	-0.945	0.3452	
UFMato Grosso	0.4371	0.4330	1.010	0.3132	
UFGoiás	-0.0290	0.4093	-0.071	0.9434	

Multiple R-squared: 0.5872

Adjusted R-squared: 0.5567

F-statistic: 19.27

P-value: <2.2e-16

Nota: códigos de significância: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fonte: Elaboração software RStudio com microdados do Censo Agropecuário 2017

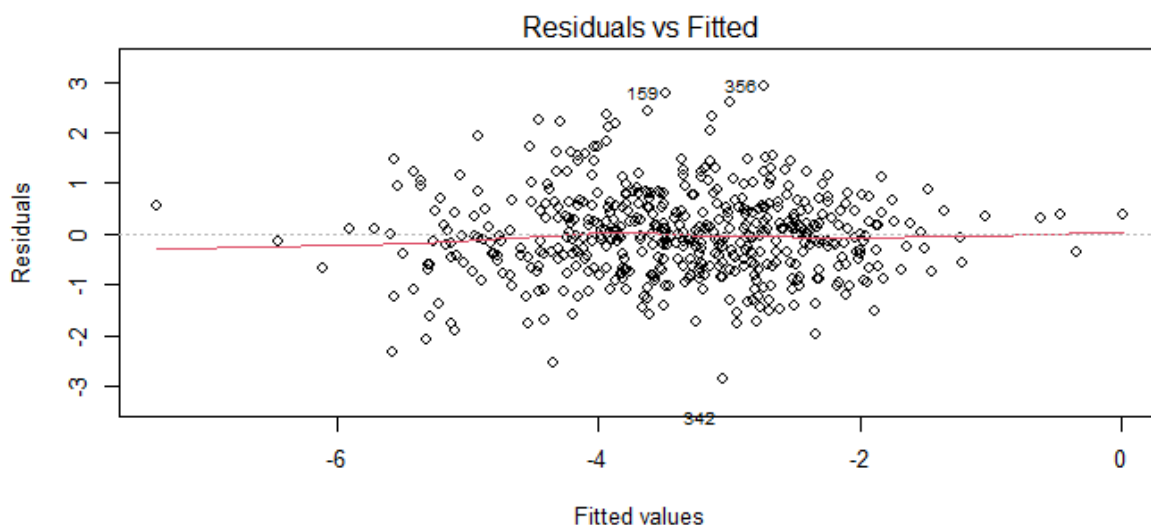
Em seguida, ao observar-se o R-quadrado ajustado, podemos inferir que, aproximadamente, 55% da variação do valor de produtividade da agroindústria brasileira é explicada pelo modelo criado. Os coeficientes das variáveis 1) produtividade do capital, 2) produtividade do trabalho, 3) plantio em nível, 4) percentual do valor da produção em áreas de floresta sobre o total da produção e 5) percentual do valor da produção de lavouras temporárias sobre o total da produção mostraram-se estatisticamente diferentes de zero, em níveis aceitáveis de significância.

Como era de se esperar, os coeficientes das variáveis capital e trabalho, normalmente utilizadas na literatura para estimação de funções de produção, reportaram significância e coeficiente positivo, reforçando os estudos já realizados e citados neste trabalho.

Olhando para as variáveis de interesse, as práticas conservacionistas, apenas a variável de plantio em nível apresentou significância. Ela apresentou um coeficiente negativo como influência no valor da produção agroindustrial brasileira, por hectare. A menor produtividade em fazendas com plantio em nível explica-se pela redução na área cultivada, necessária para a sua construção.

As demais variáveis de práticas conservacionistas não apresentaram significância em níveis convencionais.

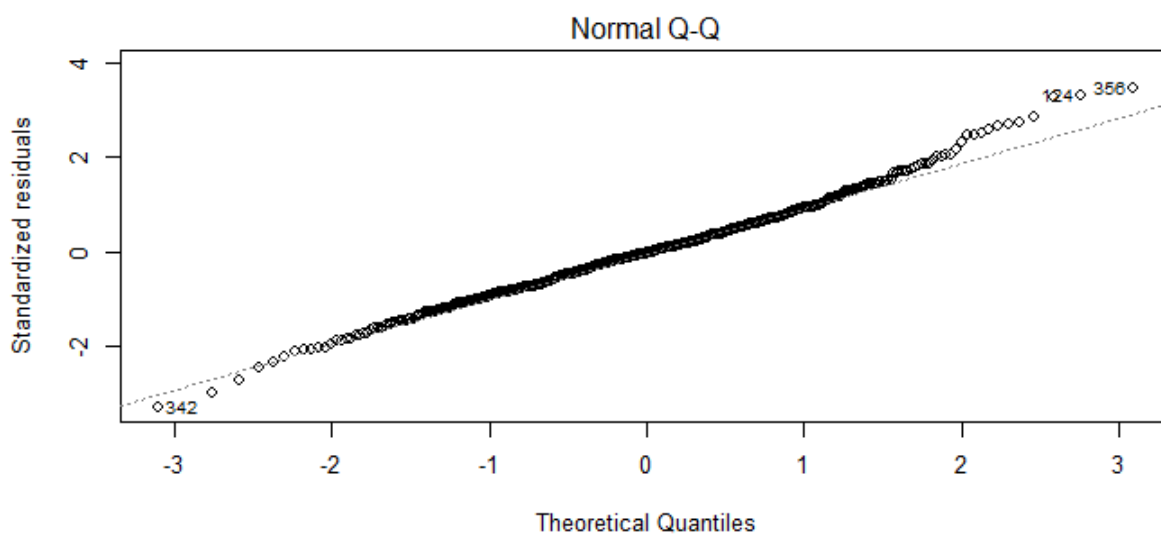
Analisando os pressupostos do modelo linear múltiplo, utilizou-se testes estatísticos e análise gráfica.

GRÁFICO 1: LINEARIDADE

Fonte: Elaboração software RStudio com microdados do Censo Agropecuário 2017

Conforme podemos observar no Gráfico 1, o qual traz os resíduos no eixo y e os valores ajustados no eixo x, avaliamos o pressuposto da linearidade.

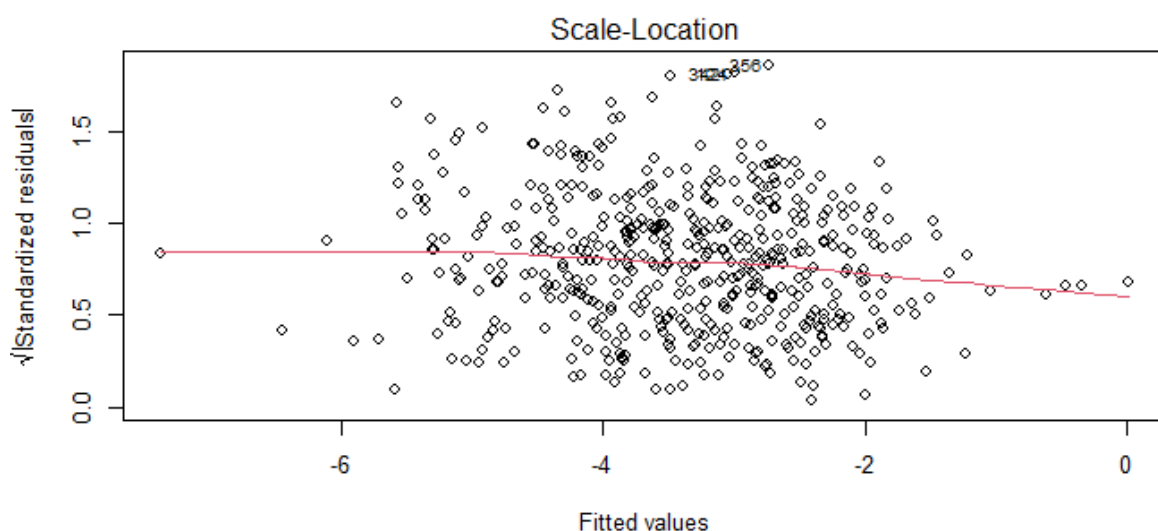
Em seguida, para a verificação de normalidade foi feito o teste de Shapiro-Wilk, o qual pode se constatar a normalidade dos resíduos, aceitando a hipótese nula. Observando o Gráfico 2 (Q-Q plot), temos no eixo y os resíduos padronizados e no eixo x os resíduos teóricos, também pode-se observar que os resíduos apresentam distribuição normal.

GRÁFICO 2: DISTRIBUIÇÃO NORMAL

Fonte: Elaboração software RStudio com microdados do Censo Agropecuário 2017

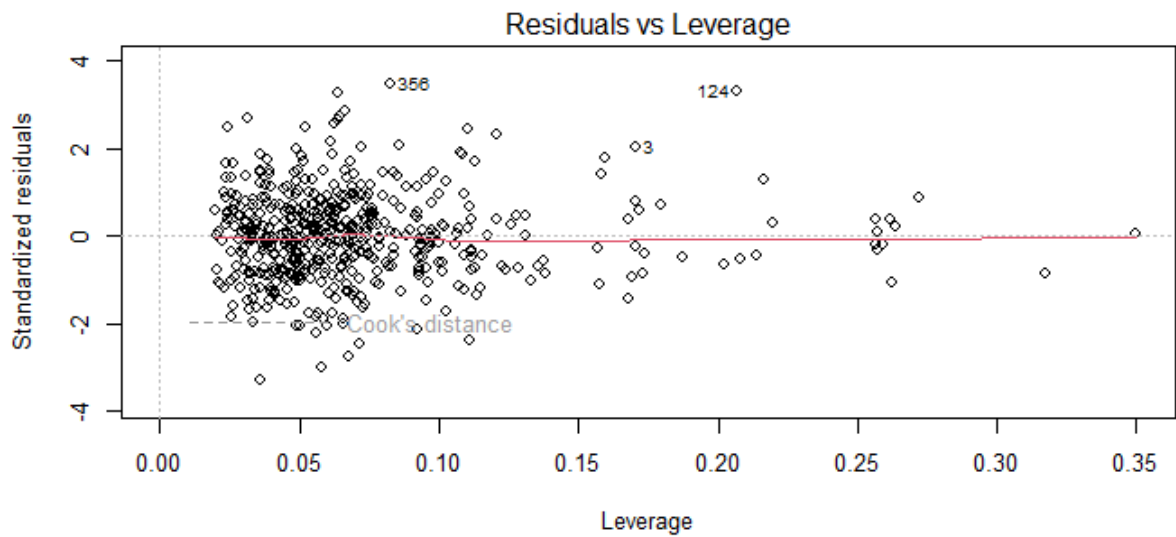
Para analisar a homoscedasticidade dos resíduos, realizou-se o teste Breusch-Pagan, aceitando-se a hipótese nula, constatando-se que o modelo não é heterocedástico. No Gráfico 3, podemos observar o pressuposto de homoscedasticidade, onde observamos os pontos dispersos em um padrão, mais ou menos, retangular.

GRÁFICO 3: HOMOSCEDASTICIDADE



Fonte: Elaboração software RStudio com microdados do Censo Agropecuário 2017

Por fim, temos o Gráfico 4 onde conseguimos observar a existência ou não de outliers e pontos influentes. Como podemos observar, não existem outliers.

GRÁFICO 4: OUTLIERS

Fonte: Elaboração software RStudio com microdados do Censo Agropecuário 2017

Na sequência de análise do nosso modelo, foi verificada a multicolinearidade através do teste FIV (Fator da Inflação da Variância) e constatou-se que o FIV calculado foi menor que 10 em todas as etapas, descartando a hipótese de multicolinearidade entre as variáveis independentes.

5 CONCLUSÕES

A análise apresentada neste trabalho configura-se como uma abordagem quantitativa do impacto da adoção de práticas agrícolas conservacionistas na produtividade em valor da agroindústria brasileira.

Através dos microdados do Censo Agropecuário de 2017, do IBGE, foi realizada uma regressão linear múltipla sobre uma função produção, a fim de obter o impacto das práticas conservacionistas.

Os resultados mostraram que, o impacto da adoção das práticas agrícolas conservacionistas sobre a produtividade em valor por hectare, para rotação de culturas e pousio de solos não foi estatisticamente significativo em níveis convencionais. Para plantio em curvas de nível, a variável foi significativa estatisticamente, apresentando um resultado negativo para quem adota esta prática. Isto pode ser explicado pois, em fazendas com plantio em nível, ocorre uma redução na área cultivada, necessária para a sua construção.

Portanto, o resultado em sua maioria indica que não há uma contribuição clara das variáveis de práticas conservacionistas para a produtividade, embora elas sejam desejáveis do ponto de vista sustentável e ambiental.

Assim, visto não haver incentivos econômicos claros para a adoção dessas práticas, é necessário repensar o modelo agropecuário brasileiro, pois a intensificação da produção necessita ser desenvolvida em bases sustentáveis, com incentivo através de linhas de crédito e assistência técnica profissional.

Além disso, é necessário mudar a visão do produto no longo prazo, para que encare a adoção de práticas sustentáveis como um investimento à longo prazo, visto que as práticas conservacionistas são pautadas pela restauração do solo e biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- ANDRAE, F. H. et al. Importância do manejo de florestas nativas para a renda da propriedade e o abastecimento do mercado madeireiro. *Ciência Floresta*, v. 28, n. 3, p. 1293-1302, 2018.
- ALVES, L. Produção agrícola agregada do Estado do Paraná em 1995. *Anhanguera Goiânia*, v. 3, p. 103-121, 2002.
- BODDEY, R. M. et al. Brazilian agriculture: the transition to sustainability. *Journal of Crop Production*, v. 9, n. 1, p. 593-621, 2008.
- BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Agriculture and the environment: a conflictive and ambiguous antinomy in recent Brazilian development. In: BUAINAIN, A. M. et al. (Ed.). *Agricultural development in Brazil: the rise of a global agro-food power*. New York: Routledge, p. 139-151, 2019.
- CAROLAN, M. *The sociology of food and agriculture*. London; New York: Routledge, 2012.
- CARSON, R. *Silent Spring*. Greenwich, Conn., USA: Fawcett Publications, 1962.
- CASSOL, A.; SCHNEIDER, S. Produção e consumo de alimentos: novas redes e atores. *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, São Paulo, n.95, maio-ago 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/0102-6445143-177/95> >. Acesso em: 10 abr. 2022.
- CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológica-econômica. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 35-50, 2012.
- CONTE, I. I.; BOFF, L. A. As crises mundiais e a produção de alimentos no Brasil. *Acta Scientiarum: Human and Social Sciences*, v.35, n.1, p.49-59, 2013.
- 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.
- 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, C. A. F.; OLIVEIRA, N. M. Estudo da função de produção agropecuária agregada do Estado de Goiás. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE. 2004.
- 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.

DONAHUE, T. et al. Comparison of viscoelastic, structural, and material properties of double-lo

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. *Meat Science*, v. 84, p. 238-243, 2010.

GALLINA, E. S.; OLIVEIRA CRUZ, L. D.; MATIAS, F. Políticas Públicas Brasileiras e Desenvolvimento Sustentável que Influenciam a Bioindústria Nacional. In: *Desenvolvimento econômico sustentável*. Springer, Cham, p. 127-139, 2017.

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

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

IBGE/SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017> > Acesso em: 15 out. 2022.

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.

LAPPÉ, F. M. Diet for a small planet. Revised edition. New York: Ballantine Books, 1976.

MANZATTO, C. V. et al. Monitoramento da mitigação das emissões de carbono na agropecuária. *Agroanalysis*, v. 38, n. 3, p. 26-29, 2018.

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.

- 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.
- MORIN, E. A Via para o futuro da humanidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 392, 2013.
- OCDE/FAO (2022), OCDE-FAO Agricultural Outlook 2022-2031, OECD Publishing, Paris. Disponível em: < https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2022-2031_f1b0b29c-en >. Acesso em: 15 out. 2022
- OLIVEIRA, Nilton Marques de; MARQUES, Neiva de Araújo. Função de produção agrícola agregada do estado de Mato Grosso em 1995. *Revista de Estudos Sociais*, 2002.
- 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.
- 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.
- RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. *Estudos Avançados*, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.
- ROBSON, M.; HAMILTON, G. C. Control de Plagas y Pesticidas. In: FRUMKIM, H. (Ed.) *Salud Ambiental de lo global a lo Local*. Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud, p.593-632, 2010.
- SARCINELLI, O.; MARQUES, J. F.; 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.
- 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.

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.

VARIAN, H. R. *Microeconomia: princípios básicos: uma abordagem moderna*. Editora Campus, 2000.

VIEIRA FILHO, J. E. R. O. et al. *Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira*. 2019.

VILELA, L. et al. Integração lavoura-pecuária-floresta. *Revista UFG*, n. 13, p. 92-99, 2012.

