

**Elena Beatriz Piedra-  
Bonilla\***

ORCID: [0000-0003-0387-9260](https://orcid.org/0000-0003-0387-9260)

**Cícero Augusto S. Braga<sup>1</sup>**

ORCID: [0000-0002-7035-4926](https://orcid.org/0000-0002-7035-4926)

**Marcelo José Braga<sup>1</sup>**

ORCID: [0000-0002-8161-405X](https://orcid.org/0000-0002-8161-405X)

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa,  
Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

\* [elena.bonilla@ufv.br](mailto:elena.bonilla@ufv.br)

## DIVERSIFICAÇÃO AGROPECUÁRIA NO BRASIL: CONCEITOS E APLICAÇÕES EM NÍVEL MUNICIPAL

---

### RESUMO

Uma forma de reduzir incertezas da produção e obter economias de escopo é por meio do emprego da diversificação de atividades, que pode ser entendida por diferentes conceitos e abordagens. O presente trabalho tem como objetivo apresentar arcabouço teórico e empírico da diversificação agropecuária no Brasil, utilizando abordagens socioeconômicas e agronômicas. Além disso, apresentam-se as possíveis formas de diversificação agropecuária, ressaltando sua importância ambiental e econômica. Para isso, demonstra-se a evolução da produção agropecuária municipal a partir de dois índices: Shannon e Simpson, no período de 1987-2017. Os resultados revelam tendência à especialização de culturas, especialmente na região Centro-Oeste. No entanto, a produção agropecuária municipal ainda se encontra na categoria “diversificada” nesse período. Os grandes produtores manifestam uma relação negativa com a diversificação agropecuária, ao contrário dos pequenos estabelecimentos das regiões Sul e Centro-Oeste.

**Palavras-chave:** Diversificação Agropecuária; Diversificação Agrícola; Diversificação Dentro do Estabelecimento.

---

### ABSTRACT

Diversification is a strategy to overcome the uncertainties of agricultural production, that can be understood through different perspectives. This paper aims to present the theoretical and empirical framework of agricultural diversification in Brazil, using socioeconomic and agronomic approaches. In addition, the possible forms of agricultural diversification are presented, highlighting its environmental and economic importance. We present the evolution of municipal agricultural production from two indexes: Shannon and Simpson, in the period of 1987-2017. The results show a tendency towards crop specialization, especially in the Midwest region. However, municipal agricultural production is still in the “diversified” category during this period. Farms over 1000 hectares have a negative relationship with agricultural diversification, contrary to establishments between 0 to 50 hectares in the South and Midwest.

**Keywords:** Farming Diversification; Agricultural Diversification; On-Farm Diversification.

**JEL Code:** Q15; Q16; R14.

## INTRODUÇÃO

A diversificação tem o importante papel de reduzir riscos e permitir economia de escopo nas atividades agropecuárias. Contudo, de acordo com Joshi et al. (2004), o conceito de diversificação expressa significados diferentes a depender dos sujeitos, níveis, abordagens e contextos analisados, podendo ser de vários tipos, afetados pela ampla diversidade agroecológica e socioeconômica encontrada em uma região, como também pelas práticas agropecuárias nela desenvolvidas. Ainda assim, são escassos na literatura brasileira estudos sobre a diversificação agropecuária<sup>1</sup>, sobretudo aqueles com análises quantitativas (SAMBUICHI et al., 2016).

Existe, na literatura, a discussão que passa pela diversificação a partir de dois componentes principais: exposição ao risco e renda esperada (PAUT; SABATIER; TCHAMITCHIAN; 2020; CHAVAS e DI FALCO, 2012). Desse último componente, surge a discussão sobre economia de escopo, que se manifesta quando a diversificação implica a redução dos custos associada ao processo de um ou mais produtos diferentes como resultado (PERRAKIS, 1982; DE ROEST; FERRARI; KNICKEL, 2018). Em levantamento de estudos de caso, De Roest, Ferrari e Knickel (2018) mostraram que a diversificação e as economias de escopo, de fato, contribuem significativamente para caminhos de desenvolvimento agrário mais resilientes.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é discutir o conceito da diversificação agropecuária dentro do estabelecimento com culturas agrícolas e pecuárias, pela ótica socioeconômica e agrônômica. Ademais, no intuito de ilustrar o cenário brasileiro, foram construídos e analisados dois índices de diversificação dos municípios. Essa discussão contribui para a literatura no sentido de sistematizar conceitos relacionados à diversificação agropecuária e suas vantagens (ou não) para o desenvolvimento rural e para o aumento da produtividade dos agricultores de diferentes proporções. Complementarmente, as evidências dos produtores brasileiros reforçam a discussão e permitem inferências de políticas públicas, bem como repensar novas formas de adaptação, sobretudo para aqueles mais vulneráveis.

Para tal, o estudo divide-se em cinco partes, além desta introdução. A próxima seção dedica-se a conceituar a diversificação agropecuária, enquanto na subseqüente são descritas as diferentes formas de exercê-la. A seção posterior busca explorar empiricamente a relação da diversificação nos municípios brasileiros, e por fim, são apresentadas as considerações finais do trabalho.

## DIVERSIFICAÇÃO: ECONOMIA DE ESCOPO E RISCOS

A discussão sobre a economia de escopo nasce da Economia Industrial, segundo a qual as empresas tendem a produzir mais de um específico

---

<sup>1</sup> Os trabalhos encontrados sobre o tema focam-se na diversificação da agricultura familiar (SAMBUICHI et al., 2016; HERRERA et al., 2018).

produto. Desse modo, a estrutura produtiva das empresas – ou, no caso aqui apresentado, dos estabelecimentos agropecuários – deveria levar em consideração não só o próprio volume de produção, mas toda a planta produtiva. A partir daí, nascem as economias de escopo que, de acordo com Kufper e Hasenclever (2013), podem ser definidas como:

$$C(q_a, q_b) < C(q_a, 0) + C(0, q_b) \quad (1)$$

em que  $C$  é o custo e  $q_a$  e  $q_b$  são os produtos. A equação 1 indica que é mais vantajoso produzir dois produtos concomitantemente do que separadamente. Nesse caso, há redução em seus custos médios ao se produzir variados tipos de produtos. Os mesmos autores, ademais, apontam que a existência da economia de escopo deve-se principalmente a três fatores principais: a) existência de fatores comuns; b) existência de reserva de capacidade; e c) complementariedades tecnológicas e comerciais.

A existência de fatores comuns refere-se, especialmente, ao uso de insumos que podem ser aplicados na produção de diferentes bens. Nesse caso, adquirido um fator, o custo marginal para sua utilização na produção de outro produto é praticamente zero. No caso da produção agropecuária, pode-se pensar em sistemas de irrigação: dado que existe a estrutura preparada para a técnica, em períodos de safra e entressafra, por exemplo, o custo para irrigar diferentes culturas seria praticamente nulo. Reduz-se, portanto, o custo médio de todos os produtos adicionais, uma vez que o investimento já foi realizado.

A segunda fonte de economia de escopo baseia-se na possibilidade de compartilhamento de insumos, ou reserva de capacidade, permitindo produzir concomitantemente diferentes culturas. Baseia-se no aproveitamento total da planta produtiva, de modo que a produção complementar serviria para ocupar a capacidade ociosa quando da produção de um único produto.

Por fim, as complementariedades tecnológicas e comerciais, especialmente no caso da produção agropecuária, parecem ir ao encontro das duas primeiras fontes de economia de escopo. Definem-se produções suficientemente parecidas em termos tecnológicos e/ou comerciais, de modo a permitir a utilização de insumos ou táticas de mercado semelhantes para a produção e a comercialização dos diferentes produtos.

Percebe-se, portanto, que a teoria econômica sobre as Economias de Escopo dialoga com o conceito da diversificação agropecuária, uma vez que é capaz de explicar a possibilidade de complementariedade para aumento das receitas (e/ou redução dos custos), tornando os produtores menos suscetíveis a riscos e incertezas agropecuárias.

Além da economia de escopo, a gestão de riscos está associada à diversificação agropecuária (CHAVAS e DI FALCO, 2012). Segundo o Banco Mundial (2015), o risco agropecuário está ligado a consequências negativas devido a fatores imprevisíveis de produção (clima e incêndios, sanidade animal e vegetal, gestão da produção e de recursos naturais), de mercado (preços de insumos e produtos, crédito, comércio exterior) e de ambiente de negócios (logística e infraestrutura, marco regulatório,

políticas, instituições). A diversificação da produção é considerada uma estratégia de mitigação para prevenir, reduzir ou eliminar a ocorrência de impactos negativos na produção agropecuária. Por exemplo, evidências indicam que a diversificação de culturas ajuda na redução da pobreza (MICHLER; JOSEPHSON, 2017), na adaptação a mudanças climáticas (PIEDRA-BONILLA; DA CUNHA; BRAGA, 2020; SCHEMBERGUE et al., 2017) e no melhoramento da segurança alimentar dos agricultores (WAHA et al., 2018; ADJIMOTI; KWADZO, 2018; DILLON; MCGEE; OSENI, 2015).

A diversificação pode se dar de distintas maneiras e a partir de diferentes táticas. Nesse sentido, a próxima seção se dedica a explorar os conceitos existentes na literatura sobre diversificação, bem como apresentar suas diferentes formas.

### **DEFINIÇÃO DE DIVERSIFICAÇÃO AGROPECUÁRIA**

A diversificação admite duas principais abordagens no que tange aos estabelecimentos agropecuários. De acordo com a primeira, a abordagem socioeconômica, a diversificação é dividida, dependendo da fonte de renda, em: dentro do estabelecimento (*on-farm*), fora do estabelecimento (*off-farm*) ou pluriativa (ARSLAN et al., 2018; SAMBUICHI et al., 2014; JOSHI, 2004; ELLIS, 2000). Além disso, existe também a abordagem agrônômica (ou da agrobiodiversidade), que contempla a diversificação inter e intraculturas dentro do estabelecimento (BROOKFIELD, STOCKING, 1999; SANTILLI, 2009). Ou seja, a análise da diversificação permite que os produtores desenvolvam duas ou mais atividades agropecuárias na mesma propriedade e/ou desempenhem diferentes atividades agropecuárias (ou não) que complementem sua renda.

Os motivos da escolha de qualquer desses tipos de diversificação estão associados aos ganhos de eficiência e à redução de riscos. Se os produtores são avessos ao risco e percebem que a variabilidade de renda é maior em uma atividade do que em outra, eles alocarão menos tempo para a de maior risco (ARSLAN et al., 2018; MCNAMARA, WEISS, 2005). Na Tabela 1, sintetiza-se essas duas abordagens, destacando possíveis atividades desenvolvidas pelos agricultores dentro e fora do estabelecimento, relacionadas ou não com a agropecuária. Observa-se que encontra-se à sua disposição amplo portfólio de estratégias para lidar com os riscos econômicos e climáticos.

**Tabela 1. A diversificação dentro e fora do estabelecimento agropecuário**

	Atividades <i>on-farm</i>	Atividades <i>off-farm</i>
<b>Atividades agropecuárias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola (lavouras temporárias e permanentes, horticultura, floricultura, etc.)</li> <li>• Pecuária (ovinocultura, suinocultura, apicultura, bovinocultura, etc.)</li> <li>• Silvicultura</li> <li>• Extrativismo vegetal</li> <li>• Aquicultura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho temporário de colheita, plantio, etc.</li> <li>• Arrendamento de terras</li> <li>• Aluguel de equipamentos e benfeitorias</li> </ul>
<b>Atividades não agropecuárias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serviços rurais (turismo, alimentação, etc.)</li> <li>• Atividades de transformação de alimentos e fibras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalho assalariado ou autônomo não agrícola (comércio, serviços)</li> <li>• Aposentadoria, pensões, bolsas sociais.</li> </ul>

Fonte: Elaboração dos autores, a partir de Piedra-Bonilla, Cunha e Braga (2019).

Da diversificação *off-farm*, emerge o conceito de pluriatividade, que permite a compreensão da realidade dos agricultores sob uma perspectiva que ultrapassa os limites das propriedades. Segundo Schneider (2001), a pluriatividade é uma estratégia utilizada nos estabelecimentos agropecuários que operam fundamentalmente com base no trabalho familiar, em que algum membro da família se articula com o mercado de trabalho agrícola ou não agrícola - embora a quantidade de estabelecimentos pluriativos de agricultura não familiar (52%) seja maior do que no âmbito da própria agricultura familiar (34%), conforme o Censo de 2006 (ESCHER et al., 2014); no Censo do 2017, constata-se esse mesmo resultado, mas o percentual aumenta para ambas as tipologias, agricultura não familiar (78%) e agricultura familiar (68%). As atividades *off-farm* serão escolhidas pelos membros da família quando a renda *on-farm* for menor que o salário de reserva (MCNAMARA, WEISS, 2005). Portanto, os agricultores familiares podem estabelecer iniciativas de diversificação externamente à sua propriedade e aumentar as fontes e as formas de acesso à renda (SCHNEIDER, 2007).

Ambas as fontes de renda - *on-farm* e *off-farm* - podem decorrer de atividades agropecuárias, ou não. No caso das *off-farm*, as práticas ligadas ao âmbito agropecuário compreendem desde empregos fixos ou temporários até o aluguel de terras ou equipamentos. Já no caso das não agropecuárias, incluem-se trabalhos autônomos ou assalariados no setor de comércio e serviços, bem como rendas provenientes de aposentadorias, pensões ou bolsas sociais. Por sua vez, as atividades *on-farm* agropecuárias relacionam-se ao conceito de agrobiodiversidade, definido como a variedade e a variabilidade de animais, plantas e microrganismos que são, direta ou indiretamente, utilizados para a alimentação e a agricultura, incluindo cultivos, pecuária, silvicultura e pesca (FAO, 1999; SANTILLI, 2009). Já as atividades não agropecuárias, são aquelas que, de forma sucessiva ou simultânea, complementam as atividades agropecuárias, como

serviços de turismo e de alimentação e processos de transformação de alimentos e fibras.

Este estudo concentra-se na diversificação *on-farm* de culturas de interesse econômico, especificamente agrícolas e pecuárias, já que são as atividades predominantes na área rural. A diversificação agrícola ou de cultivos (*crop diversification*) faz referência a uma mistura de lavouras temporárias e/ou permanentes. As lavouras temporárias compreendem culturas de curta duração (menores que um ano), que geralmente necessitam de novo plantio após cada colheita. As lavouras permanentes abarcam culturas de longa duração, que, após a colheita, não necessitam de novo plantio, produzindo por vários anos sucessivos (IBGE, 2002). Por isso, a diversificação agrícola envolve a possibilidade de cultivos sucessivos ou simultâneos (simples, associados e/ou intercalados) em mesmo ano e local. Do mesmo modo, a diversificação pecuária está ligada a atividades que envolvam a criação de diferentes tipos de gado e a diversificação florestal compreende atividades ligadas à silvicultura (florestas plantadas) e ao extrativismo vegetal (exploração dos recursos florestais nativos).

Por conseguinte, a diversificação agropecuária é a junção entre as atividades agrícolas (lavoura) e/ou pecuárias que mesclam diferentes tipos de cultivos e gado (JOSHI et al., 2004). Logo, o conceito de “diversificação agropecuária” refere-se às distintas atividades *on-farm*, ligadas à produção mista de espécies agrícolas e/ou pecuárias, com interesse econômico, durante o período de um ano. Já o conceito de “diversificação agropecuária-floresta”, inclui também espécies florestais. Assim, pode-se observar que essa concepção abarca uma noção espaço-temporal, considerando o estabelecimento agropecuário subordinado a um único produtor e o período de um ano. Devido a essas especificidades, portanto, a diversificação agropecuária não pode ser confundida com o conceito de pluriatividade.

## FORMAS DE DIVERSIFICAÇÃO AGROPECUÁRIA

O desempenho econômico dos estabelecimentos com diversificação agropecuária está ligado às economias de escopo<sup>2</sup>, devido à economia obtida com a redução dos custos de produção conjunta (RAHMAN, 2009; MCNAMARA, WEISS, 2005; PAUL e NEHRING, 2005). Em vista disso, os produtores desenvolvem atividades agropecuárias sucessivas ou simultâneas, no mesmo ano e no mesmo local, procurando obter benefícios agrícolas ou econômicos dessa associação de culturas. Sendo assim, a diversificação agropecuária abrange ampla variedade de tecnologias necessárias, que podem redesenhar sistemas agrícolas mais produtivos, estáveis e sustentáveis (ANDRADE et al., 2017). Rosenstock et al. (2016) destacam que entre as principais formas de diversificação agropecuária estão: a) o consórcio de culturas; b) a sucessão de culturas; c) a rotação de culturas; d) a integração lavoura-pecuária; e) os sistemas mistos

---

<sup>2</sup> Redução do custo médio pela produção conjunta de mais de um produto ou serviço.

agropecuários; f) a integração lavoura-pecuária-floresta; e g) as agroflorestas. Esta seção, portanto, se dedicará a apresentar cada uma dessas formas de diversificação, bem como destacar seus benefícios agropecuários, ambientais e econômicos.

### Consórcio de culturas

O consórcio de culturas (*intercropping*), ou mistura de culturas, consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies vegetais em uma mesma área no mesmo período. A disposição de culturas no mesmo espaço pode ser estabelecida em fileiras alternadas, faixas ou mosaico, uma servindo de bordadura ou cobertura para a outra, sem arranjo definido (SEDIYAMA; DOS SANTOS; DE LIMA, 2015). As plantas podem ser semeadas ou plantadas ao mesmo tempo (ou com breves espaços), com o objetivo de maximizar o uso de terra.

A prática do consórcio de culturas é antiga na agricultura e resulta em vários benefícios econômicos, agropecuários e ambientais<sup>3</sup>. Ela implica o aproveitamento de nutrientes do solo, água e luz, bem como a prevenção de pragas, pois existe interação fisiológica entre as espécies consorciadas, que se complementam em suas necessidades, diminuindo a concorrência entre as culturas. O mais comum é o consórcio de um cereal com uma leguminosa, em que a fixação de nitrogênio no solo pela leguminosa complementa a adubação do outro cultivo, melhora o manejo biológico de pragas, reduz a erosão do solo e aumenta a eficiência no uso de água (CHAPAGAIN et al., 2018; LEMKEN; SPILLER; VON MEYER-HÖFER, 2017).

Existem, ainda, consórcios de outros tipos, como entre tubérculos e leguminosas (GITARI et al., 2018) ou consórcios entre fruteiras (VAN ASTEN et al., 2011), em que os rendimentos observados são maiores em comparação aos sistemas de monocultura. De fato, Martin-Guay et al. (2018), a partir da revisão de 126 pesquisas em 41 países, que contemplaram 939 observações de consórcios de dois cultivos, encontraram que, em comparação com a monocultura, os consórcios produziram, em média, 38% mais energia bruta, 33% mais renda bruta e utilizaram 23% menos terra. No Brasil, Perdoná e Soratto (2015) mostraram que o consórcio de macadâmia com café arábica pode superar a produtividade da monocultura (51% sem irrigação; 252% com irrigação).

No entanto, a eficiência do consórcio de cultivos depende da densidade e do tipo de cada espécie vegetal que compõe o sistema para se complementarem mutuamente (DE VASCONCELOS BATISTA et al., 2016). Os autores observaram que a eficiência técnica da cenoura e da rúcula no

---

<sup>3</sup> Uma das primeiras experiências de consórcio de culturas foi a *milpa* (milho, feijão e abóbora), desenvolvida na época pré-hispânica no México, que trazia interações positivas para ambas as culturas: o feijão, por ser uma leguminosa, nitrifica o solo (principal elemento na adubação); enquanto o milho ajuda como mecanismo de suporte para o crescimento do feijão e sombra para a abóbora; já a abóbora, beneficia o consórcio pelo controle de plantas e insetos indesejados (GOMES, JCC et al., 2010).

Nordeste brasileiro depende da manipulação das densidades populacionais. Outro fator importante na escolha dos consórcios é a estação do ano. Por exemplo, Chapagain et al. (2018) mostraram que, no Nepal, enquanto a combinação de milho e feijão foi a mais adequada para o período primavera-verão, para o inverno a melhor escolha seria a combinação de trigo e ervilha.

### **Sucessão de culturas**

O sistema de cultivo em sucessão consiste na alternância de culturas dentro do período de um ano. Ela se diferencia do consórcio, uma vez que diferentes espécies podem ser semeadas ou plantadas em períodos distintos, depois da safra de uma delas, na mesma área.

Uma adequada sucessão de culturas pode apresentar diversos benefícios, já que é menos intensiva no uso de herbicidas e fungicidas em comparação a sucessões da mesma cultura (ANDERT et al., 2016). Além disso, permite altas concentrações de nitrogênio e biomassa microbiana do solo, melhorando sua qualidade e sua umidade (DAS et al., 2018). Esses benefícios diminuem custos ao produtor e causam menor impacto ambiental. Por outro lado, as sucessões das mesmas culturas na mesma área podem aumentar a ocorrência de pragas e doenças e, conseqüentemente, diminuir a produtividade. Sendo assim, a prática é recomendada para a conservação do solo e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

Uma combinação adequada de sucessão e consórcio de culturas pode trazer melhores rendimentos do que monoculturas (CHAPAGAIN et al., 2018; ANDRADE et al., 2017). Nos Pampas argentinos, vários experimentos indicam que a repetição de safras de cereais reduz suas produtividades, enquanto sucessões de consórcios bem equilibrados<sup>4</sup>, que incluem leguminosas, resultaram nas mais altas produtividades das culturas de cereais (ANDRADE et al., 2017).

No Brasil, tem-se a sucessão contínua de cultivo de soja no verão, seguido dos cultivos de milho ou algodão no inverno, repetida todos os anos (FORTINI; BRAGA; FREITA, 2020). A dupla-safra tem-se convertido em um dos maiores fatores de sucesso da agricultura brasileira, já que está ligada ao aumento da rentabilidade dos estabelecimentos agropecuários. Desse modo, a maior parte da produção de milho (58%) é produzida em dupla safra (ABRAHÃO; COSTA, 2018).

### **Rotação de culturas**

A rotação de cultura (*crop rotation*) consiste em alternar o plantio de espécies vegetais em uma mesma área, na mesma estação de cultivo (REIS; CASA; BIANCHIN, 2011). Essa prática é hoje de significativa importância na agricultura brasileira. Segundo o IBGE (2018), cerca de 19% dos

---

<sup>4</sup> O sistema de cultivo consistiu em consórcio de trigo e soja na primeira estação de crescimento, seguido de monocultura de milho na segunda estação.

estabelecimentos agropecuários brasileiros realizam a prática de rotação de culturas. Os estados que apresentam maiores percentuais de estabelecimentos com rotação de culturas são Rio Grande do Sul (19,10%), Paraná (14,58%) e Bahia (11,68%).

A rotação é alternada preferencialmente com culturas que têm sistemas radiculares diferentes (gramíneas e leguminosas), o que permite efeito residual positivo para o solo (GONÇALVES et al., 2007). Essa alternância acontece anualmente ou em períodos mais longos, o que a diferencia da sucessão de culturas. Por exemplo, durante dois ou três anos (período de descanso) não se deve cultivar a mesma área com batata doce, mas fazer rotação com outras espécies, como leguminosas ou cereais.

Os benefícios agrícolas da rotação de culturas vão desde a quebra dos ciclos de patógenos (REIS, CASA, BIANCHIN, 2011), a redução da erosão do solo e das perdas de nitrogênio, até o uso eficiente dos nutrientes e recursos hídricos (KARLEN et al., 1994). No que tange à questão ambiental, as rotações podem aumentar as populações de fauna nos estabelecimentos agropecuários (KROLOW et al., 2017; KARLEN et al., 1994). Já no âmbito econômico, a rotação de culturas, associada aos sistemas alternativos de plantio direto, pode ter impacto positivo nos retornos (KARLEN et al., 1994).

Deve-se salientar que a prática também está sujeita às condições edafoclimáticas de cada região e, quando realizada adequadamente, leva a ganhos de produtividade. Desse modo, é necessário pesquisar a melhor combinação de culturas e intervalos para a rotação, dependendo de cada localidade. Existe, porém, um desafio nas pesquisas de rotação, uma vez que envolvem experimentos de longa duração (REIS, CASA, BIANCHIN, 2011).

### **Integração Lavoura-Pecuária**

A integração lavoura-pecuária (ILP) envolve sistemas planejados, com interações temporais e espaciais em diferentes escalas, e a exploração de animais e culturas na mesma área, simultaneamente ou em épocas diferentes, em rotação ou sucessão. A prática iniciou-se no Sul do país com culturas de arroz introduzidas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade dos pastos (DE MORAES et al., 2014).

No Brasil, atualmente, o sistema ILP tem sido usado em várias regiões, sendo adotado, inclusive, para outros grãos, como soja, milho ou sorgo (DE MORAES et al., 2014; VILELA et al., 2012). Existem, ainda, outras modalidades de ILP, como lavouras de grãos que utilizam gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura do solo em sistema de plantio direto; na entressafra, para uso da forragem na alimentação de bovinos; e rotação de pasto com lavoura para intensificar o uso da terra e obter benefícios da interação entre as duas atividades (VILELA et al., 2012).

Vilela et al. (2012) e Bonaudo et al. (2014) apontam benefícios agropecuários e ambientais trazidos pela ILP, como melhoria das propriedades químicas,

físicas e biológicas do solo; redução da ocorrência de doenças, insetos-praga e plantas daninhas; maior produtividade das plantas e dos animais; e diminuição de dependência de insumos externos e perda limitada de produção.

Os benefícios econômicos, por sua vez, ainda precisam ser aprimorados. Apesar de a ILP ser um sistema lucrativo, por reduzir os riscos pela diversificação de atividades (POFFENBARGER, et al., 2017), apresenta menores taxas de retorno em comparação a sistemas de monocultura, pois existe elevada demanda por capital em sua implementação, particularmente quanto à aquisição de animais em recria para a engorda (POFFENBARGER et al., 2017; MARTHA JÚNIOR, ALVES, CONTINI, 2011). Apesar da carência de evidências sobre os benefícios econômicos acerca do tema, há um estudo de caso no Brasil que indica que a ILP aumentou a resiliência do sistema agropecuário aos choques do mercado (BONAUDO et al., 2014).

### **Sistemas Agropecuários Mistos (SAM)**

Os sistemas agropecuários mistos (SAM) consistem, basicamente, na coexistência de culturas agrícolas e atividades pecuárias no mesmo estabelecimento agropecuário. A diferença para a ILP é que nos sistemas agropecuários mistos a exploração de culturas e a criação de animais não ocorrem necessariamente na mesma área, mas sim no mesmo estabelecimento. Nos sistemas mistos, o gado, além de gerar carne e leite, também ajuda a fornecer, para as culturas, nutrientes e microrganismos do solo através de seus resíduos. Essa complementariedade entre agricultura e pecuária ocorre quando sua exploração gera produtos diferentes, mas vinculados, visto que produtos de uma atividade são, por sua vez, utilizados como insumos na segunda atividade (VILLANO; FLEMING; FLEMING, 2010).

Os SAMs precisam de combinações apropriadas de culturas e gado, dependendo da região, para resolver *trade-offs* entre sustentabilidade ambiental, desenvolvimentos agropecuários e desempenho econômico. Segundo Liang, Hui e You (2018), em um sistema misto orgânico de 100 hectares, o mais lucrativo seria produzir culturas destinadas para o mercado de alto valor (*cash crops*) – como a produção de leite. Já o que geraria maior acumulação de matéria orgânica no solo, seria a produção de várias culturas com maior quantidade de restolho, ampliando o tamanho do rebanho. Em outro estudo feito na Austrália, foram identificadas economias de escopo entre atividades de criação de ovinos e bovinos, criações de ovinos e culturas agrícolas e atividade bovina de corte e culturas agrícolas (VILLANO, FLEMING, FLEMING, 2010).

Vê-se, portanto, que diferentes formas de diversificação agropecuária, dependendo das combinações apropriadas de espécies agrícolas e pecuárias e das condições edafoclimáticas, podem trazer resultados positivos para a produção agropecuária e a sustentabilidade ambiental e econômica.

## **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)**

O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) aparece quando elementos florestais passam a ser considerados entre as inúmeras possibilidades de combinação, resultando em diferentes configurações: silvipastoril (integração Pecuária-Floresta), silviagrícola (integração Lavoura-Floresta), agropastoril (integração Lavoura-Pecuária) e agrossilvipastoril (integração Lavoura-Pecuária-Floresta) (BALBINO et al., 2012).

De acordo com Balbino, Barcellos e Stone (2011), a iLPF é definida como “estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, (...) contemplando a adequação ambiental, valorização do homem e a viabilidade econômica da atividade agropecuária”. Nesse sentido, para os mesmos autores, o sistema iLPF pode contribuir para recuperar áreas degradadas, manter e reconstruir áreas de cobertura florestal, além de afetar o bem-estar por meio da geração de renda.

No Brasil, alguns estudos confirmam os pressupostos conceituais previamente apresentados. Por exemplo, Kichel et al. (2014) mostraram que a produtividade e a rentabilidade em sistemas como esse são maiores tanto para a pecuária de corte quanto para as lavouras de grão, em relação aos sistemas de produção tradicionais. Ademais, verifica-se aumento de bem-estar animal, bem como mitigação de gases de efeito estufa (ALMEIDA, 2010; ALVES, 2011).

## **Agroflorestas**

Os sistemas agroflorestais associam, na mesma área, espécies lenhosas perenes com lavoura temporária de frutas, arbustos e forrageiras (DO CARMO MARTINELLI et al., 2019; MICCOLIS et al., 2019). Esses sistemas permitem manter estruturas semelhantes à vegetação nativa, de modo a ajudar na recuperação de áreas degradadas (MICCOLIS et al., 2019). Ademais, as agroflorestas podem também ser viáveis economicamente, dependendo da interação entre componentes específicos edafoclimáticos da área (DO CARMO MARTINELLI et al., 2019), podendo, inclusive, aumentar o valor da terra (SCHEMBERGUE et al., 2017). Contudo, a prática está diretamente ligada à agricultura familiar, considerando as particularidades do cuidado da terra e das culturas (ALVES et al., 2015).

## **MENSURANDO A DIVERSIFICAÇÃO AGROPECUÁRIA NO BRASIL**

A diversificação produtiva pode ser estimada por diferentes medidas, como índices ecológicos ou indicadores provenientes da Economia Industrial. Esses indicadores de diversificação produtiva são construídos com base no número e na importância das  $n$  atividades que o estabelecimento agropecuário desenvolve. Em ambos os casos, os índices ecológicos e econômicos consideram a proporção das espécies ou atividades, calculada

por área total ou por unidade específica (KUPFER; HASENCLEVER, 2013; MAGURRAN, 2004). No entanto, os indicadores não levam em conta as diferentes formas de diversificação agropecuária praticadas e pesquisadas na agricultura brasileira (SEDIYAMA, DOS SANTOS, DE LIMA, 2015).

No Brasil, poucos estudos tratam desse tema com indicadores de diversificação, em razão do complexo manejo de dados desagregados que detalhem a área ou o valor de produção de cada espécie ou atividade agrícola e pecuária por estabelecimento<sup>5</sup>, cabendo especialmente o uso de dados primários. Por exemplo, Oliveira Filho et al. (2014) identificaram os seguintes fatores que influenciam a probabilidade de o agricultor diversificar sua produção no Polo Petrolina-Juazeiro, nos estados de Pernambuco e Bahia: experiência, participação da receita advinda de contratos, participação da receita advinda de atravessadores, culturas específicas (banana, coco, goiaba, manga e uva), participação em associação e acesso à assistência técnica. Da mesma forma, foi desenvolvido um estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio das Contas, no estado da Bahia, que constatou que o acesso a linhas de créditos e assistência técnica e o fato de o produtor morar na propriedade influenciam positivamente na diversificação de cultivos (PIEDRA-BONILLA, CUNHA, BRAGA, 2019).

Sambuichi et al. (2016) e Herrera et al. (2018) analisam os determinantes socioeconômicos da diversificação de produção nos estabelecimentos da agricultura familiar brasileira, utilizando microdados da base da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), disponibilizados pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA). A base abrange ao redor de 4,8 milhões de estabelecimentos de agricultura familiar, mas a obtenção dos dados envolve burocracia restritiva<sup>6</sup>. Os resultados mostraram que a assistência técnica dada a agricultores familiares membros de uma cooperativa agropecuária ou de uma associação afeta positivamente a diversificação.

Guanziroli, Buainain e Di Sabbato (2012) quantificaram o grau de diversificação agropecuária nos estabelecimentos familiares e compararam os resultados obtidos no Censo Agropecuário de 1996 com os de 2006. Para isso, foi adotada como medida de diversificação a proporção da renda do produto principal sobre a renda total do agricultor. Seus resultados mostraram que, entre os dois períodos, a agricultura familiar diminuiu a diversidade de sua produção e o padrão de produção de um único produto aumentou.

No presente trabalho, dada a complexidade de acesso aos microdados do Censo Agropecuário, foram utilizados dados com desagregação municipal, nomeadamente da Produção Agrícola Municipal (PAM), da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) e da Produção da Extração Vegetal e da

---

<sup>5</sup> No Brasil, a principal fonte de dados agropecuários desagregados é o Censo Agropecuário. Apesar de informações completas (a horticultura contempla 66 produtos; a lavoura permanente contempla 66 produtos; e a lavoura temporária compreende 65 produtos), o acesso aos dados é de complexo manejo e incorre em barreiras burocráticas.

<sup>6</sup> A base de dados é acessada de forma restrita na sala de sigilo do MDA.

Silvicultura (PEVS) (IBGE, 2018). A PAM fornece informações estatísticas sobre quantidade produzida, área plantada e colhida, rendimento médio e valor da produção agrícola. A PPM fornece informações estatísticas sobre efetivo dos rebanhos, ovinos tosquiados, vacas ordenhadas, produtos de origem animal e produção da aquicultura. Os dados acerca do valor de produção de lavouras temporárias e perenes da PAM e do valor de produção por produto de origem animal da PPM podem servir para quantificar a diversificação agropecuária apenas em nível municipal. A PEVS, por sua vez, fornece informações estatísticas sobre quantidade e valor dos principais produtos obtidos através do processo de exploração dos recursos florestais nativos, denominado extrativismo vegetal, bem como quantidade e valor dos principais produtos da silvicultura, ou seja, produtos provenientes da exploração de maciços florestais plantados. A inclusão do valor de produção da extração vegetal e da silvicultura pode servir para quantificar também a diversificação agropecuária-floresta.

Para a análise, foram utilizados dois índices de diversificação: i) Índice de Shannon, específico para culturas agrícolas; e ii) Índice de Simpson, que considera também a pecuária.

O Índice de Shannon ( $S_s$ ), adaptado a partir dos índices ecológicos de diversidade de espécies, representa a regularidade na diversificação de culturas agrícolas (BENIN et al., 2004; RAHMAN, 2008). De forma geral, a regularidade descreve a variabilidade na abundância de espécies. Especificamente, trata-se da combinação entre riqueza e uniformidade. A riqueza de espécies faz referência ao número total de espécies por área ou unidade específica, enquanto a uniformidade indica quão homogênea é a distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies em uma comunidade (MAGURRAN, 2004). Aqui, o índice leva em conta a proporção de rendas agrícolas (equação 2):

$$S_s = -\sum_{j=1}^N \alpha_j \cdot \ln \alpha_j \quad S_s \geq 0 \quad (2)$$

em que  $\alpha_j$  é a proporção de Valor da Produção (VP) de cada produto agrícola ou cultura no VP total agrícola. Valores maiores indicam maior diversificação. O VP foi utilizado porque se subentende a possibilidade de cultivos sucessivos ou simultâneos (simples, associados e/ou intercalados) no mesmo ano e no mesmo local, podendo a área informada da cultura exceder a área geográfica. Além disso, usando o VP, procura-se evitar erros de medição da área plantada. Para obtenção desse índice, foi usado o valor da produção agrícola de 31 produtos da lavoura temporária e 33 produtos da lavoura permanente, do total de 64 produtos da PAM.

O Índice de Simpson ( $S_I$ ) é também adaptado dos índices ecológicos de diversidade, representando a concentração de espécies (MAGURRAN, 2004). Esse índice considera quanto cada atividade agropecuária contribui para a renda agropecuária total do município (SAMBUICHI et al., 2016). No que tange à pecuária, foram utilizados dados referentes aos produtos de origem animal ao invés dos relacionados às espécies. Assim, são levados em conta os produtos agrícolas e pecuários (equação 3):

$$S_I = 1 - \sum_{j=1}^N \alpha_k^2 \quad 0 \leq S_I \leq 1 \quad (3)$$

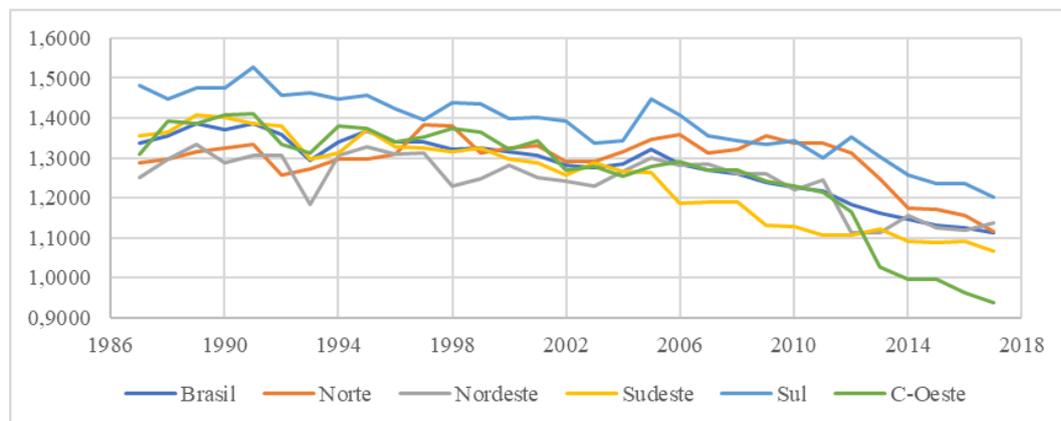
em que  $\alpha_k$  é a proporção de VP de cada produto agrícola e pecuário em relação ao VP total agropecuário. No Índice de Simpson, foram incluídos seis produtos pecuários da PPM, além dos produtos da PAM, compreendendo ao todo 70 produtos. Da mesma forma, foi calculado o Índice de Simpson com produtos florestais, incluídos 42 do extrativismo vegetal e sete da silvicultura, somando 119 produtos no total.

Conforme Sambuichi et al. (2016), esse índice permite classificar a diversificação em quatro categorias: muito especializado ( $S_I = 0$ ), quando apenas se produz um produto; especializado ( $0,0 < S_I \leq 0,35$ ), que apresenta 80% ou mais do Valor da Produção proveniente apenas de um produto; diversificado ( $0,35 < S_I \leq 0,65$ ), em que a renda do principal produto é menor que 80% do Valor da Produção; e muito diversificado ( $S_I > 0,65$ ), em que pelo menos três produtos tem proporções similares em relação à renda.

### **Estatísticas no Brasil**

Para analisar a evolução da diversificação agropecuária a nível municipal, foram calculados os índices de Shannon e Simpson referentes ao período de 1987 a 2017. A escolha desse intervalo se deu no intuito de incluir a maior quantidade de dados disponíveis para o país, garantindo a observação de tendências e mudanças do sistema produtivo agrário brasileiro. Nas Figuras 1 e 2 (Índice de Shannon e Índice de Simpson, respectivamente), observa-se que existe tendência de especialização da produção municipal no Brasil e nas suas regiões ao longo do tempo. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Guanziroli, Buainain e Di Sabbato (2012) e Sambuichi et al. (2016).

Na Figura 1, observa-se que a riqueza e a distribuição da produção agrícola nos municípios brasileiros, ao longo do período de 1987 a 2017, são baixas, visto que os valores do Índice de Shannon situam-se abaixo do intervalo considerado normal para dados empíricos (entre 1,5 e 3,5) (MAGURRAN, 2004). Entretanto, os resultados indicam que, mesmo com valores baixos, a produção agrícola continua se especializando, visto que o Índice de Shannon do Brasil passou de 1,34, em 1987, para 1,11, em 2017, sendo a região Sul a que apresenta maior nível de diversificação agrícola. Já a região Centro-Oeste, apresenta a menor diversificação (1,03) a partir de 2013, devido principalmente à concentração de poucas culturas, como a soja, a cana-de-açúcar, o algodão herbáceo e o milho (DE CASTRO, 2014). Tal resultado encontra-se de acordo com conclusões de outras pesquisas sobre diversificação em agricultura familiar no Brasil (HERRERA et al., 2018).

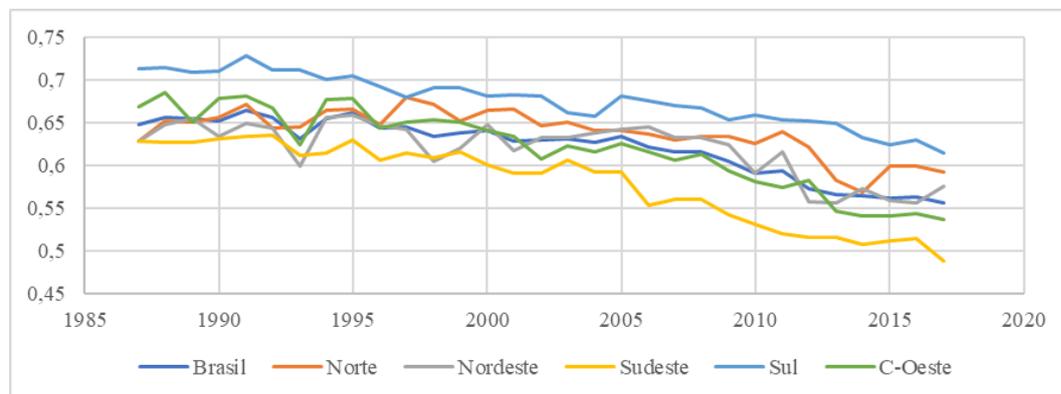


**Figura 1. Evolução do Índice de Shannon para os municípios brasileiros, por região, no período de 1987 a 2017**

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Figura 2 a), observa-se que a concentração da produção agropecuária no Brasil, medida pelo Índice de Simpson, diminuiu de 0,65, em 1987, para 0,56, em 2017, ressaltando que a produção agropecuária municipal ainda se encontra na classe “diversificada”, possivelmente devido à inclusão de produtos de origem animal. Na Figura 2 b), verifica-se que a diversificação evolui, de modo similar, com a inclusão tanto de produtos florestais (0,67 em 1987 - 0,58 em 2017) quanto de produtos agropecuários. Além disso, observa-se que a região Sudeste apresenta a maior especialização de atividades agropecuárias, enquanto na região Sul tem-se o oposto. Incluindo os produtos pecuários, pode-se também observar que a região Centro-Oeste não apresenta a menor diversificação, contrariando o que foi verificado com o Índice de Shannon, que só inclui produtos de origem vegetal. Cabe ressaltar que o Índice de Shannon representa a riqueza e a uniformidade apenas das culturas agrícolas, enquanto o Índice de Simpson representa a concentração dos produtos agropecuários. Como os índices foram calculados em nível municipal, é difícil afirmar se a diversificação é feita por grandes ou pequenos produtores. No entanto, é possível estabelecer uma primeira aproximação calculando a correlação entre o tamanho médio<sup>7</sup> dos estabelecimentos de cada município e os índices de Shannon e Simpson para os anos 2006 e 2017. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

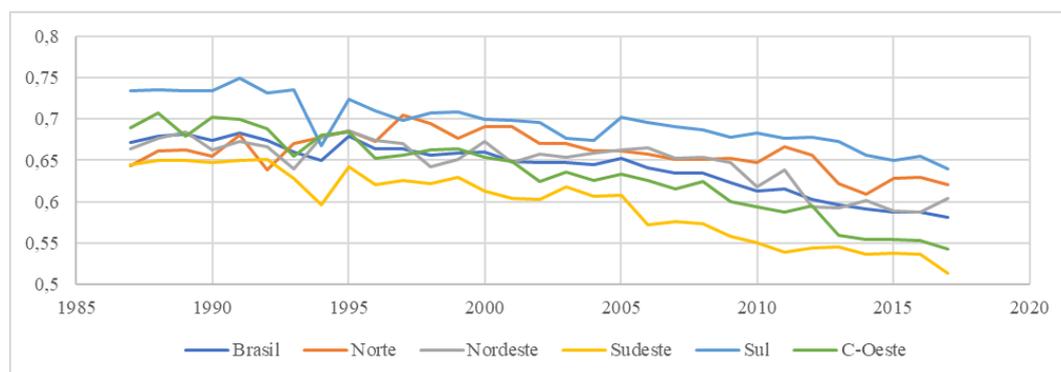
<sup>7</sup> O tamanho médio foi calculado dividindo a área dos estabelecimentos agropecuários de cada município pelo número de estabelecimentos.



**Figura 2. Evolução do Índice de Simpson**

**a) Evolução do Índice de Simpson (agropecuário) para os municípios brasileiros, por região, no período de 1987 a 2017**

Fonte: Resultados da pesquisa.



**Figura 3. Evolução do Índice de Simpson**

**b) Evolução do Índice de Simpson (agropecuário-floresta) para os municípios brasileiros, por região, no período de 1987 a 2017**

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados mostram que, para o Brasil, em 2006, a correlação entre os índices de diversificação e o tamanho dos estabelecimentos foi de -0,114 e -0,104, para os índices de Shannon e Simpson, respectivamente. Isso indica que estabelecimentos maiores tendem a especializar sua produção. Em 2017, a relação inversa entre tamanho e diversificação intensificou (correlação de -0,134 e -0,106, para os índices de Shannon e Simpson, respectivamente).

Para ambos os índices, a região Sul apresentou a maior relação entre tamanho de estabelecimento e especialização, o que pode ser justificado pela intensa presença da agricultura familiar, que não produz em grandes áreas e que tem participação majoritária na produção dessa região (GUANZIROLI; BUAINAIN; DI SABBATO, 2012). Essa relação aumenta consideravelmente entre os anos de 2006 e 2017, para ambos os índices. Por outro lado, a região Centro-Oeste também apresenta alta relação entre

tamanho e especialização (que diminui ligeiramente entre 2006 e 2017). Para o Índice de Shannon, a região Sudeste apresentou, em 2006, o menor valor da correlação, que, em 2017, foi manifestado pela região Nordeste. Já para o Índice de Simpson, a região Norte apresentou, em 2006, a menor relação, que, em 2017, foi exibida pelo Sudeste. Em geral, os resultados da correlação com o Índice de Simpson foram similares aos resultados obtidos para o Índice de Shannon.

**Tabela 2. Correlação entre tamanho médio do estabelecimento agropecuário e diversificação no Brasil e suas regiões, em 2006 e 2017**

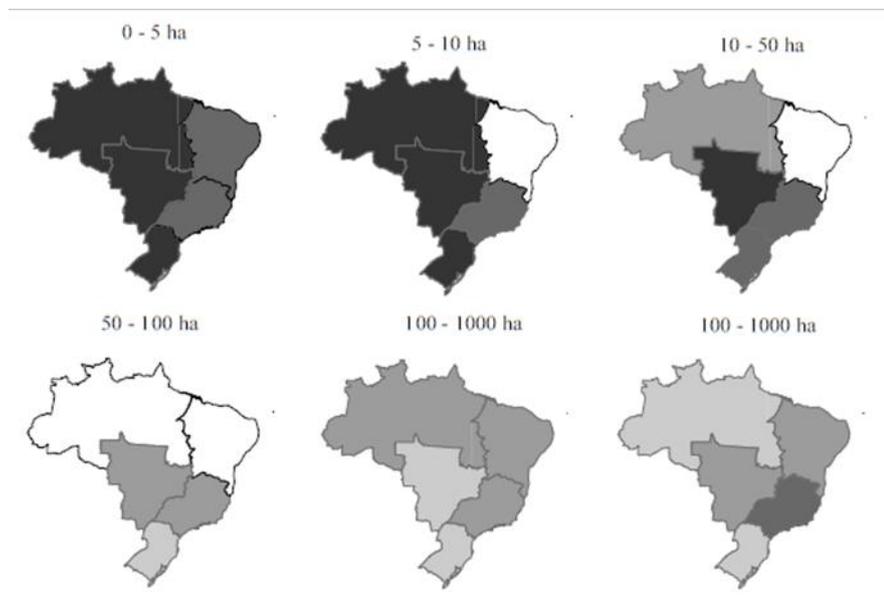
Região	Shannon 2006	Shannon 2017	Simpson 2006	Simpson 2017
Brasil	-0,114***	-0,134***	-0,104***	-0,106***
Norte	-0,112**	-0,120**	-0,059	-0,156***
Nordeste	-0,122***	-0,106***	-0,174***	-0,132***
Sudeste	-0,090***	-0,122***	-0,129***	-0,107***
Sul	-0,246***	-0,313***	-0,228***	-0,292***
Centro-Oeste	-0,270***	-0,107**	-0,156***	-0,143***

Nota: Nível de significância \*\*\*1%, \*\*5%, \*10%.

Fonte: Resultados da pesquisa.

De maneira geral, os resultados anteriores indicam baixa correlação entre tamanho de estabelecimento e diversificação. No intuito de confirmar essas evidências, calculou-se a correlação entre a porcentagem de estabelecimentos por grupos de área e o Índice de Simpson para as regiões brasileiras no ano de 2017. Para tal, a Figura 3 apresenta a padronização a partir de valores máximos e mínimos, em que o menor valor equivale a zero e o maior corresponde à unidade<sup>8</sup>. Posteriormente, os valores normalizados foram divididos em quatro categorias, a partir dos quartis descritos na Figura 3. Os valores não estatisticamente significativos estão em branco nos mapas.

<sup>8</sup> Essa normalização é realizada utilizando-se a fórmula  $Y = \frac{X - \text{Min}(X_i)}{\text{Máx}(X_i) - \text{Min}(X_i)}$ , em que Y é o valor normalizado utilizado na Figura,  $\text{Min}(X_i)$  e  $\text{Max}(X_i)$  são, respectivamente, os valores de correlação calculados, e X é o valor do escore a ser normalizado. Informações sobre os valores de correlação podem ser obtidas com os autores.



**Figura 3. Mapa da correlação entre percentual de estabelecimentos por grupos de área e diversificação agropecuária (Simpson) nas regiões brasileiras, em 2017**

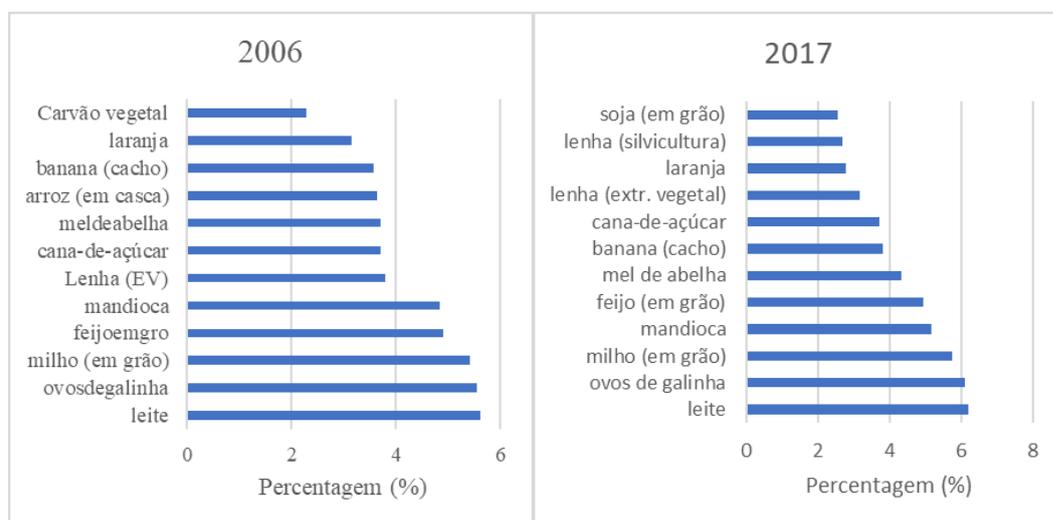
Fonte: Resultados da pesquisa.

Conforme a Figura 3, para as regiões Sul, Centro-Oeste e Norte, é notório que estabelecimentos de 0 a 10 hectares são favoráveis para a diversificação agropecuária. Esse resultado para a região Sul pode ser justificado pela intensa presença da agricultura familiar, que não produz em grandes áreas e tem participação majoritária na produção dessa região (GUANZIROLI; BUAINAIN; DI SABBATO, 2012). Ademais, a diversificação é coerente com a agricultura familiar de pequenos estabelecimentos, já que tem uma maior dotação de mão de obra em relação à terra (BIRTHAL; HAZRANA; NEGI, 2020). Desse modo, pequenos agricultores conseguem obter vários benefícios dos sistemas diversificados, bem como eficiência no uso da terra (BIRTHAL; HAZRANA; NEGI, 2020; MARTIN-GUAY et al., 2018), redução de riscos, especialmente climáticos (PIEDRA-BONILLA; DA CUNHA; BRAGA, 2020; SCHEMBERGUE et al., 2017), além de garantia de segurança e diversidade alimentar (WAHA et al., 2018; ADJIMOTI; KWADZO, 2018; DILLON; MCGEE; OSENI, 2015).

À medida que o tamanho do estabelecimento aumenta, a relação com o Índice de Simpson torna-se baixa. Os resultados mostram que estabelecimentos agropecuários acima de 100 hectares estão estatisticamente correlacionados com a especialização agropecuária nas regiões brasileiras. Os grandes estabelecimentos operam em sistemas agrícolas altamente mecanizados, tornando-se difícil acoplá-los ao manejo agrônomo complexo dos sistemas diversificados (PAUT; SABATIER; TCHAMITCHIAN; 2020). Contudo, existe mecanização que pode estar associada à diversificação de culturas específicas (TAKESHIMA; HATZENBUEHLER; EDEH, 2020).

Para os demais grupos de área, a relação entre tamanho e diversificação é ambígua. Esse resultado, em consonância com a literatura, aponta que o tamanho do estabelecimento influencia pouco na decisão de diversificar a produção agropecuária municipal do Brasil, exceto nas regiões Sul e Centro-Oeste, que, como pontuado, possuem produção agropecuária típica. Sambuichi et al. (2016) quantificaram a diversificação agrícola nos estabelecimentos de agricultura familiar no Brasil e concluíram que a classe mais especializada foi a que apresentou menor área (15,8 ha), enquanto as demais classes apresentaram valores muito próximos entre si. Esse resultado mostra que a área do estabelecimento tem relação positiva com a diversificação agrícola (HERRERA et al., 2018; SAMBUICHI et al., 2016). Contudo, na região Centro-Oeste, essa relação parece se inverter, pois as classes de menor diversidade apresentam maiores áreas médias (Sambuichi et al., 2016). Nesse sentido, outras variáveis, tais como acesso a mercados, podem afetar a diversificação de culturas. O acesso a mercados facilita tanto a oferta de produtos agropecuários quanto a demanda de insumos, por exemplo, diferentes sementes (PIEDRA-BONILLA; DA CUNHA; BRAGA, 2020). Porém, para os agricultores, torna-se intrincada a venda de muitos produtos em poucas quantidades (BIRTHAL; HAZRANA; NEGI, 2020).

Por último, foram também analisados os produtos agrícolas e pecuários mais utilizados na diversificação agropecuária. Para obter esses resultados, foi calculada a frequência dos produtos agrícolas e pecuários no maior quartil do Índice de Simpson (0,72 a 1), considerados “muito diversificados”, conforme a classificação de Sambuichi et al. (2016). Esses resultados são apresentados na Figura 4. Assim, observa-se que os produtos agrícolas e pecuários mais utilizados na diversificação agropecuária são, principalmente, leite, ovos de galinha, milho, feijão e mandioca, compreendendo 70 produtos. Além disso, o mel de abelha tem se tornado respeitável produto de origem animal, dado o aumento de sua frequência em 2017. A produção de frutas, como banana, laranja e melancia, também faz parte da diversificação agropecuária. No entanto, o arroz (em casca) diminuiu em importância de produção em 2017. Em relação aos produtos florestais, observa-se a lenha da extração vegetal dentro dos mais frequentes em ambos os períodos. Ademais, a lenha proveniente de florestas plantadas (silvicultura) aparece como produto importante na diversificação em 2017.



**Figura 4. Frequência de cultivos nos municípios com maior índice de concentração agropecuária-floresta (Simpson), em 2006 e 2017**

Fonte: Resultados da pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi discutir o conceito de diversificação agropecuária e também apresentar suas possíveis formas, além de observar a performance dos municípios brasileiros. O conceito de diversificação agropecuária compreende as diversas atividades que os produtores desenvolvem dentro do estabelecimento agropecuário (*on-farm*), ligadas à produção mista de espécies agrícolas e/ou pecuárias, com interesse econômico, durante o período de um ano. Assim, pode-se observar que esse conceito abarca a noção espaço-temporal. Além disso, verifica-se que as principais formas de diversificação contribuíram para melhorar o rendimento produtivo do estabelecimento agropecuário, uma vez que ajudam a prevenir os riscos advindos das condições climáticas, de mercado e agropecuárias, especialmente no que se refere a doenças e pragas.

Constatou-se que há poucos estudos tratando do tema da diversificação agropecuária, em decorrência do complexo manejo de dados desagregados no Brasil. Contudo, a evolução dos índices de diversificação em nível municipal indicou que existe tendência de especialização de atividades agropecuárias no período de 1987 a 2017. No entanto, o Índice de Simpson para esse período indica que a produção agropecuária municipal ainda se encontra na categoria “diversificada”. Além disso, observou-se relação inversa entre o tamanho do estabelecimento e a diversificação agropecuária, embora essa correlação seja baixa. Os produtos mais utilizados nos municípios mais diversificados são, principalmente, leite, ovos de galinha, milho, feijão e mandioca. Os produtos da floresta são pouco relevantes na diversificação, exceto a lenha.

A quantificação da diversificação agropecuária em nível municipal tem suas limitações. Existe a possibilidade de mudanças na diversificação agropecuária em níveis regionais não implicarem necessariamente mudança semelhante no grau de diversificação na escala de cada

estabelecimento agropecuário. Porém, assume-se que a contribuição das atividades individuais impacta na diversificação, com base em dados de nível regional. Além disso, o estudo tem limitações, por não ser possível incluir todos os ramos da agricultura, como a horticultura e a floricultura, nem outros produtos de origem animal, devido à falta de dados referentes a todos os anos. Para futuros trabalhos, recomenda-se esclarecer a validade técnica e econômica da diversificação tanto em dados agregados quanto em microdados, já que, caso os resultados sejam favoráveis, eles poderão ser usados na elaboração de políticas que promovam a eficiência no uso de recursos escassos (água e terras férteis).

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, Gabriel M.; COSTA, Marcos H. Evolution of rain and photoperiod limitations on the soybean growing season in Brazil: The rise (and possible fall) of double-cropping systems. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 256, p. 32-45, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.02.031>>. Acesso em: 8 out. 2018.
- ADJIMOTI, Gilbert Onionkiton; KWADZO, George Tsey-Mensah. Crop diversification and household food security status: evidence from rural Benin. *Agriculture & Food Security*, v. 7, n. 1, p. 82, 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s40066-018-0233-x>>. Acesso em: 8 out. 2018.
- ALVES, Elaine Ponciano et al. Economic analysis of a coffee-banana system of a family-based agriculture at the atlantic forest zone, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 39, n. 3, p. 232-239, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542015000300004>>. Acesso em: 4 out. 2018.
- ANDERT, Sabine et al. The influence of crop sequence on fungicide and herbicide use intensities in North German arable farming. *European Journal of Agronomy*, v. 77, p. 81-89, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.04.003>>. Acesso em: 4 out. 2018.
- ANDRADE, J. F. et al. Land use intensification in the Rolling Pampa, Argentina: Diversifying crop sequences to increase yields and resource use. *European Journal of Agronomy*, v. 82, p. 1-10, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.09.013>>. Acesso em: 29 set. 2018.
- ARSLAN, Aslihan et al. Diversification as Part of a CSA Strategy: The Cases of Zambia and Malawi. In: *Climate Smart Agriculture*. Springer, Cham, 2018. p. 527-562.
- BALBINO, Luiz C.; BARCELLOS, Alexandre de Oliveira; STONE, Luís Fernando. *Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta*. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130p.

BALBINO, Luiz Carlos et al. Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). *Informações agronômicas*, v. 138, n. 7, p. 1-14, 2012.

BANCO MUNDIAL. *Revisão rápida e integrada da gestão de riscos agropecuários no Brasil: caminhos para uma visão integrada*. 1a edição. Brasília, p. 76, 2015.

BENIN, Samuel et al. The economic determinants of cereal crop diversity on farms in the Ethiopian highlands. *Agricultural Economics*, v. 31, n. 2-3, p. 197-208, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2004.tb00257.x>>. Acesso em: 3 set. 2018.

BIRTHAL, Pratap S.; HAZRANA, Jaweriah; NEGI, Digvijay S. Diversification in Indian agriculture towards high value crops: Multilevel determinants and policy implications. *Land Use Policy*, v. 91, p. 104427, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104427>>. Acesso em: 2 feb. 2020.

BONAUDO, Thierry et al. Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. *European Journal of Agronomy*, v. 57, p. 43-51, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.010>>. Acesso em: 28 set. 2018.

BROOKFIELD, Harold; STOCKING, Michael. Agrodiversity: definition, description and design. *Global environmental change*, v. 9, n. 2, p. 77-80, 1999. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(99\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(99)00004-7)>. Acesso em: 5 ago. 2018.

CHAPAGAIN, Tejendra et al. Intercropping of maize, millet, mustard, wheat and ginger increased land productivity and potential economic returns for smallholder terrace farmers in Nepal. *Field Crops Research*, v. 227, p. 91-101, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.07.016>>. Acesso em: 1 out. 2018.

CHAVAS, Jean-Paul; DI FALCO, Salvatore. On the role of risk versus economies of scope in farm diversification with an application to Ethiopian farms. *Journal of agricultural economics*, v. 63, n. 1, p. 25-55, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2011.00319.x>>. Acesso em: 18 out. 2018.

DAS, Anup et al. Tillage and cropping sequence effect on physico-chemical and biological properties of soil in Eastern Himalayas, India. *Soil and Tillage Research*, v. 180, p. 182-193, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.still.2018.03.005>>. Acesso em: 4 out. 2018.

DE CASTRO, César Nunes. *A agropecuária na região Centro-Oeste: limitações ao desenvolvimento e desafios futuros*. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2014.

DE MORAES, Anibal et al. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. *European Journal of Agronomy*, v. 57, p. 4-9, 2014.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004>>. Acesso em: 4 out. 2018.

DE ROEST, Kees; FERRARI, Paolo; KNICKEL, Karlheinz. Specialisation and economies of scale or diversification and economies of scope? Assessing different agricultural development pathways. *Journal of Rural Studies*, v. 59, p. 222-231, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.013>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

DE VASCONCELOS BATISTA, Thaíza Mabelle et al. Bio-agro-economic returns from carrot and salad rocket as intercrops using hairy woodrose as green manure in a semi-arid region of Brazil. *Ecological indicators*, v. 67, p. 458-465, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.018>>. Acesso em: 1 out. 2018.

DILLON, Andrew; MCGEE, Kevin; OSENI, Gbemisola. Agricultural production, dietary diversity and climate variability. *The Journal of Development Studies*, v. 51, n. 8, p. 976-995, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00220388.2015.1018902>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

DO CARMO MARTINELLI, Gabrielli et al. Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil. *Land Use Policy*, v. 80, p. 274-286, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.019>>. Acesso em: 2 jan. 2020.

ELLIS, Frank. The determinants of rural livelihood diversification in developing countries. *Journal of Agricultural Economics*, v. 51, n. 2, p. 289-302, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2000.tb01229.x>>. Acesso em: 4 out. 2018.

ESCHER, Fabiano et al. Caracterização da pluriatividade e dos plurirrendimentos da agricultura brasileira a partir do Censo Agropecuário 2006. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 4, p. 643-668, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000400002>>. Acesso em: 2 out. 2018.

FAO – Food and Agriculture Organization. *Agricultural Biodiversity, Multifunctional Character of Agriculture and Land Conference*, Background Paper 1. Maastricht, Netherlands. Setembro, 1999.

FORTINI, Rosimere Miranda; BRAGA, Marcelo José; FREITAS, Carlos Otávio. Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 58, n. 2, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>>. Acesso em: 8 out. 2020.

GITARI, Harun I. et al. Optimizing yield and economic returns of rain-fed potato (*Solanum tuberosum* L.) through water conservation under potato-

legume intercropping systems. *Agricultural Water Management*, v. 208, p. 59-66, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.06.005>>. Acesso em: 5 jan. 2020.

GOMES, JCC et al. *Milpa: Estratégia Pré-Colombiana para a produção de alimentos*. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37364/1/panfl-eto-milpa.pdf>> Acesso em: 4 out. 2018.

GONÇALVES, S. L.; GAUDENCIO, C. A.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R.; GARCIA, A. *Rotação de Culturas*. Circular técnica 45. 10 f. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2007.

GUANZIROLI, Carlos Enrique; BUAINAIN, Antonio Marcio; DI SABBATO, Alberto. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil:(1996 e 2006). *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 50, n. 2, p. 351-370, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032012000200009>>. Acesso em: 4 out. 2018.

HERRERA, Gabriel Paes et al. Econometric analysis of income, productivity and diversification among smallholders in Brazil. *Land Use Policy*, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.025>>. Acesso em: 5 fev. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisas agropecuárias In: *Relatórios metodológicos*, v.6. Departamento de Agropecuária, 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

IBGE. *Censo Agropecuário 2006 - Segunda apuração*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>>. Acesso em: 5 out. 2018.

IBGE. *Censo Agropecuário 2017- Resultados Preliminares 2018*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 5 out. 2018.

JOSHI, Pramod. Diversification of Agriculture in more competitive environment. In: Ali, Mubarak (Ed.). *Agricultural Diversification and International Competitiveness*. Asian Productivity Organization, Tokyo, Japan. 2004. Disponível: <[http://www.apo-tokyo.org/publications/files/agr-03-ad\\_ic.pdf](http://www.apo-tokyo.org/publications/files/agr-03-ad_ic.pdf)> Acesso em: 14 mar. 2017

JOSHI, Pramod K. et al. Agriculture diversification in South Asia: patterns, determinants and policy implications. *Economic and political weekly*, p. 2457-2467, 2004.

KARLEN, D. L. et al. Crop rotations for the 21st century. *Advances in agronomy*, v. 53, n. 1.45, 1994.

KROLOW, Daniela da Rocha Vitória et al. Alteration in soil fauna due to soil management and crop rotation in a long-term experiment. *Scientia Agraria*, v. 18, n. 1, p. 50-63, 2017.

KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. Elsevier, 2013.

LEMKEN, Dominic; SPILLER, Achim; VON MEYER-HÖFER, Marie. The Case of Legume-Cereal Crop Mixtures in Modern Agriculture and the Transtheoretical Model of Gradual Adoption. *Ecological Economics*, v. 137, p. 20-28, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.02.021>>. Acesso em: 4 out. 2018.

LIANG, Yingzong; HUI, Chi Wai; YOU, Fengqi. Multi-Objective Economic-Resource-Production Optimization of Sustainable Organic Mixed Farming Systems with Nutrient Recycling. *Journal of Cleaner Production*, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.040>>. Acesso em: 5 jan. 2020.

MAGURRAN, Anne E. *Measuring biological diversity*. Blackwell Science, 2004.

MARTHA JÚNIOR, Geraldo Bueno; ALVES, Eliseu; CONTINI, Elisio. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000002>>. Acesso em: 4 out. 2018.

MARTIN-GUAY, Marc-Olivier et al. The new green revolution: sustainable intensification of agriculture by intercropping. *Science of the Total Environment*, v. 615, p. 767-772, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.024>>. Acesso em: 6 out. 2018.

MCNAMARA, Kevin T.; WEISS, Christoph. Farm household income and on-and off-farm diversification. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, v. 37, n. 1, p. 37-48, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1074070800007082>>. Acesso em: 4 fev. 2020.

MICCOLIS, Andrew et al. Restoration through agroforestry: options for reconciling livelihoods with conservation in the Cerrado and Caatinga biomes in Brazil. *Experimental Agriculture*, v. 55, n. S1, p. 208-225, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0014479717000138>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

MICHLER, Jeffrey D.; JOSEPHSON, Anna L. To specialize or diversify: agricultural diversity and poverty dynamics in Ethiopia. *World Development*, v. 89, p. 214-226, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.08.011>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

OLIVEIRA FILHO, Silvio Fernando Santana et al. Adoção de estratégias para redução de riscos: identificação dos determinantes da diversificação produtiva no Polo Petrolina-Juazeiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 1, p. 117-138, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000100007>>. Acesso em: 5 out. 2018.

PAUL, Catherine J. Morrison; NEHRING, Richard. Product diversification, production systems, and economic performance in US agricultural production. *Journal of Econometrics*, v. 126, n. 2, p. 525-548, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.05.012>>. Acesso em: 8 out. 2020.

PAUT, Raphaël; SABATIER, Rodolphe; TCHAMITCHIAN, Marc. Modelling crop diversification and association effects in agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 288, p. 106711, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106711>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

PERRAKIS, Stylianos. *Contestable markets and the theory of industry structure*. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1982

PERDONÁ, Marcos J.; SORATTO, Rogério P. Higher yield and economic benefits are achieved in the macadamia crop by irrigation and intercropping with coffee. *Scientia Horticulturae*, v. 185, p. 59-67, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.01.007>>. Acesso em: 4 out. 2018.

PIEDRA-BONILLA, Elena Beatriz; CUNHA, Dênis Antônio; BRAGA, Marcelo José. Diversificação agrícola na bacia hidrográfica do Rio das Contas, Bahia. *Geosul*, v. 34, n. 72, p. 280-306, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p280>>. Acesso em: 6 nov. 2019.

PIEDRA-BONILLA, Elena Beatriz; DA CUNHA, Dênis Antônio; BRAGA, Marcelo José. Climate variability and crop diversification in Brazil: An ordered probit analysis. *Journal of Cleaner Production*, v. 256, p. 120252, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120252>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

POFFENBARGER, Hanna et al. An economic analysis of integrated crop-livestock systems in Iowa, USA. *Agricultural Systems*, v. 157, p. 51-69, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.07.001>>. Acesso em: 4 out. 2018.

RAHMAN, Sanzidur. The economic determinants of crop diversity on farms in rural Bangladesh. *J. Int. Agric. Trade Dev.* v. 5, p. 51-70, 2008.

RAHMAN, Sanzidur. Whether crop diversification is a desired strategy for agricultural growth in Bangladesh? *Food Policy*, v. 34, n. 4, p. 340-349, 2009.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2009.02.004>>. Acesso em: 5 out. 2018.

REIS, Erlei Melo; CASA, Ricardo Trezzi; BIANCHIN, Vânia. Controle de doenças de plantas pela rotação de culturas. *Summa phytopathol*, v. 37, n. 3, p. 85-91, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-54052011000300001>>. Acesso em: 6 out. 2018.

ROSENSTOCK, Todd S. et al. *The scientific basis of climate-smart agriculture: A systematic review protocol*. 2016.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa et al. A diversificação produtiva como forma de viabilizar o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar no Brasil. In: *Brasil em desenvolvimento*, p. 61-84, 2014.

SAMBUICHI, Regina Helena Rosa et al. *Diversidade da Produção nos Estabelecimentos da Agricultura Familiar no Brasil: uma análise econométrica baseada no cadastro da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP)*. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), No. 2202. 2016.

SANTILLI, Juliana. *Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores*. São Paulo: Petrópolis, 2009.

SCHEMBERGUE, Altamir et al. Sistemas agroflorestais como estratégia de adaptação aos desafios das mudanças climáticas no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 55, n. 1, p. 9-30, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550101>>. Acesso em: 9 nov. 2019.

SCHNEIDER, Sergio. A pluriatividade como estratégia de reprodução social da agricultura familiar no Sul do Brasil. *Estudos sociedade e agricultura*. Rio de Janeiro, RJ. N. 16 (abr. 2001), p. 164-184, 2001.

SCHNEIDER, Sergio. A importância da pluriatividade para as políticas públicas no Brasil. *Revista de política agrícola*, v. 16, n. 3, p. 14-33, 2007.

SEDIYAMA, Maria Aparecida Nogueira; DOS SANTOS, Izabel Cristina; DE LIMA, Paulo César. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Ceres*, v. 61, n. 7, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>>. Acesso em: 5 out. 2018.

TAKESHIMA, Hiroyuki; HATZENBUEHLER, Patrick L.; EDEH, Hyacinth O. Effects of agricultural mechanization on economies of scope in crop production in Nigeria. *Agricultural Systems*, v. 177, p. 102691, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.10269>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

VAN ASTEN, P. J. A. et al. Agronomic and economic benefits of coffee-banana intercropping in Uganda's smallholder farming systems.

*Agricultural systems*, v. 104, n. 4, p. 326-334, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.12.004>>. Acesso em: 5 out. 2018.

VILELA, Lourival et al. Sistemas de integração lavoura pecuária na região do Cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000003>>. Acesso em: 4 out. 2018.

VILLANO, Renato; FLEMING, Euan; FLEMING, Pauline. Evidence of farm-level synergies in mixed-farming systems in the Australian Wheat-Sheep Zone. *Agricultural Systems*, v. 103, n. 3, p. 146-152, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.11.005>>. Acesso em: 5 out. 2018.

WAHA, Katharina et al. Agricultural diversification as an important strategy for achieving food security in Africa. *Global change biology*, v. 24, n. 8, p. 3390-3400, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/gcb.14158>>. Acesso em: 6 nov. 2018.