

---

# EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AGROPECUÁRIA DO BRASIL

*The evolution of agroforestry systems in the brazilian agriculture*

## Sávio Mendonça de Sene

Bacharel em Ciências Econômicas. Doutorando em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Avenida Pádua Dias, 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, 13418-900. savio.sene@usp.br

## Carlos José Caetano Bacha

Bacharel em Ciências Econômicas. Doutor em Teoria Econômica pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutor pela University of Illinois at Urbana-Champaign. Professor titular da Universidade de São Paulo. Avenida Pádua Dias, 11 - Agronomia, Piracicaba - SP, 13418-900. carlosbacha@usp.br

---

**Resumo:** Sistemas Agroflorestais (SAFs) são formas de uso da terra em que árvores são utilizadas de maneira integrada com a lavoura e/ou com a pecuária em uma mesma área e permitindo, muitas vezes, a recuperação de áreas degradadas. Este artigo avalia a evolução e a distribuição espacial dos estabelecimentos agropecuários que adotam Sistemas Agroflorestais (SAFs) no Brasil. Para tanto, alguns arcabouços analíticos e metodológicos da Nova Geografia Econômica são utilizados, conjuntamente com os dados dos Censos Agropecuários. Constatou-se que, entre 2006 e 2017, ocorreram aumentos de 60,43% e de 66,70%, respectivamente, no número e na área dos estabelecimentos agropecuários que adotam SAFs no Brasil. Mas tal evolução foi diferenciada entre agricultura familiar e não familiar e entre as regiões brasileiras. Há a formação de *clusters* entre os municípios brasileiros no uso de SAFs, mas são *clusters* distintos segundo as regiões do Brasil e que modificam suas dimensões entre 2006 e 2017.

**Palavras-chave:** Sistemas Agroflorestais; análise espacial; agropecuária; Brasil.

**Abstract:** Agroforestry Systems consist of integrated association among trees, crop and/or livestock in the same area and often they allow the recovery of degraded areas. This paper evaluates both the evolution and spatial distribution of Agroforestry Systems (SAFs in Portuguese) in Brazil. Based on 2006 and 2017 Brazil's Agricultural Census and adopting some analytical and methodological framework provided by the New Economic Geography, the paper unveils that the number and area of farms adopting SAFs enlarged by 60.43% and 66.70%, respectively, between the years of 2006 and 2017. However, that evolution was spatially differentiated throughout the country as well as family and non-family farmers have taken different roles in the Brazil's SAF enlargement. There are spatial clusters taking place into the Brazilian regions concerning the use of SAFs, however, they have changed their dimensions between the years of 2006 and 2017.

**Keywords:** Agroforestry Systems; special analysis; agriculture; Brazil.

# 1 INTRODUÇÃO

A produção agropecuária brasileira tem crescido significativamente nas duas primeiras décadas do século XXI, e o Brasil tornou-se um dos maiores produtores de grãos do mundo. O que mais diferencia o Brasil dos demais países produtores de alimentos é a sua capacidade de produção, uma vez que já foram desenvolvidas tecnologias que permitem conduzir culturas não nativas em regiões tropicais, onde há muita luz e calor, o que favorece o cultivo de mais de uma cultura no mesmo espaço, em diferentes meses do ano (Dall'Agnol; Hirakuri, 2008).

Entretanto, o processo de produção agropecuária se associa com mudanças ambientais, embora o setor esteja ativamente buscando opções para mitigar os efeitos adversos que essa atividade pode gerar no meio ambiente. Se, de um lado, o preparo do solo, o uso de agrotóxicos, o desmatamento e as queimadas em áreas agrícolas são práticas utilizadas para aumentar a produção de alimentos, de outro lado, elas contribuem para o processo de alteração e possível destruição do meio ambiente (Oliveira *et al.*, 2013). Por todo o mundo, a intensificação da produção agrícola tem sido impulsionada por um grande uso de recursos não renováveis, que, muitas vezes, prejudicam a sustentabilidade ambiental (Lemaire *et al.*, 2014).

Visando associar produção agropecuária e conservação ambiental, os sistemas de integração surgem como opções de práticas sustentáveis para a produção de alimentos como alternativa à agricultura convencional, inclusive mostrando sua viabilidade para a agricultura familiar (Araujo *et al.*, 2022). Os sistemas integrados de produção têm como premissa básica combinar duas ou mais atividades agropecuárias na mesma área produtiva. Isso é alcançado por meio de práticas de manejo consciente e responsável do solo, permitindo a coexistência e o aproveitamento de diversos produtos agropecuários (Magalhães *et al.*, 2019).

Nesse contexto, emergem os denominados Sistemas Agroflorestais, os quais se enquadram em uma categoria de sistemas integrados em que a presença de árvores é combinada com atividades agrícolas e/ou pecuárias em uma mesma extensão territorial. A implantação desses sistemas pode ocorrer de forma simultânea ou em sequência temporal, introduzindo elementos arbóreos que enriquecem a dinâmica produtiva da área (Macedo, 2013).

Essa dinâmica produtiva pode resultar em vantagens substanciais tanto do ponto de vista agrônomo quanto econômico. No que diz respeito às vantagens agrônomicas dos Sistemas Agroflorestais, é possível citar sua utilidade como alternativa para a restauração de áreas degradadas, a otimização do uso da terra devido à produção de diferentes culturas na mesma região e a mitigação da emissão de gases causadores do efeito estufa pela presença de árvores (Laura; Almeida, 2015; Soares; Rosinha, 2019). Em relação às vantagens econômicas, é válido ressaltar que a adoção de tais sistemas no setor agrícola resulta em um ciclo financeiro mais rápido devido à diversificação dos produtos. A inclusão de pastagens melhoradas contribui para a eficiência da produção animal; e o componente florestal oferece alternativas na produção de recursos tanto madeireiros quanto não madeireiros (Fernandes, 2015).

O acima exposto sugere a fundamental importância do amplo entendimento dos sistemas integrados para a compreensão e promoção dos processos que viabilizam a sua implementação (Cordeiro *et al.*, 2015). Dentre as principais pesquisas desenvolvidas nesse campo, merecem menção aquelas que exploram estudos de caso de sistemas integrados em contextos regionais específicos, como exemplificado pelos trabalhos de Vinholis *et al.* (2022), Poccardi-Chapuis *et al.* (2014), Oliveira *et al.* (2013) e Gil *et al.* (2018). Além disso, existem trabalhos que abordam esses sistemas em um contexto nacional mais amplo, como é o caso de Schembergue *et al.* (2017), porém, com o enfoque principal de identificar as variáveis que fundamentam a adoção desses sistemas.

Percebe-se, no entanto, que há uma carência de estudos que caracterizem de forma clara e detalhada a evolução e a distribuição regional dos Sistemas Agroflorestais no Brasil nas duas primeiras décadas do século XXI. Essa deficiência acaba dificultando a identificação dos avanços e

obstáculos enfrentados por esse segmento da agropecuária. A condução de estudos com essa abordagem proporcionaria um alicerce para identificar desafios e necessidades regionais relacionados à adoção de sistemas de integração. A partir dessas análises, seria possível desenvolver estratégias eficazes, incluindo políticas públicas destinadas a abordar essas demandas específicas e estimular a implantação de Sistemas Agroflorestais em todo o País.

Considerando o supra-apresentado, o objetivo deste artigo é avaliar a evolução e a distribuição espacial dos estabelecimentos agropecuários que assumem adotar Sistemas Agroflorestais no Brasil. Além disso, busca-se examinar as disparidades entre as configurações regionais que constituem esses sistemas no País, considerando, inclusive, a possibilidade da existência de *clusters* e de suas mudanças de configuração entre os anos de 2006 e 2017.

A hipótese subjacente a esta pesquisa é que, como destacado por Almeida *et al.* (2008), diversas práticas produtivas agropecuárias podem ser influenciadas pelas condições edafoclimáticas presentes em níveis locais. É possível que ocorra, conseqüentemente, uma interdependência entre várias localidades dedicadas à produção agropecuária, contribuindo para a disseminação espacial de fenômenos que afetam o comportamento das unidades vizinhas. Portanto, é plausível supor que exista alguma associação espacial entre os estabelecimentos agropecuários que adotam sistemas de integração em todo o território brasileiro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A literatura relacionada aos objetivos deste artigo pode ser dividida em: (1) estudos que procuram relatar o surgimento e a implementação dos sistemas integrados no Brasil; (2) estudos que mostram quais são os benefícios obtidos em se adotar tais sistemas; e (3) estudos que buscaram elencar os fatores determinantes da adoção dos SAFs.

No que diz respeito à origem dos sistemas integrados, é possível observar que, mesmo tendo alcançado maior visibilidade na última década do século XX e na primeira década do século XXI, esses sistemas têm procedência antiga. Na Europa, ainda na idade média, já eram conhecidos modelos de plantios associados entre culturas anuais e culturas de ciclo longo ou entre plantios de árvores frutíferas e de árvores madeireiras (Balbino *et al.*, 2011b). No Brasil, foram os imigrantes europeus que trouxeram a prática da associação de atividades agropecuárias no mesmo estabelecimento rural, que desde o início foram adaptadas às condições tropicais e subtropicais do País (Silva *et al.*, 2016).

Quanto aos benefícios de se adotar os sistemas integrados, o estudo de Medina (2013) indica que a recuperação de pastagens degradadas é uma das principais motivações que levaram alguns agropecuaristas a adotarem os Sistemas Agroflorestais. Plantar alguns tipos de culturas em alguns períodos do ano em áreas com solos empobrecidos e adotar o sistema de rodízio de áreas em cultivo e em pousio já eram estratégias comuns e adotadas por muitos produtores rurais, com o objetivo de manter a capacidade produtiva dos solos e sem ter grandes gastos com fertilizantes químicos. Entretanto, essa prática vem se modernizando com a inclusão de técnicas combinadas (como a de integração de sistemas produtivos) que geram maior produtividade da terra.

Sobressaem-se as vantagens proporcionadas pelos Sistemas Agroflorestais quando comparados à prática de monocultura, tais como: melhora das condições físicas, químicas e biológicas do solo; aumento da eficiência no aproveitamento dos nutrientes; redução da ociosidade do uso das áreas agrícolas; diversificação da produção e estabilização da renda na propriedade rural; viabilização da recuperação de áreas com pastagens degradadas; mitigação de emissões de gases causadores de efeito estufa, entre outras (Macedo, 2013; Tomazi, 2015). Além disso, o sistema diversificado que envolva silvicultura, culturas agrícolas e/ou criações de animais promove um fluxo de renda com menor sazonalidade ao longo dos meses do ano. A diversidade de produtos colhidos reduz dois tipos de riscos para o agricultor em relação à monocultura: o de impacto econômico, derivado da

flutuação de preços no mercado de produtos específicos, e o de perda de parcela muito grande da colheita devido aos fenômenos naturais que afetam em maior intensidade as monoculturas (Macedo, 2013; Gil *et al.*, 2018).

Sobre os determinantes da adoção dos Sistemas Agroflorestais, alguns trabalhos buscaram identificar fatores naturais da região e condicionantes econômicos e pessoais dos produtores que possam ter influenciado positivamente a implementação desses sistemas nos estabelecimentos agropecuários (Schembergue *et al.*, 2017; Vinholis *et al.*, 2022; Poccardi-Chapuis *et al.*, 2014; Gil; Berger; Garret, 2016). A pesquisa de Schembergue *et al.* (2017) identificou que os principais determinantes do uso desses sistemas são: o tipo de propriedade da terra, a presença de financiamento, o acesso a informações e à assistência técnica (variáveis socioeconômicas), a disponibilidade de recursos hídricos e qualidade do solo (variáveis agronômicas), temperatura e precipitação (variáveis climáticas). O estudo de Vinholis *et al.* (2022) revelou que algumas características dos produtores, como o maior tempo de experiência na atividade agropecuária, e capacidades técnica, de gestão e de inovação contribuíram para a adoção e adaptação dos sistemas integrados nos estabelecimentos. Poccardi-Chapuis *et al.* (2014) e Gil, Berger e Garret (2016) discorrem sobre a importância da disponibilidade de capital para financiar os investimentos iniciais na adoção de SAFs.

A estrutura de transferência de conhecimentos e tecnologias deve ser orientada pelo envolvimento de atores do setor produtivo, por técnicos e pesquisadores. Como muitos conhecimentos são adquiridos de forma empírica pelos próprios agricultores, a integração entre esses atores permite gerar inovações apropriadas aos diferentes ambientes e condições, encurtando, assim, o tempo para a sua adoção (Balbino *et al.*, 2011).

A literatura acima pouco quantificou e caracterizou a evolução dos Sistemas Agroflorestais no Brasil e sua localização dentro do território nacional. A contribuição do presente artigo é utilizar os dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, que representam os anos mais recentes com informações disponíveis sobre os Sistemas Agroflorestais, quando da realização deste artigo, para evidenciar a evolução, localização e concentração espacial dos SAFs no território nacional.

### 3 ARCABOUÇOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS E FONTE DE DADOS USADOS NO ARTIGO

Nesta seção serão apresentados os arcabouços teóricos e metodológicos, bem como uma breve exposição de conceitos, fontes e tratamento dos dados utilizados na pesquisa.

#### 3.1 Arcabouços teóricos e metodológicos

O artigo faz uso da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) para diagnosticar e interpretar uma possível associação espacial dos estabelecimentos agropecuários no Brasil que empregam Sistemas Agroflorestais. Para conduzir essa análise, é fundamental definir uma matriz de pesos espaciais ( $W$ ), que refletia algum padrão espacial subjacente entre os valores do indicador (ou variável) em análise. Trata-se de uma matriz quadrada com dimensão  $n \times n$ , em que um peso espacial é utilizado para ponderar o grau de influência que as regiões exercem entre si. A contiguidade e a distância geográfica são os critérios possíveis de serem utilizados para a estruturação da matriz (Almeida, 2012).

Para evitar arbitrariedade na decisão de qual matriz se deve considerar na análise, serão testadas neste trabalho, assim como feito em Cruz (2018), as matrizes de distância geográfica para 5, 7 e 10 vizinhos mais próximos, além das matrizes de contiguidade torre e rainha. A matriz que apresentar o maior valor do coeficiente  $I$  de Moran e que seja estatisticamente significativa será adotada para representar a distribuição espacial dos Sistemas Agroflorestais.

Uma vez escolhida a matriz de pesos espaciais, o artigo irá calcular um coeficiente de autocorrelação espacial (do *I* de Moran) para avaliar se há agrupamento de Sistemas Agroflorestais ordenados em uma certa sequência espacial no território brasileiro. Trata-se de uma medida capaz de informar a intensidade em que o valor de uma variável em uma localidade (por exemplo, um município) está associado ao valor da mesma variável em seus vizinhos (Almeida, 2012).

Existem os indicadores de autocorrelação global e local. Os indicadores globais de autocorrelação espacial calculam um *único* valor como medida de associação espacial para todos os dados trabalhados. Quando se pretende analisar muitas áreas dentro de uma mesma região, é possível que as formas de associações espaciais sejam diferentes entre elas (Luzardo *et al.*, 2017). Por isso, este trabalho empregou o *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), pois é um indicador capaz de calcular valores específicos para cada área e observar possíveis formações de *clusters*, e, assim, identificar a interferência de locais individuais na estatística global (Anselin, 1995). O LISA (ou *I* de Moran Local) pode ser calculado por meio da seguinte equação:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (1)$$

Em que:

$z_j$  = cada uma das observações referentes à variável de interesse (padronizada);

$w_{ij}$  = valores médios da variável de interesse padronizada dos vizinhos (matriz de peso);

$\Sigma_j$  = inclui apenas os vizinhos da observação *i*.

A partir dos dados sobre Sistemas Agroflorestais adotados nos municípios do Brasil, o artigo procedeu ao cálculo do *I* de Moran local referente a esses dados, resultando na formação de *clusters* que serão apresentados na seção de resultados.

Além disso, foi utilizado o diagrama de dispersão de Moran como ferramenta para analisar o nível de interação espacial entre as regiões. Segundo Anselin (1995), trata-se de um gráfico em que o eixo horizontal contém o valor da variável em cada um dos locais, ao passo que o eixo vertical representa a mesma variável defasada espacialmente. Uma linha da regressão é traçada entre os pontos, de forma que o grau de inclinação dessa linha representa o coeficiente de dispersão (equivalente à fórmula do *I* de Moran).

Um gráfico de dispersão com quatro quadrantes pode ser formado, sendo que cada um desses quadrantes representa um tipo de associação espacial:

1. Alto-Alto: associação positiva entre valores altos no quadrante superior direito;
2. Baixo-Baixo: associação positiva entre valores baixos no quadrante inferior esquerdo;
3. Alto-Baixo: associação negativa entre valores altos cercados por vizinhos com valores baixos no canto inferior direito; e
4. Baixo-Alto: associação negativa entre valores baixos cercados por vizinhos com valores altos no canto superior esquerdo.

Conforme detalhado na seção de resultados (ver Figura 5), são apresentados os *clusters* dos Sistemas Agroflorestais no Brasil, de forma a evidenciar o tipo de associação espacial em cada região. Esses resultados foram obtidos a partir da execução do LISA e do diagrama de dispersão de Moran para os dados do trabalho.

## 3.2 Conceitos, fonte e tratamento dos dados

Para diagnosticar como a evolução da adoção dos sistemas integrados de produção vem acontecendo nos estabelecimentos agropecuários brasileiros foram utilizados dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017.

Vale destacar que, no Brasil, os sistemas integrados de produção têm ocorrido nos seguintes formatos: via Integração Lavoura-Pecuária (ILP), que integra os componentes lavoura e pecuária em rotação, consórcio ou sucessão; via Integração Lavoura-Floresta (ILF), que integra os componentes floresta e lavoura pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas; via Integração Pecuária-Floresta (IPF), que integra os componentes floresta e pecuária em consórcio; e, por fim, via a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que integra os componentes lavoura, pecuária e floresta em rotação, consórcio ou sucessão, numa mesma área. Essas integrações supracitadas abrangem as principais modalidades de sistemas integrados de produção utilizados no Brasil. As modalidades que, necessariamente, apresentem o componente florestal na integração (ILF, IPF e ILPF) podem ser chamadas de Sistemas Agroflorestais (SAFs).

Os Sistemas Agroflorestais são sistemas de produção altamente diversificados, com muitas espécies florestais e culturas agrícolas de ciclo mais curto, e podem, ou não, apresentar animais. O termo utilizado pelo IBGE para nomear as áreas e os estabelecimentos que contavam com sistemas de integração foi justamente “Sistemas Agroflorestais”. O IBGE considera estabelecimentos agropecuários ocupados por Sistemas Agroflorestais como pertencentes a uma subcategoria de tipos de “Utilização da terra”, tanto no ano de 2006 como no ano de 2017.

Quanto aos critérios técnicos utilizados pelo IBGE para considerar alguma área da unidade produtiva como sendo um Sistema Agroflorestal, o relatório com os resultados do Censo Agropecuário de 2006 descreveu que foram abrangidas as áreas de mato ralo, caatinga, cerrado, capoeirão, entre outras, aproveitadas para pastoreio de animais, e áreas com espécies florestais variadas utilizadas para lavoura e criação de animais. Em qualquer um dos casos, ocorria o manejo intencional de árvores, consideradas as muitas variações enquadradas no conceito de agrofloresta: atividades silvipastoris, silviagrícolas e agrossilvipastoris (IBGE, 2006). Já o relatório com os resultados do Censo Agropecuário de 2017 se restringiu a citar que foram consideradas as áreas ocupadas com matas (nativas ou plantadas), baseadas em consórcios ou combinações de espécies florestais variadas, produtivas ou não, que também são utilizadas para lavouras ou pastejo de animais (IBGE, 2019).

Para calcular o *I* de Moran e os possíveis *clusters* espaciais foram consideradas as Áreas Mínimas Comparáveis (AMCs). Isso porque o número de municípios existentes no Censo Agropecuário de 2017 era diferente do número de municípios existentes no Censo Agropecuário de 2006. Para contornar esse problema, utilizou-se o *software* QGis e geraram-se 5.566 AMCs, que permitem a união dos valores referentes aos municípios criados entre 2006 e 2017, retornando-se à divisão territorial existente em 2006.

## 4 RESULTADOS

Nesta seção será discorrido sobre os SAFs advindos da agricultura familiar e não familiar, bem como será apresentada uma análise espacial da distribuição dos SAFs dentro dos estados brasileiros.

## 4.1 Sistemas Agroflorestais conduzidos pela Agricultura familiar *versus* os conduzidos por agricultura não familiar

Os dados da Tabela 1 mostram que, em 2017, havia no Brasil 490.647 estabelecimentos agropecuários que produziam por meio de Sistemas Agroflorestais (independentemente de ser agricultura familiar ou não familiar). Esses estabelecimentos representavam quase 10% de todos os estabelecimentos agropecuários existentes no País naquele ano. Esse montante foi cerca de 60% maior em comparação ao total de estabelecimentos agropecuários que usavam SAFs no País em 2006 (que foi de 305.825). Em termos regionais, a importância dos estabelecimentos agropecuários familiares no uso de SAFs varia de região a região. O Nordeste liderou o aumento de SAFs, com variação de 90,47% (ou seja, quase dobrou o número de estabelecimentos agropecuários nordestinos que usam SAFs entre 2006 e 2017), seguido do Centro-Oeste com aumento de 41,90%, Sudeste com 33,49%, Sul com 20,96%, e o menor crescimento relativo ocorreu na Região Norte, com 9,81% (entre os dois anos analisados) (Tabela 1).

A maior parte dos estabelecimentos agropecuários brasileiros que usavam SAFs foram registrados pela agricultura familiar, tanto no ano de 2006 (81,8% do total), como no ano de 2017 (77,62% do total). Os estudos de Garret *et al.* (2017) indicam que, assim como no Brasil, os estabelecimentos estudados na Ásia e na África também apresentaram essa relação entre a adoção de sistemas integrados e o perfil do estabelecimento agropecuário: baixa prevalência relativa de sistemas integrados em estabelecimentos de grande dimensão e maior abundância de sistemas integrados em estabelecimentos de menor dimensão territorial, como no caso dos estabelecimentos conduzidos por agricultores familiares. Essa relação pode estar associada aos objetivos da implementação dos SAFs, que muitas vezes são utilizados como alternativa para incremento e diversificação da renda para os pequenos agricultores. Herrero *et al.* (2010) apontam ainda que, diante das crescentes mudanças climáticas, os pequenos agricultores devem ser prioridade em conseguir benefícios de políticas voltadas ao setor agropecuário que assegurem a transição para sistemas de produção mais sustentáveis, como os SAFs.

Não obstante o predomínio da agricultura familiar no número de estabelecimentos agropecuários adotantes de SAFs, o maior crescimento relativo do uso de SAFs ocorreu entre os estabelecimentos não familiares. Observa-se na Tabela 1 que, para todo o Brasil, houve crescimento de 97,23% entre os estabelecimentos agropecuários não familiares que usam SAFs entre 2006 e 2017, frente ao crescimento de 52,25% do número de estabelecimentos agropecuários familiares que os utilizam.

A Tabela 1 mostra que, em 2017, 80,85% dos estabelecimentos da Região Norte que usavam SAFs eram familiares. Essa percentagem foi de 79,69% para o Nordeste, 70,06% para o Sudeste, 75,21% para o Sul e de 58,45% para o Centro-Oeste. Mas todas essas participações foram maiores em 2006 do que em 2017, mostrando o aumento relativo maior de SAFs entre estabelecimentos não familiares entre 2006 e 2017.

O Centro-Oeste foi a região com menor diferença relativa no uso de SAFs entre estabelecimentos agropecuários familiares e não familiares. Em 2017, 58,45% dos estabelecimentos dessa região que usavam SAFs eram classificados como de agricultura familiar, frente a 41,55% que se referiam a estabelecimentos não familiares. A Região Norte, por outro lado, foi a que apresentou a maior diferença relativa entre estabelecimentos familiares e não familiares no uso de SAFs.

O Censo Agropecuário de 2006 apontava que havia no Brasil 8,3 milhões de hectares de terras utilizadas com Sistemas Agroflorestais (que inclui tanto agricultura familiar como a agricultura não familiar usando SAFs). Essa área representava cerca de 2,5% da área total do País destinada à exploração agropecuária naquele ano. Como pode ser visto na Tabela 1 (nas colunas onde são abordadas as áreas e a participação das áreas de agricultura familiar e não familiar), o Nordeste liderava tanto a área de SAFs medida em hectares, como o percentual de sua participação frente ao total da área agropecuária da Região. Todas as outras regiões tiveram dimensão da área com

SAFs pouco expressiva, quando comparada à do Nordeste. O Norte foi a segunda maior região a adotar esses sistemas no Brasil, em termos de áreas ocupadas com SAFs. As regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste apresentaram participações bem baixas, especificamente a Região Sul, que, dentre as regiões, foi a que apresentou a menor área destinada a esses sistemas entre suas explorações agropecuárias.

No ano de 2017, a área total dedicada aos SAFs no Brasil era de 13,86 milhões de hectares (Tabela 1), sendo que mais da metade dessa área (ou seja, 8,76 milhões de ha) foi observada no Nordeste. Esse cenário consagra disparadamente essa região como predominante no uso de SAFs no Brasil, provavelmente devido a alguns fatores que serão abordados posteriormente neste estudo. As demais regiões variaram com áreas entre 1 e 2 milhões de hectares usados em SAFs, com exceção da Região Sul, que apresentou área de 740 mil hectares.

Todas as grandes regiões brasileiras apresentaram variação positiva de área total destinada aos Sistemas Agroflorestais entre 2006 e 2017 (Tabela 1). O Brasil como um todo teve aumento de 66,70%. Quando se observa a área em hectares dos estabelecimentos adotantes de SAFs, observa-se que a de agricultura não familiar responde pela maior parcela das áreas com SAFs, tanto para o ano de 2006 como para o ano de 2017. Os números indicam que uma menor parcela dos estabelecimentos com agricultura não familiar que produziam com SAFs ocupavam a maior parte das áreas dedicadas aos mesmos sistemas, ou seja, eram propriedades com maiores extensões territoriais. Por outro lado, a maior parcela dos estabelecimentos com SAFs vinham da agricultura familiar e ocupavam uma pequena proporção das áreas totais voltadas ao uso de SAFs, indicando propriedades com territórios menos extensos.

Tabela 1 – Evolução dos Sistemas Agroflorestais por unidades produtivas e área (ha), classificadas como agricultura familiar (AF) e não familiar (ANF) – Anos de 2006 e 2017, por regiões no Brasil

Região	Agricultura Familiar (AF)				Taxa de crescimento entre 2006 e 2017
	2006		2017		
	Unidades	Participação frente às unidades totais de SAFs	Unidades	Participação frente às unidades totais de SAFs	
Brasil	250.158	81,80%	380.854	77,62%	52,25%
Norte	30.282	84,03%	31.993	80,85%	5,65%
Nordeste	141.892	83,54%	257.815	79,69%	81,70%
Sudeste	26.820	73,29%	34.225	70,06%	27,61%
Sul	44.791	84,03%	48.495	75,21%	8,27%
Centro-Oeste	6.373	63,49%	8.326	58,45%	30,64%
	Área (ha)	Participação frente às áreas totais com SAFs	Área (ha)	Participação frente às áreas totais com SAFs	Taxa de crescimento entre 2006 e 2017
Brasil	2.895.128	34,81%	4.876.385	35,17%	68,43%
Norte	475.263	37,03%	490.016	32,81%	3,10%
Nordeste	1.875.666	40,36%	3.703.536	42,29%	97,45%
Sudeste	263.268	26,53%	345.281	29,80%	31,15%
Sul	178.614	34,95%	214.713	29,01%	20,21%
Centro-Oeste	102.317	11,61%	122.839	7,17%	20,06%
	Agricultura não familiar (ANF)				
	Unidades	Participação frente às unidades totais de SAFs	Unidades	Participação frente às unidades totais de SAFs	Taxa de crescimento entre 2006 e 2017
Brasil	55.667	18,20%	109.793	22,38%	97,23%
Norte	5.755	15,97%	7.579	19,15%	31,69%
Nordeste	27.957	16,46%	65.688	20,31%	134,96%
Sudeste	9.776	26,71%	14.627	29,94%	49,62%
Sul	8.514	15,97%	15.981	24,79%	87,70%

Região	Agricultura Familiar (AF)				Taxa de crescimento entre 2006 e 2017
	2006		2017		
	Unidades	Participação frente às unidades totais de SAFs	Unidades	Participação frente às unidades totais de SAFs	
Centro-Oeste	3.665	36,51%	5.918	41,55%	61,47%
	Área (ha)	Participação frente às áreas totais com SAFs	Área (ha)	Participação frente às áreas totais com SAFs	Taxa de crescimento entre 2006 e 2017
Brasil	5.420.991	65,19%	8.986.869	64,83%	65,78%
Norte	808.024	62,97%	1.003.693	67,19%	24,22%
Nordeste	2.772.241	59,64%	5.053.089	57,71%	82,27%
Sudeste	729.036	73,47%	813.290	70,20%	11,56%
Sul	332.463	65,05%	525.495	70,99%	58,06%
Centro-Oeste	779.227	88,39%	1.591.303	92,83%	104,22%
<b>AF + ANF (Total)</b>					
	Unidades	Participação frente às unidades agropecuárias totais	Unidades	Participação frente às unidades agropecuárias totais	Taxa de crescimento entre 2006 e 2017
Brasil	305.825	5,91%	490.647	9,84%	60,43%
Norte	36.037	7,57%	39.572	7,03%	9,81%
Nordeste	169.849	6,92%	323.503	14,30%	90,47%
Sudeste	36.596	3,97%	48.852	5,06%	33,49%
Sul	53.305	5,30%	64.476	7,63%	20,96%
Centro-Oeste	10.038	3,16%	14.244	4,12%	41,90%
	Área (ha)	Participação frente às áreas agropecuárias totais	Área (ha)	Participação frente às áreas agropecuárias totais	Taxa de crescimento entre 2006 e 2017
Brasil	8.316.119	2,49%	13.863.254	3,95%	66,70%
Norte	1.283.287	2,31%	1.493.708	2,29%	16,40%
Nordeste	4.647.907	6,11%	8.756.625	12,35%	88,40%
Sudeste	992.304	1,81%	1.158.570	1,92%	16,76%
Sul	511.077	1,22%	740.208	1,73%	44,83%
Centro-Oeste	881.544	0,84%	1.714.142	1,53%	94,45%

Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2020a; 2020b).

Em todas as regiões brasileiras, entre 2006 e 2017, houve aumento das áreas dos estabelecimentos agropecuários que tinham SAFs e eram classificados como de agricultura familiar (AF). Enquanto o Nordeste quase dobrou a área de SAFs administrada pela agricultura familiar (aumento de 97,4%), o Norte teve um aumento de 3,1%. No Sul, Sudeste e Centro-Oeste, essas áreas cresceram entre 20% e 31%. Não obstante, as áreas com SAFs administradas pela agricultura não familiar (ANF) representavam a maioria das áreas com Sistemas Agroflorestais em todas as grandes regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste), tanto para o ano de 2006 como para o ano de 2017. Além disso, essas áreas aumentaram entre os anos de 2006 e 2017 em todas as regiões, ainda que de forma heterogênea. O Centro-Oeste obteve o maior crescimento (104,2%), seguido do Nordeste (82,3%), Sul (58,1%), Norte (24,2%) e Sudeste (11,6%).

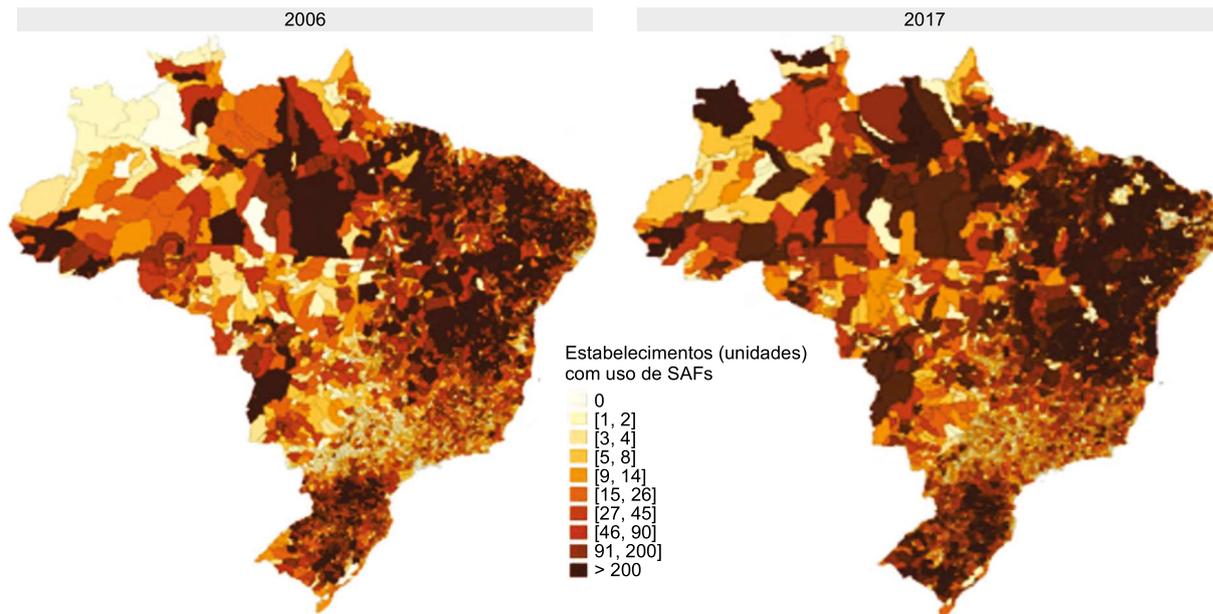
## 4.2 Análise espacial da distribuição dos Sistemas Agroflorestais dentro dos estados brasileiros

A Figura 1 apresenta a distribuição do número de estabelecimentos agropecuários que adotam SAFs em cada município nos anos de 2006 e 2017, categorizados em dez faixas de quantidades. Observa-se uma notável concentração desses estabelecimentos em algumas regiões, como o Nordeste, o oeste do Pará, o oeste do Mato Grosso do Sul e o norte de Minas Gerais, além dos estados do Sul do Brasil, no ano de 2006. Isso é evidenciado pelos municípios que apresentam 46

ou mais estabelecimentos agropecuários adotando SAFs, correspondendo às três maiores faixas exibidas na Figura 1.

Em 2017, a presença de estabelecimentos que adotam SAFs continua marcante nas regiões previamente mencionadas. No entanto, há aumento quantitativo também em áreas próximas às fronteiras internacionais. Isso é notável nas regiões que fazem divisa com países vizinhos, como o Mato Grosso do Sul em relação à Bolívia, o Amazonas em relação à Colômbia e Roraima em relação à Venezuela.

Figura 1 – Distribuição dos estabelecimentos com Sistemas Agroflorestais por Áreas Mínimas Comparáveis em 2006 e 2017

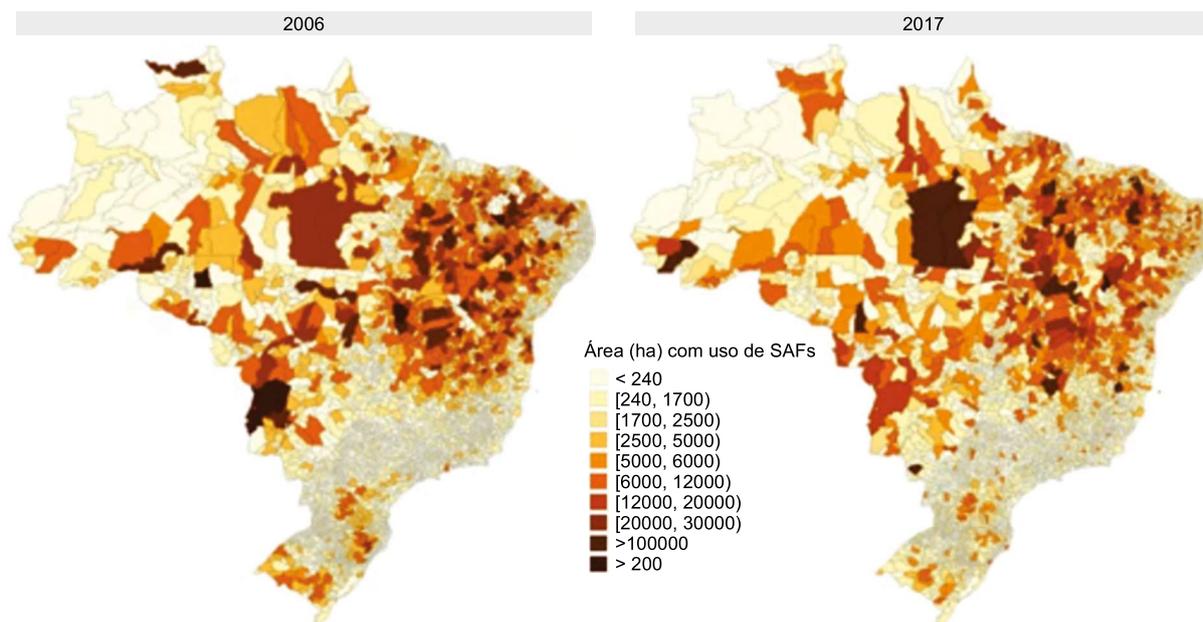


Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2020a; 2020b).

Ao avaliar a área total abrangida pelos estabelecimentos agropecuários que implementaram SAFs, conforme representado na Figura 2 (que também foram subdivididos em dez categorias de quantidade), é possível identificar uma concentração significativa de áreas nos municípios localizados no oeste do Pará, no oeste do Mato Grosso do Sul e em regiões caracterizadas pelo sertão e agreste no Nordeste, durante o ano de 2006. No entanto, tal concentração não é evidente no Sul do Brasil para o mesmo período.

Já em 2017, a configuração da distribuição da área total entre os estabelecimentos agropecuários que adotaram SAFs apresenta semelhanças com o padrão observado em 2006. Vale destacar um notável aumento das áreas abrangidas por esses estabelecimentos no oeste do Pará.

Figura 2 – Distribuição da área total dos estabelecimentos (em hectares) que adotam Sistemas Agroflorestais por Áreas Mínimas Comparáveis nos anos de 2006 e 2017

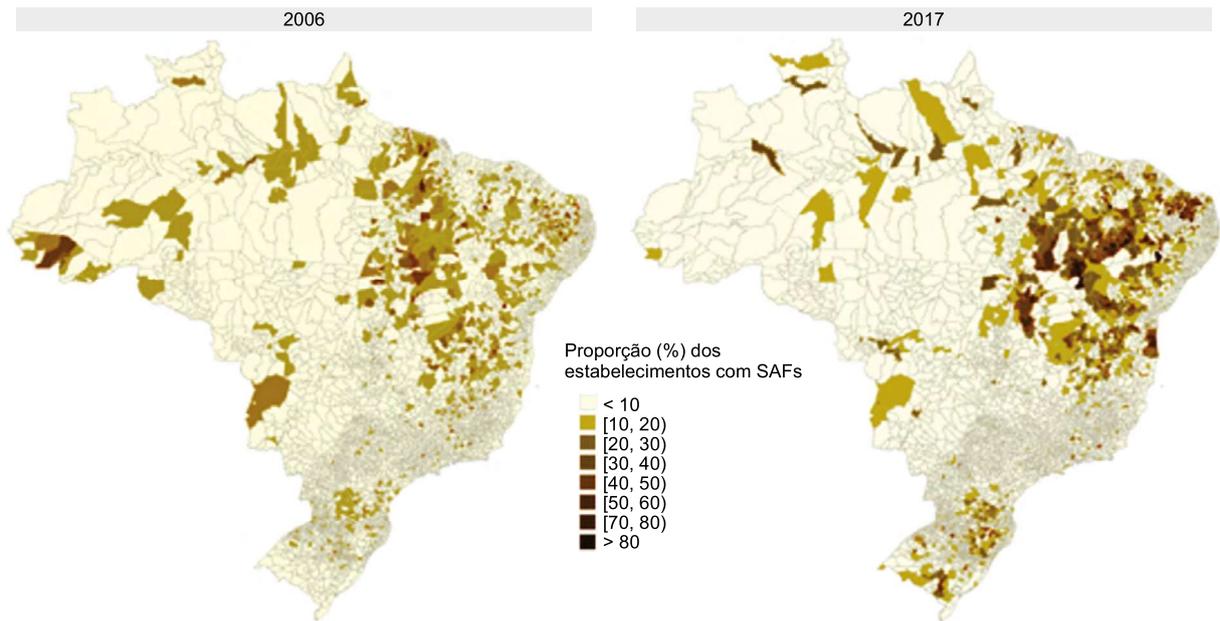


Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2020a; 2020b).

A Figura 3 considera a importância relativa dos estabelecimentos que adotam SAFs em relação ao total de estabelecimentos agropecuários existentes no município. O indicador foi dividido em oito faixas, que variam entre estabelecimentos que usam SAFs cuja proporção era inferior a 10% do total existente no município até essa proporção ser superior a 80%.

O exame da Figura 3 evidencia que poucos municípios brasileiros apresentavam proporção de estabelecimentos voltados aos SAFs acima de 10% do seu total de estabelecimentos agropecuários. Entretanto, entre os anos de 2006 e 2017, percebem-se avanços dessa modalidade em algumas regiões específicas, especialmente no Nordeste (com exceção do estado da Paraíba). No ano de 2006, essa participação girava em torno de 3% a 9% entre os municípios nordestinos. No ano de 2017, essa participação em diversos municípios do Nordeste aumentou para mais de 10%, com destaque para os municípios do estado do Piauí, que cresceu essa proporção de 7,8% em 2006 para 30,4% em 2017.

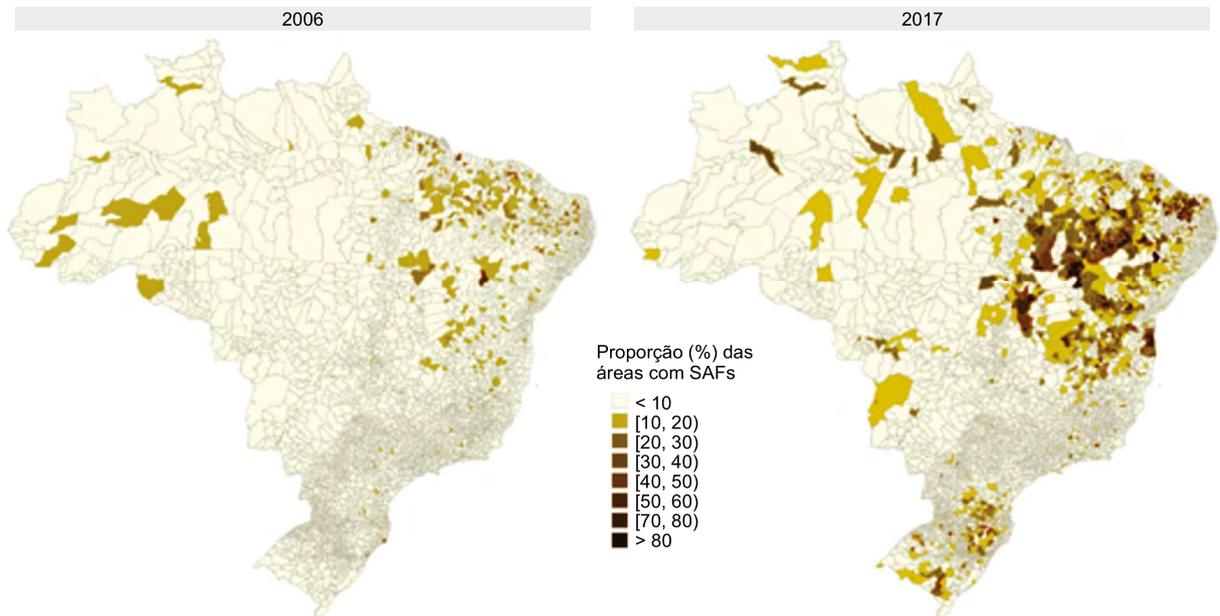
Figura 3 – Proporção (%) dos estabelecimentos com Sistemas Agroflorestais dentro de cada Área Mínima Comparável nos anos de 2006 e 2017



Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2020a; 2020b).

A Figura 4 considera a importância relativa da área dos estabelecimentos que adotam SAFs em relação à área agropecuária de cada município. Nota-se que havia em 2006 forte presença relativa desses estabelecimentos, tanto em número como em área, nos estados nordestinos, sendo que essa frequência aumentou em 2017 e passa também a ser maior no Sul do Brasil.

Figura 4 – Proporção (%) das áreas (ha) com Sistemas Agroflorestais dentro da área agropecuária de cada Área Mínima Comparável nos anos de 2006 e 2017



Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2020a; 2020b).

As Figuras 1 a 4 revelam indícios de possíveis associações espaciais na distribuição dos SAFs ao longo do território brasileiro. Para avaliar essas associações, foi realizado o cálculo do *I* de

Moran com base na matriz de pesos que apresentou o valor mais elevado para o *I* de Moran, que nesse caso foi a matriz dos cinco vizinhos mais próximos. Os resultados apresentados na Tabela 2 apontam que os quatro indicadores empregados para avaliar a adoção de SAFs indicam a existência de associações espaciais entre os diferentes municípios do Brasil.

É importante ressaltar que o fato de os Índices de Moran serem positivos sugere que municípios com um grande (ou pequeno) número de estabelecimentos adotando SAFs estão cercados por municípios que também apresentam um alto (ou baixo) número de estabelecimentos adotando SAFs. Essa mesma relação se aplica aos outros três indicadores mencionados na Tabela 2. Além disso, vale mencionar que essas associações espaciais parecem ter se intensificado ao longo do tempo, pois o Índice de Moran calculado para o ano de 2017 demonstrou ser maior do que o correspondente ao ano de 2006, para cada um dos indicadores analisados.

Fruto dos resultados anteriores, apresentam-se na Figura 5 os *clusters* dos Sistemas Agroflorestais nos anos de 2006 e 2017 de acordo com quatro variáveis: número de estabelecimentos que adotam SAFs em cada município, área total dos estabelecimentos que adotam SAFs em cada município, importância (em %) dos estabelecimentos que adotam SAFs em relação ao total de estabelecimentos agropecuários que existem em cada município, e importância (em %) em cada município da área dos estabelecimentos que adotam SAFs em relação à área total da agropecuária do município. Para elaboração dos *clusters*, foram utilizados os resultados dos *I* de Moran locais, calculados usando a equação (1) do item 4.3.

Observa-se, na Figura 5, a presença de *clusters* em diferentes regiões do Brasil. Em boa parte do Nordeste e em algumas partes do Norte e do Sul, havia *clusters* com alta incidência (alto-alto) de estabelecimentos com Sistemas Agroflorestais, sinalizando uma aglomeração de municípios vizinhos com alta adoção dessa tecnologia de produção agropecuária (SAF). Por outro lado, *clusters* de baixa incidência (baixo-baixo) surgem em boa parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste, e em algumas partes do Norte.

Tabela 2 – Resultados do *I* de Moran Local por variável

Variável	Ano	<i>I</i> de Moran Local
Área SAFs (ha) - valor absoluto	2006	0,238*
	2017	0,323*
Área SAFs (ha) - percentual	2006	0,294*
	2017	0,561*
Estabelecimento com SAFs - valor absoluto	2006	0,414*
	2017	0,485*
Estabelecimento com SAFs - percentual	2006	0,295*
	2017	0,530*

Fonte: Elaborado pelos autores com base no IBGE (2020a; 2020b), gerando as Figuras 1 a 5.

Nota: \* estatisticamente significativo a 0,01% e com 99.999 permutações aleatórias.

Quando analisados os mapas com valores absolutos das áreas com SAFs, a Região Sul apresentou inexpressivos *clusters* de alta incidência (alto-alto). O Centro-Oeste, por sua vez, teve expressivos *clusters* alto-alto (AA) nessa categoria, e o Norte apresentou diversas áreas com *clusters* baixo-alto.

Quando observadas as proporções das áreas com SAFs, os *clusters* eram basicamente compostos por aqueles com alta incidência (alto-alto) na Região Nordeste e na parte oeste do Pará, e baixa incidência (baixo-baixo) no Sudeste e Centro-Oeste. Em relação às proporções dos estabelecimentos com SAFs, há pequenos *clusters* de alta incidência na Região Sul (em ambos os anos) e no estado do Acre (no ano de 2006).

Um dos principais resultados encontrados a partir da análise dos dados dos Censos Agropecuários foi a maior concentração de SAFs na Região Nordeste do Brasil. Essa concentração pode estar alinhada a outros fatores. Por exemplo: o Nordeste é também a região do Brasil com maior concentração de áreas com pastagens degradadas no País. De acordo com o IBGE, entre os anos de 2006 e 2017, o Nordeste teve o pior desempenho entre as regiões brasileiras quanto ao fenômeno de degradação das terras: decréscimo de 8,11% da área com pastagens plantadas em boas condições e aumento de 82,59% da área com pastagens degradadas.

Ao se buscar na literatura elementos que elucidem a aglomeração de áreas com pastagens degradadas no Nordeste, vale mencionar o trabalho de Kill e Porto (2019). Segundo esses autores, nas últimas décadas têm crescido os casos de exploração dos recursos naturais da Caatinga. Entre os motivos, destacam-se o sobrepastoreio e a redução de pastagens para dar espaço à agricultura. Araújo (2013) também aponta que atividades pastoris, que vêm sendo exercidas na Caatinga nordestina nos últimos quatro séculos, são determinantes nos processos de degradação ambiental e no estabelecimento da desertificação no Semiárido nordestino, devido às condições de sobrepastoreio.

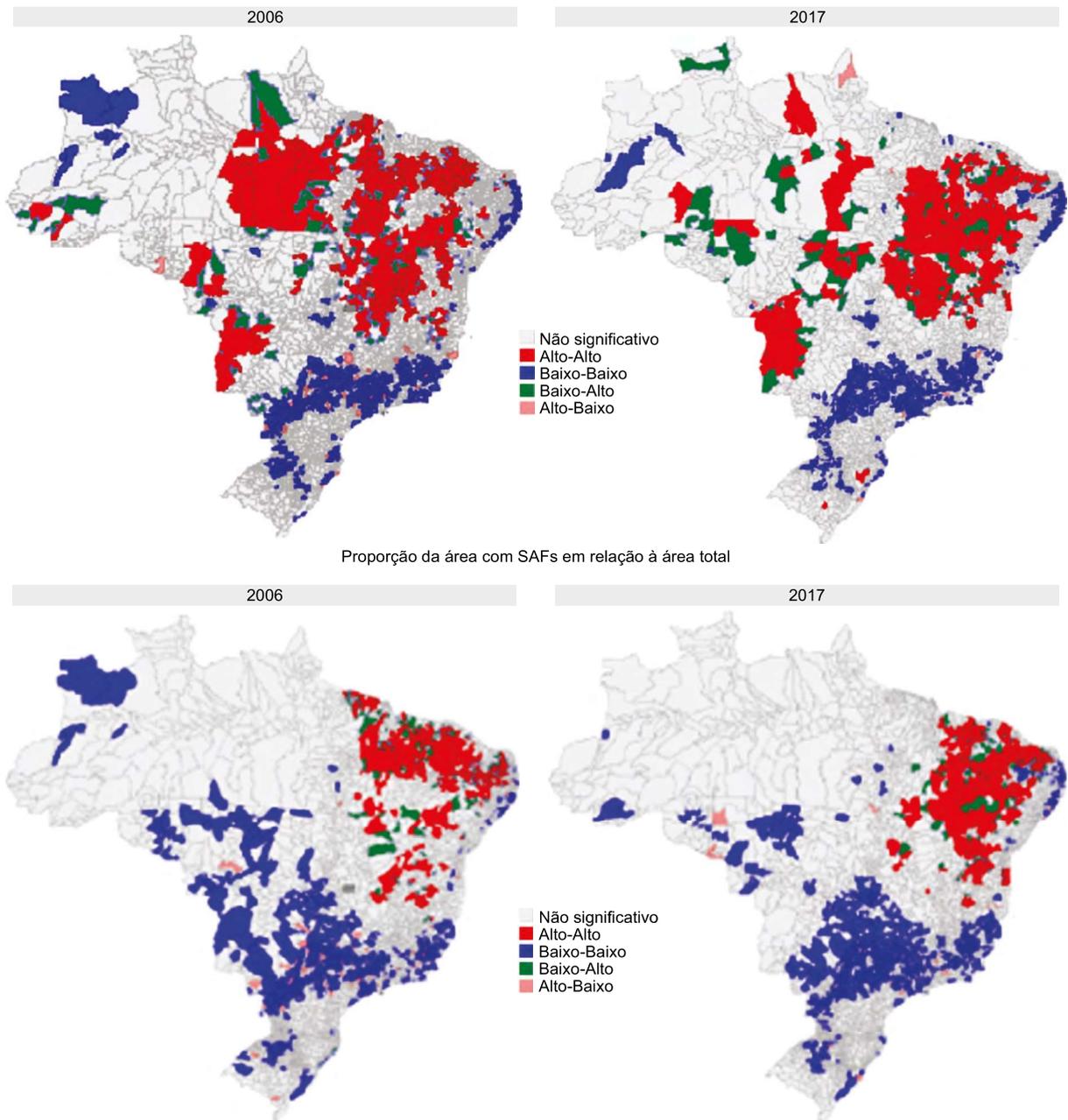
Autores como Medina (2013) e Fernandes (2015), por exemplo, consideram que o principal objetivo da implantação de sistemas integrados tem sido a recuperação de pastagens degradadas. Possivelmente, há uma relação entre tais circunstâncias: a maior adoção dos Sistemas Agroflorestais no Nordeste pode ter sido parcialmente motivada pelas condições das pastagens locais, que se encontravam empobrecidas e necessitavam de estratégias que proporcionassem aumento da capacidade produtiva do solo.

Conforme mencionado anteriormente neste artigo, a concentração de SAFs no Nordeste também pode ser justificada pelos objetivos subjacentes à sua implementação. Produtores nessa região, que predominantemente administram estabelecimentos agropecuários de natureza familiar (conforme apresentado na Tabela 1), podem ter optado por adotar SAFs como uma estratégia para aumentar a renda e diversificar a produção. Isso, por sua vez, contribuiria para a mitigação de riscos em suas atividades agropecuárias, conforme salientado por Macedo (2013). Essa abordagem encontra suporte no estudo de Moraes *et al.* (2013), que observaram que os agricultores familiares abordados na pesquisa consideram os Sistemas Agroflorestais como uma oportunidade para aprimorar sua qualidade de vida. Isso ocorre porque esses sistemas têm o potencial de ampliar a variedade de produtos destinados ao consumo familiar, além de viabilizar a comercialização desses produtos nos mercados locais.

Outro importante resultado, que pode ser observado nas Figuras 1 a 5, é sobre o crescimento de estabelecimentos e áreas com SAFs no território brasileiro entre 2006 e 2017. Esse aumento de SAFs acompanha um movimento global que busca a adoção de sistemas produtivos mais sustentáveis. Frente ao empenho mundial para que os países se unissem contra as mudanças climáticas, o Brasil participou de acordos internacionais, como a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, conhecida também como Rio+20, em que foram propostas agendas em prol da sustentabilidade. Com isso, organizações públicas e privadas passaram a estimular a adoção de boas práticas, acordos, protocolos, padrões e certificações transnacionais que sustentassem a execução de práticas sustentáveis (Sambuichi *et al.*, 2014).

Um exemplo notável de tais boas práticas implementadas no Brasil é o selo Carne Carbono Neutro (CCN), uma marca-conceito desenvolvida pela Embrapa a partir do ano de 2012, que confere um selo ao gado de corte oriundo de sistemas de integração com presença obrigatória do componente arbóreo. Esse selo fomenta a implementação de sistemas de produção pecuária mais sustentáveis e incentiva a introdução de SAFs na propriedade, além de ser utilizado com o intuito de atestar que a produção da carne bovina segue uma série de diretrizes, tais como, por exemplo, apresentar seus volumes de emissão de GEEs neutralizados por meio do componente florestal presente nos sistemas integrados do tipo silvipastoril ou agrossilvipastoril (Alves; Laura; Almeida, 2015).





Fonte: Elaborado pelos autores e usando dados do IBGE.

Outra iniciativa desenvolvida no Brasil, e que está alinhada com o objetivo de promover ações voltadas à sustentabilidade, é o Plano para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura, mais conhecido como Plano ABC (Agricultura de Baixo Carbono). Lançado em 2010 pelo governo federal, o plano tem como foco principal a redução das emissões na agropecuária, visando à diminuição de 134 a 163 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> via aumento da eficiência da produção e uso dos recursos naturais. Essa redução seria alcançada, entre outras medidas, pela ampliação em 4 milhões de hectares da adoção de sistemas integrados e expansão do plantio de florestas em 3,0 milhões de hectares. O Programa ABC (incorporado a partir do segundo semestre de 2023 no Programa RenovAgro), que é uma ação voltada ao financiamento das atividades propostas pelo Plano ABC, dispõe de uma modalidade de crédito voltada unicamente a propriedades com SAFs, ao conceder benefícios e créditos com taxas de juros mais atrativas aos agricultores que adotarem sistemas integrados no estabelecimento agrícola (Mapa, 2012).

Da mesma forma que o Plano ABC, é relevante mencionar o Projeto ABC Cerrado, uma iniciativa adicional direcionada a boas práticas sustentáveis. Financiado também pelo Plano ABC, esse projeto esteve em vigor de 2014 a 2019. Trata-se de uma iniciativa que recuperou, em cinco anos, mais de 93 mil hectares de áreas degradadas na região do Cerrado. Nesse período, 7,8 mil produtores rurais tiveram acesso à capacitação e assistência técnica a fim de adotar, em seus estabelecimentos agropecuários, tecnologias de produção que geram baixa emissão de carbono. Segundo a CNA (2020), as estratégias adotadas (entre elas a adoção de SAFs) permitiram ao produtor incrementar sua renda e diversificar a atividade produtiva em consonância com a conservação ambiental do local.

As mencionadas iniciativas são classificadas como políticas setoriais. De acordo com o estudo de Costa *et al.* (2018), a relevância das políticas setoriais é destacada como um estímulo à adoção de práticas de produção mais sustentáveis. O artigo ressalta que produtores que fazem uso de algumas boas práticas agrícolas – tais como a recuperação de pastagens degradadas, plantação de florestas e integração de atividades na propriedade (como o caso dos SAFs) – são elegíveis para incentivos da iniciativa da agricultura de baixo carbono por meio do Plano ABC. Os mesmos autores expõem que, além do significativo potencial de redução de GEEs, conforme exigido e incentivado por essas políticas setoriais, a adoção de sistemas integrados ainda pode contribuir com outras vantagens econômicas, sociais e ambientais, como o aumento da produção de alimentos e de energia simultaneamente com a recuperação de áreas de pastagens degradadas, preservação de áreas florestais, e otimização de custos de produção.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, este estudo examinou a evolução e a distribuição regional dos estabelecimentos agropecuários que adotavam Sistemas Agroflorestais no Brasil nas duas primeiras décadas do século XXI. Os resultados revelaram um aumento de 60,43% no número de estabelecimentos utilizando SAFs e um crescimento de 66,70% das áreas dedicadas a esses sistemas durante esse período. No entanto, essa expansão não foi homogênea entre a agricultura familiar e não familiar nem entre as regiões do País.

A pesquisa destacou a concentração de estabelecimentos agropecuários adotantes de SAFs em regiões como o Nordeste, o oeste do Pará, o oeste do Mato Grosso do Sul e o norte de Minas Gerais, tanto em 2006 quanto em 2017. Durante esse mesmo período, também foi observado um aumento no número de estabelecimentos com SAFs em áreas próximas às fronteiras internacionais, principalmente nas divisas com países vizinhos, como Bolívia, Colômbia e Venezuela. Além disso, foi identificada uma concentração de áreas com SAFs em municípios do oeste do Pará, oeste do Mato Grosso do Sul e em regiões de sertão e agreste no Nordeste nos anos de 2006 e 2017.

A agricultura familiar respondia por cerca de 80% dos estabelecimentos agropecuários adotantes de SAFs no Brasil nos anos de 2006 e 2017, mas apenas por 35% de sua área. Nesse período, os SAFs ampliaram-se tanto na agricultura familiar quanto na agricultura não familiar, mas com maior intensidade nesta última. O estudo também apontou associações espaciais de SAFs entre municípios brasileiros, indicando que áreas com alta (ou pequena) densidade de SAFs tendem a estar cercadas por áreas semelhantes.

Um dos principais resultados do artigo é o apontamento das diferenças da concentração e da evolução de SAFs entre as regiões do País e entre agricultores familiares e não familiares. Esses resultados são úteis para o direcionamento de políticas agrícolas, como o Plano ABC. Por exemplo, a constatação desse alto percentual de SAFs no Nordeste deve ser levada em conta no Plano para que os SAFs ainda se mantenham na Região e possam também se expandir em outras regiões. No entanto, o estudo se limitou à análise descritiva e espacial, sugerindo que futuras pesquisas

poderiam explorar mais profundamente os fatores econômicos que influenciam a formação e mudança desses clusters de SAFs ao longo do tempo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. **Econometria espacial**. Campinas-SP: Alínea, 2012.
- ALMEIDA, E. S.; PEROBELLI F. S.; FERREIRA P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 46, n. 1, 2008.
- ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A. **Carne Carbono Neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2015a.
- ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. **Sistemas Agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Embrapa Gado de Corte, 2015b.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ARAÚJO, F. A. S.; ANDRADE, L. P.; MOLICA, R. J. R.; ANDRADE H. M. L. S. Indicadores de sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais: levantamento de metodologias e indicadores utilizados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, Suplemento Especial, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.246191>.
- ARAÚJO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da Caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2013.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011a.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, P. V.; MORAES, A. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de Integração lavourapecuáriafloresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, 2011b.
- BEHLING, M.; WRUCK, F. J.; ALVES, D. B.; MENEGUCI, J. L. P.; PEDREIRO, B. C.; CORNEVALLI, R. A.; CORDEIRO, L. A. M.; GIL, G.; FORIAS, A. L.; DOMIT, L. A.; SILVA, J. F. V. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 19ª edição do Boletim de Pesquisa de Soja 2013/2014. Fundação MT. p. 306-325, 2013.
- CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - Coleção 500 Perguntas 500 Respostas**. Brasília-DF: Embrapa Cerrados / MAPA, 2015.
- COSTA, M.P.; SCHOENEBOOM, J. C.; OLIVEIRA, S. A.; VINAS, R. S.; MEDEIROS, G. A. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestockforestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. **Journal Clean. Prod.**, v. 171, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.063>
- CNA. (2020). CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Resultados do Projeto ABC Cerrado**. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/ABC-cerrado-apresentacao.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.

CRUZ, A. A. **Evolução da produtividade da pecuária bovina leiteira em alguns Estados brasileiros: distribuição espacial e análise de convergência para o período de 1974 a 2006.** 166 p. Tese (doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

DALL’AGNOL, A.; HIRAKURI, M. **Realidade e perspectivas no Brasil na produção de alimentos e agroenergia, com ênfase na soja.** Embrapa, 2008.

FERNANDES, P. **Projeto Integração Lavoura-Pecuária Floresta na Região Norte do Brasil pela Embrapa (2007–2012).** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015.

GARRETT, R. D.; NILES, M. T.; GIL, J. D. B. *et al.* Social and ecological analysis of commercial integrated croplivestock systems: current knowledge and remaining uncertainty. **Agric. Syst.**, v. 155, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.05.003>.

GIL, J. D. B.; BERGER, T.; GARRET, R. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. **Land Use Policy**, v. 59, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.022>

GIL, J. D. B.; GARRETT, R. D.; ROTZ, A., *et al.* Tradeoffs in the quest for climate smart agricultural intensification in Mato Grosso, Brazil. **Environ. Res. Lett.**, 2018. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4d1>.

HERRERO, M.; THORNTON, P. K.; NOTENBAERT, A. M. *et al.* Smart investments in sustainable food production: revisiting mixed crop-livestock systems. **Science**, v. 327, p. 822-825, 2010. <https://doi.org/10.1126/science.1183725>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006:** Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro. 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017:** Resultados Definitivos. Rio de Janeiro. 2019a.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006.** Recuperado em 20/03/2020, de <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>. 2020b.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017.** Recuperado em 21/03/2020, de <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. 2020c.

KILL, L.; PORTO, D. BIOMA CAATINGA: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. *In:* VILELA E.; CALLEGARO G.; FERNANDES, G. **Biomass e Agricultura:** Oportunidade e Desafios. Academia Brasileira de Ciências / FAPEMIG. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019. p. 65-80.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 4-8, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>.

LUZARDO A. J. R.; CASTAÑEDA FILHO R. M.; RUBIM I. G. Análise espacial exploratória com o emprego do Índice de Moran. **GEOgrafia**, v.19, n. 40, 2017.

MACEDO, J. L. V. **Sistemas Agroflorestais: princípios básicos.** Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus: Instituto Amazônia, 2013.

MAGALHÃES, C. A. S.; PEDREIRA, B. C.; TONINI, H.; FARIAS NETO, A. L. Produtividade agrícola, pecuária e florestal em diferentes sistemas de produção no norte de Mato Grosso. *In*: FARIAS NETO, A. L. de; NASCIMENTO, A. F. do; ROSSONI, A. L.; *et al.* (ed.). **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. pt. 4, cap. 2, p. 164-173.

MAPA. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Brasília, DF, 2012.

MEDINA, G. **Integração Lavoura, Pecuária, Floresta. Tecnologia social que gera trabalho e renda, produz mais alimentos e preserva o meio ambiente**. Fundação Banco do Brasil; Fundação Casa do Cerrado, 2013.

MORAES, M. H. C. S. *et al.* **Viabilidade dos Sistemas Agroflorestais na agricultura familiar do Nordeste Paraense**. Embrapa Amazônia Oriental, 2013.

OLIVEIRA, P. *et al.* **Evolução de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF): estudo de caso da Fazenda Santa Brígida, Ipameri, GO**. 2013. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. 50 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 318).

POCCARDI-CHAPUIS, R.; ALVES, L. N.; GRISE, M. M.; BÂ, A.; COULIBALY, D.; FERREIRA, L.A.; LECOMTE, P. **Landscape characterization of integrated crop – livestock systems in three case studies of the tropics**. *Renewable Agriculture and Food Systems*, v. 29, p. 218-229, 2014. <https://doi.org/10.1017/S174217051400009X>.

SAMBUICHI, R. H. R.; SILVA, A. P. M.; OLIVEIRA, M. A. C.; SAVIAN, M. **Políticas agroambientais e sustentabilidade: desafios, oportunidades e lições aprendidas**. Brasília: Ipea, 2014.

SCHEMBERGUE, A.; CUNHA, D. A.; CARLOS, S. M.; PIRES, M. V.; FARIA, R. M. Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 55, n. 1, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550101>.

SILVA, J. *et al.* (2016). **Plano ABC. Boletim Técnico Informativo - Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

SOARES, C.; ROSINHA G. Segurança alimentar, sustentabilidade e produção de proteína de origem animal. *In*: VILELA E.; CALLEGARO G.; FERNANDES, G. **Biomass e Agricultura: Oportunidade e Desafios**. Academia Brasileira de Ciências/FAPEMIG. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019. p.149-162.

TOMAZI, M. O sistema ILPF convivendo com mudanças climáticas e reduzindo a emissão de gases de efeito estufa. Embrapa Agropecuária Oeste. **Revista Produção Rural**, ano 1, edição 6, p. 60-61, 2015.

VINHOLIS M. M. B.; CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M.; BERBARDO, R. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Estado de São Paulo: estudo multicase com adotantes pioneiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.234057>.