

# Agricultura e paisagens sustentáveis: a diversidade produtiva do setor agrícola de Minas Gerais, Brasil

*Agriculture and sustainable landscapes: agricultural  
diversification in the state of Minas Gerais, Brazil*

Marina Lorena Campos Teixeira<sup>a</sup>

Sônia Maria Carvalho Ribeiro<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
End. Eletrônico: marina-lorena@hotmail.com

<sup>b</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
End. Eletrônico: sonia.carvalhoribeiro@googlemail.com

doi:10.18472/SustDeb.v11n2.2020.28147

Received: 29/11/2019  
Accepted: 02/04/2020

ARTICLE- DOSSIER

## RESUMO

A produção de alimentos é importante para garantir a segurança alimentar, e os diferentes modos de produção podem gerar diferentes impactos ambientais. A diversificação agrícola é considerada uma das formas de promover a sustentabilidade, tanto em termos ecológicos quanto socioeconômicos. Para compreender a dinâmica da agricultura em Minas Gerais, este trabalho utiliza um indicador para caracterizar os sistemas de produção agrícola e avaliar a diversidade produtiva dos 853 municípios do estado. A maior parte dos municípios (76%) apresentou uma diversidade alta ou muito alta, sendo esta associada principalmente ao contexto da agricultura familiar. No entanto, a contribuição desses sistemas agrícolas diversificados para a economia dos municípios é relativamente baixa, mostrando que a sustentabilidade econômica de sistemas diversificados ainda é um desafio. É importante que, além do interesse do produtor, exista uma política pública de desenvolvimento rural capaz de viabilizar sistemas de produção agrícola alinhados com padrões de sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Diversificação Agrícola. Índice de Diversidade de Simpson. Paisagens Sustentáveis. Governança.

## ABSTRACT

*The intensification of agricultural production and its impacts has been widely discussed around the world. Agricultural diversification is a possible path to promote sustainability in agriculture, considering ecological and socioeconomic aspects. Thus, this paper aims to develop an indicator that could assess the agricultural diversification of the municipalities of Minas Gerais, in order to understand the dynamics of agriculture in the state. Our results show that most of the municipalities (76%) presented a "high" or "very high" diversification, and it can be explained by the strong presence of family farming. However, the share of the gross domestic product (GDP) of these municipalities relative to agriculture activity is relatively low, highlighting that economic sustainability has not been fully achieved yet. In addition to the producer's interest in increasing agricultural diversification, it is important to ensure a rural development public policy fostering diverse agricultural production systems aligned with environmental sustainability standards.*

*Keywords: Agriculture diversification. Simpson Diversity Index. Sustainable landscapes. Governance.*

## 1 INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos aumenta à medida que a população mundial vai crescendo, e o cenário previsto para os próximos anos não se mostra animador: a Organização das Nações Unidas (ONU) estima que em 2100 seja alcançada a marca de 11,2 bilhões de pessoas no planeta (ONU, 2017). Essa perspectiva requer que a agricultura assuma uma forma de organização que seja capaz de suprir as necessidades alimentares e econômicas da população.

Nesse contexto, destaca-se o processo de intensificação da agricultura, que visa aumentar a quantidade de alimentos produzida por unidade de área (produtividade), especialmente com o emprego de tecnologias que permitam a produção em larga escala, geralmente utilizando a monocultura como forma de produção. Além da alimentação, as monoculturas destinam-se também à produção de biocombustíveis, cuja produção apresenta aumento ano após ano (IEA, 2019). Considerando apenas a produção brasileira de cana-de-açúcar destinada ao setor sucroenergético, foram colhidos 8,6 milhões de hectares na safra 2018/2019 (BRASIL, 2019), o que corresponde a 85% da área total plantada de cana no País (IBGE, 2019a) e reforça a posição de destaque do agronegócio na economia brasileira.

A expansão para novas áreas agrícolas e a intensificação das áreas já existentes contribuiriam para o aumento da produção que a nova demanda mundial requer (TILMAN et al., 2011). Sabe-se, no entanto, que muitos impactos ambientais estão associados à atividade agrícola, especialmente às monoculturas, como, por exemplo, a degradação dos solos e a eutrofização (KASTNER, M.; KASTNER, T.; NONHEBEL, 2011), perda de biodiversidade (PERFECTO VANDERMEER, 2010), emissão de gases de efeito estufa (GEE) devido às mudanças ocasionadas no uso da terra e à utilização de fertilizantes (BURNEY; DAVIS; LOBELL, 2010), entre outros.

Atualmente, diversas regiões no mundo encontram-se dominadas por monoculturas, sendo que estas substituem ecossistemas que anteriormente eram marcados por uma elevada riqueza de espécies. Dessa forma, a agricultura foi uma das grandes responsáveis por simplificar e homogeneizar diversos ecossistemas em todo o mundo (TILMAN, 1999).

Uma das propostas técnicas para reduzir a simplificação da paisagem é a promoção da diversificação de culturas agrícolas (KASSAM; FRIEDRICH, 2012), que pode ser feita por meio da implantação de duas ou mais atividades agrícolas em uma mesma propriedade rural (SANTANA; FERREIRA; ALENCAR, 2009). A diversificação pode diminuir os riscos da monocultura como principal fonte de renda do produtor e aumentar a sustentabilidade, tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista das paisagens naturais. No âmbito da agricultura familiar, existe uma série de vantagens associadas à diversificação da agricultura: o aumento de possibilidades de comercialização ao longo do ano, o resgate de cultivos de produtos tradicionais, o abastecimento da própria família, a ampliação de renda e a melhoria nas condições de vida da família como um todo (BARBOSA et al., 2016; HAAS, 2008).

Michler e Josephson (2017), por exemplo, avaliaram o impacto da diversificação de culturas agrícolas em famílias de regiões mais desfavorecidas na Etiópia, e conseguiram quantificar, pela análise de dados estatísticos oficiais do país, que as que apresentam uma diversificação de culturas em suas propriedades, possuem, em média, menores índices de pobreza. Além disso, verificou-se que a diversificação da produção agrícola reduz a probabilidade de uma família economicamente frágil entrar em situação de pobreza. Em um contexto semelhante, Waha et al. (2018) afirmam que, em âmbito familiar, a diversificação da agricultura é mais bem-sucedida em garantir a segurança alimentar.

O conceito de sustentabilidade tem sido muito discutido e adotado nas questões ambientais nas últimas décadas. No entanto, tem sido pouco utilizado no contexto da paisagem. Paisagens sustentáveis, segundo o Instituto Internacional para Sustentabilidade, são aquelas que assumem o desafio de

“conciliar interesses sociais, econômicos e ecológicos, integrando-os aos processos de planejamento territorial nas diferentes escalas de atuação, seja no meio urbano ou não, nas áreas degradadas ou não” (IIS, 2015, p. 7). Tratando especificamente do meio rural, a sustentabilidade das paisagens visa então estabelecer condições para que a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento de atividades produtivas sejam combinados em áreas comuns.

Considerando o contexto da agricultura sustentável e a importância da utilização de indicadores que sejam capazes de avaliar a sustentabilidade no âmbito da paisagem, é necessária a formulação de métricas que sejam capazes de quantificar os aspectos da paisagem relativos às dimensões socioeconômica e ambiental. Como a diversidade da produção agrícola é uma das possibilidades para aumentar a sustentabilidade da paisagem rural, é importante a proposição de indicadores que sejam capazes de avaliar a diversificação da produção agrícola em âmbito municipal.

## 2 AGRICULTURA E DIVERSIFICAÇÃO EM MINAS GERAIS

A agricultura apresenta uma grande relevância no contexto histórico e econômico de Minas Gerais. A sua prática está intimamente relacionada ao desenvolvimento da mineração no estado, a partir do século XVIII, mas inicialmente como atividade de subsistência. A atividade só ganhou uma posição de destaque com o declínio da mineração, quando houve o surgimento de novos mercados para os produtos durante o século XVIII (MINAS GERAIS, 1978).

A agricultura mineira ganhou novamente grande importância no início do período republicano brasileiro, quando a cafeicultura se mostrou como um dos grandes pilares da economia do País. Em um momento posterior, visou-se a diversificação produtiva para consolidar uma agropecuária forte, capaz de sustentar um processo de industrialização vigoroso (GARCIA; ANDRADE, 2007).

No cenário atual, a agricultura ainda apresenta uma grande importância no contexto socioeconômico de Minas Gerais. De acordo com dados do MapBiomas, as áreas destinadas à agricultura apresentaram um aumento significativo em um curto espaço de tempo: passaram de aproximadamente 635.000 ha no ano de 1985 para 3.575.000 ha em 2018 (PROJETO MAPBIOMAS, 2020). Além disso, o PIB do agronegócio foi responsável por 33,5% do PIB total do estado (EMATER, 2018).

Segundo dados do Censo Agropecuário de 2017, o estado possui 607.557 estabelecimentos rurais, perdendo em quantidade apenas para o estado da Bahia. Além disso, esses estabelecimentos ocupam aproximadamente 65% do território mineiro (IBGE, 2019b). A agricultura familiar também exerce grande importância em Minas Gerais: dados do mesmo censo indicam a existência de mais de 440 mil estabelecimentos familiares no estado, o que corresponde a 73% do total de estabelecimentos rurais de Minas Gerais (IBGE, 2019b).

Considerando a relevância da agricultura familiar no cenário mineiro, o estado ganha destaque também quando é analisada a diversificação da produção agrícola. Segundo a pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM) de 2018, Minas Gerais é o estado que apresenta a maior variedade de culturas (temporárias e permanentes) no País: das 71 analisadas na pesquisa, 52 são encontradas no estado (IBGE, 2019a). No entanto, os efeitos concretos da diversificação ainda não são amplamente compreendidos, de forma que o incentivo para essa prática ainda não alcançou o seu completo potencial.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo quantificar a diversidade produtiva agrícola de cada um dos municípios de Minas Gerais, por meio de um indicador consistente, e avaliar de que forma essa diversidade produtiva agrícola se encontra refletida nos demais indicadores socioeconômicos e ambientais do estado.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada tendo como fonte a pesquisa de Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2019a). A primeira etapa consistiu na tabulação da área plantada para cada uma das culturas agrícolas cuja quantidade produzida fosse, no mínimo, uma tonelada e distribuídas em, no mínimo, um hectare. Para tanto, decidiu-se utilizar os valores referentes à média dos anos de 2014 a 2018, com o objetivo de diminuir excepcionais eventualmente verificadas em alguns anos da série histórica. Com esses dados, foi possível calcular o índice de diversidade da produção agrícola para cada município usando o Índice de Simpson, conforme descrito na seção 3.2.

Em seguida, esse dado foi comparado a outras variáveis que permitem delinear o perfil produtivista e conservacionista dos municípios de Minas Gerais. Foram selecionadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de área antropizada por município

A porcentagem de área antropizada mede o grau da intervenção humana nas paisagens. Como a produção agropecuária requer área disponível para seu desenvolvimento, assume-se que o aumento da área antropizada está relacionado ao favorecimento do aspecto produtivista dos municípios. Para tanto, utilizou-se a base de dados da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável – FBDS (FBDS, 2018).

- Contribuição da agropecuária no Produto Interno Bruto (PIB) municipal

A parcela que a atividade agropecuária adiciona ao PIB municipal é um importante indicador da dimensão desse setor na economia local. Quanto maior o valor, maior é a predominância da atividade, o que mostra um forte caráter produtivista dos municípios. Esse mesmo indicador foi utilizado por Pinto Correia et al. (2016) para avaliar a dimensão produtiva da ocupação humana nos espaços rurais. Para o cálculo desse indicador, foi avaliada a porcentagem do valor adicionado bruto da agropecuária (VAB) sobre o valor total do PIB municipal, relativo ao ano de 2016 (IBGE, 2016).

- Distância média ao vizinho mais próximo (fragmentos florestais)

A distância média do vizinho mais próximo é uma das métricas da paisagem utilizadas para avaliar a fragmentação da paisagem – nesse caso, da classe de florestas. A fragmentação florestal provoca diversas consequências negativas, como a perda de habitats, de biodiversidade, alteração nas interações ecológicas, entre outras (SOUZA et al., 2014). Quanto maior a distância entre os fragmentos, maior o grau de isolamento verificado, o que se mostra prejudicial à conservação da biodiversidade. Neste estudo, a análise da distância média do vizinho mais próximo de fragmentos de áreas florestais foi feita utilizando a base de dados da FBDS (FBDS, 2018). Foi selecionada a classe “formação florestal” para a análise no *software* FRAGSTATS 4.2.1.

- Tamanho médio dos fragmentos florestais

O tamanho médio dos fragmentos florestais é outra métrica da paisagem utilizada para avaliar a fragmentação da paisagem – fragmentos maiores são usualmente melhores para promover a conectividade e a conservação da biodiversidade (VALENTE; VETORAZZI, 2005). É importante destacar, no entanto, que foi considerada a área total do fragmento, incluindo a chamada área de borda. Como a escala de trabalho envolve todos os municípios de Minas Gerais, abrangendo biomas e ecossistemas distintos, julgou-se inadequado assumir um valor único de borda para todas as áreas. Dessa forma, considerou-se apenas o elemento

estrutural da paisagem, sem considerar o aspecto funcional. A análise do tamanho médio dos fragmentos de áreas florestais foi feita utilizando, novamente, a base de dados da FBDS. Foi selecionada a classe “formação florestal” para a análise no *software* FRAGSTATS 4.2.1.

- Porcentagem de APPs ripárias por município

As Áreas de Proteção Permanente são instituídas por meio de dispositivos legais, segundo critérios previamente estabelecidos (BRASIL, 2012). Dessa forma, as APPs foram adotadas como um critério na avaliação do perfil conservacionista dos municípios por ser um fator comum a todos eles. As APPs dos municípios mineiros foram obtidas na base de dados da FBDS. Essas áreas abrangem apenas as APPs ripárias, tendo sido calculada a porcentagem de APPs dentro da área do município.

### 3.2 CÁLCULO DO ÍNDICE DE DIVERSIDADE PRODUTIVA DOS MUNICÍPIOS

A partir dos valores encontrados, calculou-se a diversidade produtiva de cada um dos municípios por meio do Índice de Diversidade de Simpson (*Simpson Index of Diversity – SID*) (SIMPSON, 1949), utilizando a seguinte relação:

$$SID = 1 - \sum_{i=1}^N \left( \frac{X_i}{\sum_{i=1}^N X_i} \right)^2$$

Onde:  $X_i$  = área ocupada por cada produto e  $N$  = número de produtos agrícolas produzidos no município que ocupam mais de um hectare e cuja quantidade excede uma tonelada.

Esse índice varia de 0 a 1, sendo 0 o município que apresenta apenas um tipo de produção agrícola, e aumenta até o valor de 1 conforme aumenta a diversidade.

Os valores obtidos para cada município foram associados a uma base de dados geográfica (*shapefile* de municípios de Minas Gerais elaborado pelo IBGE), de forma a gerar um mapa de diversidade agrícola.

Os municípios foram agrupados em cinco classes distintas previamente determinadas:

- Diversificação muito baixa:  $SID \leq 0,20$ ;
- Diversificação baixa:  $SID > 0,20$  e  $\leq 0,40$ ;
- Diversificação média:  $SID > 0,40$  e  $\leq 0,60$ ;
- Diversificação alta:  $SID > 0,60$  e  $\leq 0,80$ ;
- Diversificação muito alta:  $SID > 0,80$ .

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Primeiramente, verificou-se a normalidade dos dados trabalhados, por meio da aplicação do teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Após essa verificação, foram calculadas as estatísticas descritivas dos dados e também a correlação entre a diversidade produtiva agrícola e as demais variáveis analisadas. Todas as análises foram desenvolvidas no *software* estatístico SPSS 19.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

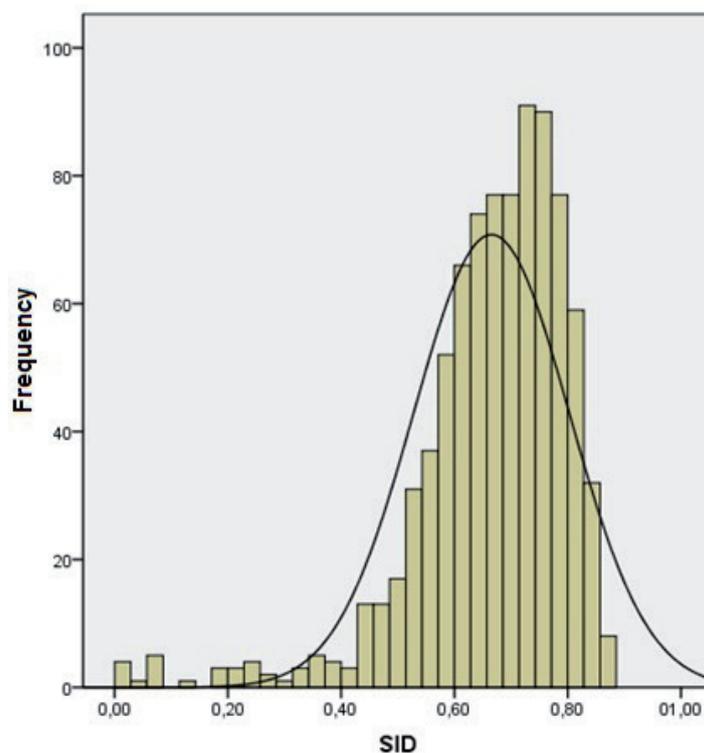
A Tabela 1 mostra os valores obtidos na análise de estatística descritiva realizada no *software* SPSS, enquanto a Figura 1 mostra a distribuição dos valores calculados para o índice de diversidade produtiva agrícola.

**Tabela 1** | Estatística descritiva das variáveis analisadas

| Variável                                      | Número de ocorrências | Valor mínimo | Valor máximo | Média | Desvio Padrão |
|---|-----------------------|--------------|--------------|-------|---------------|
| SID   | 853                   | 0,00         | 0,88         | 0,66  | 0,13          |
| CONTRIBUIÇÃO DA AGROPECUÁRIA NO PIB MUNICIPAL | 853                   | 0,00         | 0,72         | 0,17  | 0,12          |
| PORCENTAGEM DE ÁREA ANTROPIZADA               | 853                   | 0,09         | 0,94         | 0,67  | 0,16          |
| ÁREA MÉDIA DAS MANCHAS (HA)                   | 853                   | 1,02         | 70,30        | 6,32  | 5,53          |
| DISTÂNCIA DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO (M)         | 853                   | 25,40        | 246,64       | 62,76 | 22,85         |
| PORCENTAGEM DE APPS RIPÁRIAS                  | 853                   | 0,01         | 0,61         | 0,11  | 0,05          |

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Conforme os resultados das variáveis socioeconômicas apresentadas na Tabela 1, a contribuição da atividade agropecuária no PIB municipal dos 853 municípios mineiros varia de 0 a 72%, enquanto a área antropizada varia de 0,9 a 94%. Em relação aos resultados de métricas da paisagem, a Tabela 1 mostra que a área média das manchas de floresta varia de 1 a 70,3 hectares, sendo a média e o desvio padrão 6,32 e 5,53, respectivamente. Já em relação à distância média do vizinho mais próximo entre fragmentos florestais, os valores médios por município variam entre 25 e 246 metros. Por fim, a Tabela 1 mostra que, em média, municípios mineiros têm 11% do seu território em área de APP ripária.



**Figura 1** | Distribuição dos valores calculados para a diversidade produtiva agrícola.

Fonte: Elaborada pelas autoras

Ainda de acordo com a Tabela 1, a média e o desvio padrão do índice de diversidade produtiva agrícola dos 853 municípios de Minas Gerais é de  $0,66 \pm 0,13$ . Após o cálculo do índice para cada um dos municípios, verificou-se que 1,6% dos municípios mineiros são classificados com uma diversidade produtiva muito baixa, 2,6% como diversificação baixa, 19,5% como diversificação média, 64,7% como diversificação alta e 11,6% apresentam diversificação muito alta.

A Figura 2 mostra o mapa com a classificação da diversidade produtiva dos municípios de Minas Gerais. Entre os municípios classificados como muito pouco diversificados, verifica-se uma forte concentração na região do Triângulo Mineiro. Isso pode ser explicado pela exploração do agronegócio que acontece na região, desenvolvida por empresários rurais de médio e grande porte e que fazem uso intensivo de tecnologia, o que permitiu tornar essa região agrícola como a mais dinâmica e desenvolvida do estado (BASTOS; GOMES, 2011). Os demais municípios encontram-se dispersos em diversas regiões do estado, sendo que uma possível explicação para a baixa diversificação pode estar relacionada ao fato de a agropecuária não ser uma das principais atividades econômicas desenvolvidas nessas áreas, de acordo com dados sobre o Produto Interno Bruto (PIB) municipal (IBGE, 2016). Nesse grupo destaca-se o município de Belo Horizonte, capital do estado, onde não foi verificada nenhuma informação de produção agrícola, de forma que o índice calculado assumiu o valor zero.

Fatores geográficos podem ser também uma explicação para os diferentes níveis de diversificação verificados no estado. Observa-se, por exemplo, na região intermediária de Juiz de Fora (que abrange parte da antiga Zona da Mata) uma forte concentração de municípios classificados com uma diversificação mediana. Isso pode ser explicado pelo relevo acidentado com encostas íngremes presentes na região, o que pode ser considerado um obstáculo à produção agrícola, sendo as zonas mais férteis limitadas aos vales da região (BASTOS; GOMES, 2011).

As duas categorias de municípios com maiores valores para o índice de diversidade abrangem 651 municípios (76,3% do total de municípios de Minas Gerais), que se encontram homoganeamente distribuídos no estado. Esses resultados reforçam a importância de Minas Gerais no cenário agrícola brasileiro, e indicam também a relevância da agricultura familiar no estado, visto que a diversificação é uma prática intrinsecamente associada a essa modalidade de produção.

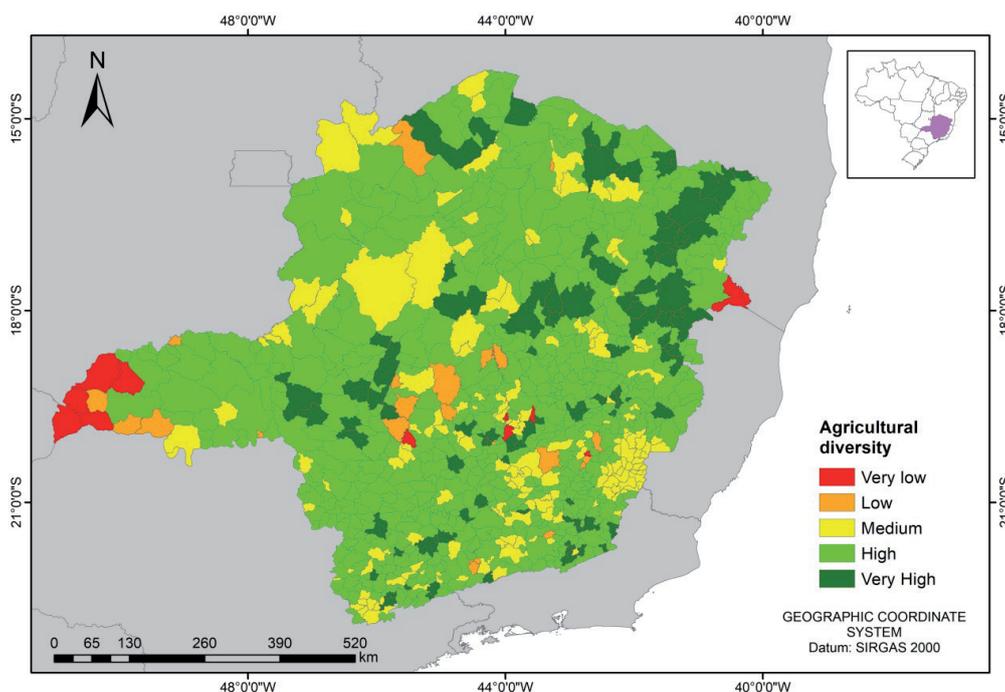


Figura 2 | Diversidade produtiva no estado de Minas Gerais.

Fonte: Elaborada pelas autoras

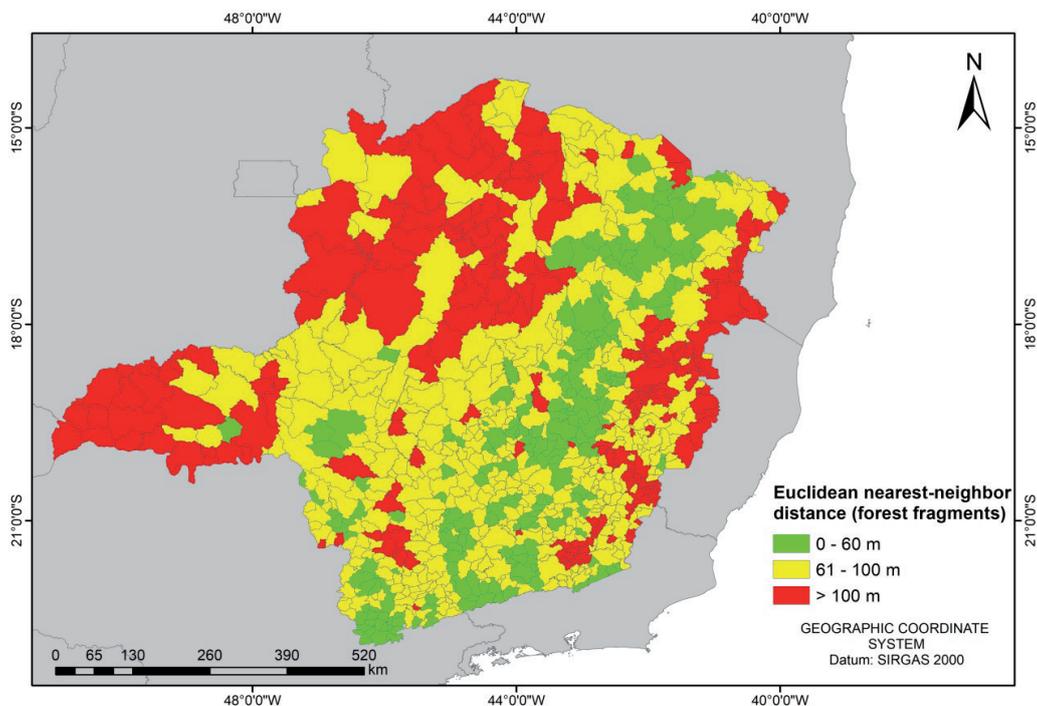
É importante compreender, todavia, de que forma a diversidade produtiva encontra-se refletida em aspectos produtivistas e de conservação no estado. Para tanto, procedeu-se à análise estatística, onde foi verificado que os dados não seguem a distribuição normal, o que implica na escolha do coeficiente de correlação de *Spearman* para verificar qual a relação entre as variáveis. O resultado da análise de correlação encontra-se no Anexo 1.

No caso dos dados trabalhados, não foi verificada uma correlação significativa ( $\alpha = 0,05$ ) entre o índice de diversidade produtiva e as variáveis: área média das manchas florestais, porcentagem de APPs ripárias, contribuição da agropecuária no PIB municipal e porcentagem de áreas antropizadas no município.

A única correlação significativa obtida, entre as variáveis analisadas, foi em relação à variável “distância média do vizinho mais próximo (para fragmentos florestais)”. Verificou-se que o aumento do índice de diversificação está relacionado à diminuição da distância média do vizinho mais próximo entre os fragmentos florestais, como mostra o valor negativo para a correlação (-0,073).

Ainda que o valor obtido não seja muito elevado, esse resultado pode ser considerado um indicativo de que a diversificação produtiva pode estar positivamente associada ao aumento da conectividade entre fragmentos florestais (sem considerar grupos focais específicos), o que, por sua vez, favorece a conservação da biodiversidade. O Anexo 2 mostra a diferença entre as médias das variáveis analisadas para cada um dos cinco grupos de diversificação agrícola, e é possível verificar a redução da distância média conforme o grau de diversificação aumenta.

O mapa apresentado na Figura 3 mostra como os municípios se comportam em relação à variável “distância média do vizinho mais próximo entre fragmentos florestais”. Quanto menor for a distância média do vizinho mais próximo entre os fragmentos florestais remanescentes, maior a probabilidade de acontecer a conservação da biodiversidade, visto que o isolamento dos fragmentos tem um efeito negativo sobre a riqueza de espécies, diminuindo a taxa (potencial) de imigração ou recolonização (ALMEIDA, 2008). Com isso, verifica-se um aumento da sustentabilidade da paisagem, porém, apenas do ponto de vista ecológico.



**Figura 3 |** Distribuição espacial da variável “distância média do vizinho mais próximo entre fragmentos florestais”.

Fonte: Elaborada pelas autoras

De uma maneira geral, verifica-se que o aumento da diversidade produtiva impacta positivamente a paisagem em termos de conservação; no entanto, quando avaliado o aspecto social da paisagem, relacionado à produção agrícola e à renda dela gerada, a diversidade produtiva ainda não exerce uma influência significativa no sentido de melhorar os índices econômicos, que refletem diretamente na questão da sustentabilidade econômica.

É importante destacar que, neste trabalho, tratou-se exclusivamente da aplicação do conceito de diversidade agrícola, ao passo que outro conceito é importante para explicar a dinâmica produtiva do meio rural: trata-se da diversificação rural, que consiste em aliar, além das atividades agrícolas, outras atividades não agrícolas, de forma a explorar todas as potencialidades que a propriedade/região possui. Alguns autores (SILVA, 2001 apud SANTANA; FERREIRA; ALENCAR, 2009) pontuam que a diversificação da agricultura por si só não é capaz de promover o incremento de renda suficiente para reduzir a dependência dos produtores em relação aos mercados locais de trabalho, o que pode justificar a baixa correlação entre o índice de diversidade agrícola e as variáveis de natureza econômica.

Ainda que a diversificação agrícola tenha o produtor como um dos principais atores sociais, destaca-se que o sucesso dessa ação não depende exclusivamente dele. É necessário que haja uma política de desenvolvimento rural associada, de forma que seja possível gerar uma cadeia complexa de interações recíprocas entre todos os eixos (crédito, pesquisa agrícola, assistência técnica e extensão rural), garantindo assim o acesso à terra e a tecnologias para a produção e o manejo sustentável de seus estabelecimentos (BITTENCOURT, 2002 apud SANTANA; FERREIRA; ALENCAR, 2009). Assim, fica evidente que o alcance da sustentabilidade das paisagens por meio da diversificação agrícola deve ser fruto das ações de diversos setores da sociedade, tendo a esfera pública (governos municipais e estadual) um papel fundamental para a consolidação da diversidade produtiva agrícola.

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de estratégias de sustentabilidade em áreas rurais tem se mostrado um grande desafio, pois o conceito de sustentabilidade da paisagem tem tido dificuldades em assumir um papel relevante, dada a complexidade inerente ao processo de gestão da paisagem. Um dos diversos desafios é o desenvolvimento de métricas para acompanhar o progresso e permitir o gerenciamento das paisagens.

Ao longo deste trabalho foi desenvolvido o índice de diversidade produtiva agrícola, que pretendeu ranquear os municípios de Minas Gerais em relação à sua diversidade produtiva agrícola. Verificou-se que a maior parte dos municípios mineiros (76,3%) foi classificada com uma diversidade produtiva agrícola alta ou muito alta, o que confirma a posição do estado como o mais diversificado do País.

No entanto, essa diversificação ainda não se encontra plenamente refletida em indicadores econômicos e ambientais, o que mostra que ainda há uma necessidade de implementar uma série de ações que sejam, de fato, voltadas para garantir a sustentabilidade das paisagens, tanto no aspecto ambiental quanto econômico. Considerando que cada município apresenta uma realidade particular, com problemas e pontos fortes que não são necessariamente verificados em todos os casos, é desejável que sejam elaborados diferentes portfólios de políticas públicas, que sejam direcionados à realidade local e que garantam o envolvimento de todos os atores sociais, a fim de gerar resultados duradouros.

## AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) pela concessão da bolsa de mestrado. A segunda autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. Ponta Grossa, PR.
- BARBOSA, P. J. F. et al. A importância da diversificação agrícola como complemento na renda familiar na região de Manhuaçu – MG. **Revista do CCEI**, v. 20, n. 35, 2016.
- BASTOS, S. Q. DE A.; GOMES, J. E. Dinâmica da agricultura no estado de Minas Gerais. **Ruris**, v. 5, n. 2, p. 45-76, 2011.
- BRASIL. **Lei 12.651/2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF. Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Análise de conjuntura dos biocombustíveis – ano 2018**. Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Rio de Janeiro, 2019.
- BURNEY, J. A.; DAVIS, S. J.; LOBELL, D. B. Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 107, p. 12052–12057, 2010.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Balanco do Governo de Minas apresenta o crescimento e a diversidade da agricultura do estado**. 2018. Disponível em: <[http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=novosite\\_pagina\\_interna&id=22669](http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=novosite_pagina_interna&id=22669)>. Acesso em: 04 out. 2018.
- FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mapeamento em Alta Resolução dos Biomas Brasileiros – Metodologia**. 2018. Disponível em: <<http://geo.fbds.org.br/Metodologia.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2018.
- GARCIA, J. R.; ANDRADE, D. C. Panorama geral da industrialização de Minas Gerais (1970-2000). **Leituras de Economia Política**, Campinas, n. 12, 2007.
- HAAS, J. M. Diversificação de Produção no Meio Rural como Estratégia de Sobrevivência: um estudo de caso da região noroeste do Rio Grande do Sul. In: **Encontro Nacional da Anppas**, 4, 2008, Brasília.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 26 jun. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agro 2017**. 2019a. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: set. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal (PAM): culturas temporárias e permanentes**. 2019b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: nov. 2019.
- INSTITUTO INTERNACIONAL PARA A SUSTENTABILIDADE. **Paisagens Sustentáveis: integrando desenvolvimento rural e conservação ambiental**. 2015. Disponível em: <[http://www.iis-rio.org/media/archives/Relatorio\\_Workshop\\_Paisagens\\_Sustentaveis\\_IIS\\_2015.pdf](http://www.iis-rio.org/media/archives/Relatorio_Workshop_Paisagens_Sustentaveis_IIS_2015.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Biofuels for transport**. 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/tcep/transport/biofuels/>>. Acesso em: 02 abr. 2019.
- KASSAM, A.; FRIEDRICH, T. An ecologically sustainable approach to agricultural production intensification: global perspectives and developments. **Field Actions Science Report**, special issue 6, 2012.
- KASTNER, T.; KASTNER, M.; NONHEBEL, S. Tracing distant environmental impacts of agricultural products from a consumer perspective. **Ecological Economics**, v. 70, p. 1032-1040, 2011.
- MICHLER, J. D.; JOSEPHSON, A. L. To Specialize or Diversify: agricultural diversity and poverty dynamics in Ethiopia. **World Development**, v. 89, p. 214-226, 2017.

MINAS GERAIS. **A agropecuária mineira**: sua história, sua evolução. 1978, 146 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Population Prospects 2017**. 2017. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/DataQuery/>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 107, p. 5786–5791, 2010.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 4.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://mapbiomas.org/map#coverage>>. Acesso em: 06 jun. 2020.

SANTANA, A. C.; FERREIRA, P. A.; ALENCAR, E. Diversificação da Agricultura Familiar no Sul de Minas Gerais: uma análise da percepção de professores e pesquisadores. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, p. 2-4, 2009.

SIMPSON, E. H. Measurement of diversity. **Nature**, v. 163, p. 688, 1949.

SOUZA, C. G. et al. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 631-644, 2014.

TILMAN, D. et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 108, p. 20260–20264, 2011.

TILMAN, D. Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 96, p. 5995–6000, 1999.

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Comparação entre métodos de avaliação multicriterial, em ambiente SIG, para a conservação e a preservação florestal. **Scientia Forestalis**, n. 69, p. 51-61, 2005.

WAHA, K. et al. Agricultural diversification as an important strategy for achieving food security in Africa. **Global Change Biology**, v. 24, n. 8, 2018.

## ANEXO 1 – ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS

|                |   | Correlations            |                             |   |                 |                           |                    |         |
|----------------|---|-------------------------|-----------------------------|---|-----------------|---------------------------|--------------------|---------|
|                |   | SID                     | Área Média das Manchas (ha) | Distância Média Fragmentos Florestais (m) | % APPs hídricas | Contrib. Agropecuária PIB | % Área Antropizada |         |
| SPEARMAN'S RHO | SID                                       | Correlation Coefficient | 1,000                       | ,003                                      | -,073*          | -,063                     | -,055              | -,056   |
|                |   | Sig. (2-tailed)         | .                           | ,928                                      | ,034            | ,068                      | ,107               | ,101    |
|                |   | N                       | 853                         | 853                                       | 845             | 853                       | 853                | 853     |
|                | ÁREA MÉDIA DAS MANCHAS (HA)               | Correlation Coefficient | ,003                        | 1,000                                     | -,168**         | -,107**                   | -,189**            | -,558** |
|                |   | Sig. (2-tailed)         | ,928                        | .   | ,000            | ,002                      | ,000               | ,000    |
|                |   | N                       | 853                         | 853                                       | 845             | 853                       | 853                | 853     |
|                | DISTÂNCIA MÉDIA FRAGMENTOS FLORESTAIS (M) | Correlation Coefficient | -,073*                      | -,168**                                   | 1,000           | -,092**                   | ,111**             | ,533**  |
|                |   | Sig. (2-tailed)         | ,034                        | ,000                                      | .               | ,007                      | ,001               | ,000    |
|                |   | N                       | 845                         | 845                                       | 845             | 845                       | 845                | 845     |
|                | % APPS HÍDRICAS                           | Correlation Coefficient | -,063                       | -,107**                                   | -,092**         | 1,000                     | -,134**            | ,040    |
|                |   | Sig. (2-tailed)         | ,068                        | ,002                                      | ,007            | .                         | ,000               | ,242    |
|                |   | N                       | 853                         | 853                                       | 845             | 853                       | 853                | 853     |
|                | CONTRIB. AGROPECUÁRIA PIB                 | Correlation Coefficient | -,055                       | -,189**                                   | ,111**          | -,134**                   | 1,000              | ,165**  |
|                |   | Sig. (2-tailed)         | ,107                        | ,000                                      | ,001            | ,000                      | .                  | ,000    |
|                |   | N                       | 853                         | 853                                       | 845             | 853                       | 853                | 853     |
|                | % ÁREA ANTROPIZADA                        | Correlation Coefficient | -,056                       | -,558**                                   | ,533**          | ,040                      | ,165**             | 1,000   |
|                | Sig. (2-tailed)                           | ,101                    | ,000                        | ,000                                      | ,242            | ,000                      | .                  |         |
|                | N   | 853                     | 853                         | 845                                       | 853             | 853                       | 853                |         |

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Fonte: Elaborado pelas autoras.

## ANEXO 2 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS ANALISADAS POR GRUPO DE DIVERSIFICAÇÃO

| <i>Diversidade Produtiva</i> |               | <i>Área média dos fragmentos florestais (ha)</i> | <i>Distância média do vizinho mais próximo (fragmentos florestais) (m)</i> | <i>% APPs hídricas por município</i> | <i>Contribuição da agropecuária no PIB municipal (%)</i> | <i>% área antropizada por município</i> | <i>Número de culturas (unid.)</i> |
|------------------------------|---------------|--|--|--------------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| MUITO BAIXA                  | MÉDIA         | 5.43   | 100.11   | 8.41                                 | 13.69  | 69.36                                   | 7.64                              |
|                              | MEDIANA       | 5.84   | 117.84   | 7.17                                 | 9.24   | 81.96                                   | 8.00                              |
|                              | DESVIO PADRÃO | 2.12   | 47.01  | 3.94                                 | 13.79  | 23.99                                   | 5.06                              |
| BAIXA                        | MÉDIA         | 5.28   | 72.03  | 10.89                                | 20.61  | 73.17                                   | 11.27                             |
|                              | MEDIANA       | 4.38   | 63.51  | 11.32                                | 18.79  | 78.96                                   | 11.00                             |
|                              | DESVIO PADRÃO | 3.22   | 24.84  | 5.66                                 | 12.87  | 15.20                                   | 5.62                              |
| MÉDIA                        | MÉDIA         | 5.80   | 64.33  | 12.68                                | 17.50  | 69.02                                   | 11.21                             |
|                              | MEDIANA       | 4.76   | 59.02  | 13.16                                | 17.18  | 71.98                                   | 11.00                             |
|                              | DESVIO PADRÃO | 3.36   | 23.93  | 4.07                                 | 11.31  | 13.56                                   | 4.64                              |
| ALTA                         | MÉDIA         | 6.29   | 61.43  | 11.47                                | 17.24  | 67.23                                   | 13.86                             |
|                              | MEDIANA       | 4.79   | 57.06  | 11.23                                | 15.15  | 71.62                                   | 13.00                             |
|                              | DESVIO PADRÃO | 5.61   | 21.00  | 4.87                                 | 11.73  | 16.27                                   | 4.95                              |
| MUITO ALTA                   | MÉDIA         | 7.72   | 60.13  | 11.86                                | 16.11  | 62.85                                   | 15.36                             |
|                              | MEDIANA       | 5.53   | 53.64  | 11.02                                | 12.26  | 68.95                                   | 15.00                             |
|                              | DESVIO PADRÃO | 8.00   | 20.65  | 7.07                                 | 13.32  | 20.13                                   | 4.52                              |

Fonte: Elaborado pelas autoras.