

Análise exploratória de dados espaciais da produção de café no estado do Paraná, 1980-2018

Patrícia Pompermayer Sesso¹

Luiz Filipe Protásio Pereira²

Umberto Antonio Sesso Filho³

Irene Domenes Zapparoli⁴

RESUMO

O objetivo deste estudo foi realizar a análise exploratória dos dados espaciais (Aede) da produção de café dos municípios do estado do Paraná, no período 1980-2018. A fonte dos dados foi o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IparDES). Nesse período, a produtividade da cultura do café no estado do Paraná aumentou de cerca de 900 para 1.500 kg ha⁻¹, com tendência de crescimento de 16,48 kg ha⁻¹ por ano. A introdução de novas tecnologias na década de 1990 propiciou menor risco aos produtores, e o aumento da produtividade implicou a redução do custo médio da saca de café e o aumento da competitividade. No período de análise, ocorreu o deslocamento da maior parte da área colhida e da produção para as Mesorregiões Norte Pioneiro e Norte Central, que passaram a concentrar a produção e os municípios mais produtivos. Verificou-se uma autocorrelação espacial da produtividade dos municípios, e identificaram-se agrupamentos espaciais Alto-Alto dos municípios localizados, principalmente, nas Mesorregiões Norte Pioneiro e Norte Central do estado do Paraná, no ano de 2018.

Termos para indexação: análise espacial, cafeicultura, produtividade.

Exploratory analysis of spatial data of the coffee production in Paraná state, 1980-2018

ABSTRACT

The objective of this study was to carry out an exploratory analysis of spatial data (AEDE) for coffee production in municipalities of Paraná state, Brazil, in the period 1980-2018. The data source was the Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IparDES). In that period, the productivity of the coffee culture in Parana state increased from about 900 to 1,500 kg ha⁻¹, with a growth trend of 16.48 kg ha⁻¹ per year. The introduction of new technologies in the 1990 decade provided less risk to producers, and the increase of productivity implied the reduction of the average cost of coffee bag and the increase of competitiveness. In the period analysed, most of the harvested area and production moved to the Mesoregions Norte Pioneiro and Norte Central, which started to concentrate the production and more productive municipalities. A spatial autocorrelation was found for the municipalities' productivity, and Alto-Alto spatial clusters were identified for the municipalities located mainly in the Paraná state Mesoregions North Pioneiro and Central North, in 2018.

Index terms: coffee farming, productivity, spatial analysis.

Ideias centrais

- Inovação tecnológica e produtividade na cultura cafeeira do Paraná
- Análise exploratória de dados espaciais da cultura do café no Paraná
- Tendências da cultura do café no estado do Paraná 1980-2018

Recebido em
13/08/2020

Aprovado em
17/08/2020

Publicado em
26/10/2020



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

¹ Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora voluntária do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, pós-doutora no Departamento de Economia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. E-mail: papomper2004@yahoo.com.br.

² Doutor em Genética de Plantas, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Embrapa Café, Londrina, PR. E-mail: filipe.pereira@embrapa.br.

³ Doutor em Economia Aplicada, docente do Departamento de Economia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. E-mail: umasesso@uel.br.

⁴ Doutora em Educação, docente do Departamento de Economia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. E-mail: zapparoli@uel.br.

INTRODUÇÃO

O estado do Paraná tem um complexo agroindustrial de base exportadora bem desenvolvido, com participação de aproximadamente um terço da arrecadação de impostos totais e 32% do produto interno bruto estadual. Além disso, a cadeia produtiva do agronegócio emprega 800 mil pessoas, o que representa cerca de 40% do total dos postos de trabalho (Sesso Filho et al., 2019). Em 2018, os produtos com maior participação no valor bruto da produção agropecuária foram os seguintes: soja, 25%; frango, 16%; leite, 7%; milho, 7%; carne bovina, 4%; e suínos, 4% (Ipardes, 2019).

No período de 1945 a 1970, o café foi um dos produtos mais importantes para o Brasil e, principalmente, para o estado do Paraná. O produto representava um terço das exportações brasileiras em 1969, e o Paraná produziu 62% do café brasileiro na safra 1962-1963 (Cancian, 1981). Os valores mostram a importância econômica da cultura para a economia brasileira e para o desenvolvimento do estado do Paraná, com impactos regionais permanentes como a formação de pesquisadores, desenvolvimento tecnológico, agroindústria e regiões produtoras tradicionais.

O declínio da produção de café, a partir da década de 1970, fez diminuir a importância da cultura no estado do Paraná. O setor apresentou recuperação na década de 1990, com a introdução de novas tecnologias no campo e na indústria motivadas por modificações da demanda. Os fatores causaram transformações do complexo agroindustrial do café, com aumento da competitividade e com a demanda por produtos de maior qualidade e derivados (Santini et al., 2006; Demoner et al., 2007).

Considerando-se a importância da cultura do café na economia do estado e o desenvolvimento tecnológico da produção, o objetivo do presente estudo foi realizar a análise exploratória dos dados espaciais, da produção de café dos municípios do estado do Paraná no período 1980-2018. Especificamente pretendeu-se: a) estimar e analisar a evolução da área colhida, produção e produtividade da cultura do café no Paraná, no período 1980-2018; e b) realizar a análise exploratória de dados espaciais da área colhida e a produtividade dos municípios do Paraná, para identificar agrupamentos espaciais (*clusters*) e analisar sua evolução.

O estudo pretende preencher uma lacuna nas pesquisas sobre o tema, com a estimativa e análise da produtividade da região (estado do Paraná), acompanhada da análise espacial dos dados individualizados (municípios) para o período mais recente. Os resultados podem ser utilizados para políticas de estímulo à cultura e previsões sobre o futuro da produção cafeeira do Paraná.

Histórico e tendências do complexo agroindustrial do café no estado do Paraná

A cultura do café chegou ao Paraná por meio de agricultores provenientes dos estados de Minas Gerais e São Paulo (Balhana et al., 1969). Eles chegaram pelo Rio Itararé, durante a segunda metade do século XIX à região denominada Norte Velho, que corresponde à Mesorregião Norte Pioneira (Figura 1). Durante o século XX, a área plantada ampliou-se da região norte para o noroeste até atingir o extremo oeste do Estado, nas regiões chamadas de Norte Novo (Mesorregião Norte Central) e Norte Novíssimo correspondente à Mesorregião Noroeste (Figuras 1 e 2). A cultura não avançou para o sul do estado do Paraná, em razão do maior risco climático de geadas.

A Grande Depressão da década de 1930 e a Segunda Guerra Mundial impactaram a produção cafeeira do Brasil com a queda da demanda e dos preços. A crise levou o governo brasileiro a controlar a produção e destruir parte da oferta. São Paulo adotou o modelo da industrialização por substituição de importações e apresentou queda da produção de café de 21,8 milhões de sacas, na safra 1933/1934, para 4,7 milhões de sacas, na safra de 1944/1945. Em contraste, no estado do Paraná, apesar da forte geada de 1942, a área plantada aumentou de 58,9 mil hectares em 1930, para 113,3 mil hectares em 1945 (Cancian, 1981).



Figura 1. Mapa da divisão do norte do Paraná, segundo a geografia dos anos 1950.

Fonte: elaboração baseada em Dias & Gonçalves (1999, p.383).



Figura 2. Mesorregiões do estado do Paraná, 2020.

Fonte: Mapa do Paraná (2019).

De 1940 a 1970, a cadeia produtiva do café gerou milhares de empregos no eixo Londrina-Apucarana-Maringá (Oliveira, 2009). A cultura cafeeira apresentava grande demanda de mão de obra em sua produção, tais como o plantio e manutenção (capina) das lavouras, a colheita e secagem dos grãos, e a comercialização e o transporte até as máquinas de beneficiamento. Além disso, os espaços entre linhas de café permitiam a produção de alimentos para subsistência dos colonos e o abastecimento do comércio das regiões. A renda gerada pela produção cafeeira era usada para a compra de bens duráveis, máquinas e equipamentos para as propriedades rurais.

Na década de 1960, as terras disponíveis dentro do zoneamento climático para o plantio do café se esgotaram no estado do Paraná, e o ciclo cafeeiro começou a dar sinais de decadência. Os fatores determinantes foram as superproduções das safras dos anos de 1950 e o confisco cambial dos exportadores, efetuado pelo Governo de Juscelino Kubitschek (Oliveira, 2009). Além disso, as fortes geadas no final da década de 1960 e início dos anos 1970 resultaram na erradicação de grandes cafezais. A participação do café nas exportações brasileiras caiu de aproximadamente um terço, em 1969, para 7%, em 1975, após a ocorrência de forte geada que prejudicou a produção de café em todas as regiões produtoras, principalmente no norte do Paraná (Fajardo, 2008).

Durante o período 1975-1990, a substituição do café pelas lavouras de soja e trigo se acelerou, em razão da geada de 1975 e do estímulo de políticas públicas do governo brasileiro. Novas lavouras de café surgiram pelo estado do Paraná, mas sem causar aumento significativo de produção (Fajardo, 2008).

Seguindo o histórico do desenvolvimento da cultura do café, o Funcafé surgiu no ano 1986, dentro da fase de declínio do ciclo da cultura no Paraná (Quadro 1) e, atualmente, tem como objetivo o custeio agrícola, o crédito para recuperação de cafezais danificados e o crédito para aquisição de café para beneficiar ou exportar o produto (Brasil, 2019). Além disso, o fundo financia pesquisas e promove o desenvolvimento tecnológico para aumento da produtividade e qualidade (Consórcio Pesquisa Café, criado em 1997). Os beneficiários são produtores, indústrias torrefadoras de café, indústrias de café solúvel, beneficiadores, exportadores e cooperativas de cafeicultores que exerçam as atividades de beneficiamento, torrefação ou exportação de café. O fundo é administrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para a safra 2020/2021, estão disponíveis as seguintes verbas: R\$ 1,6 bilhão, para o custeio agrícola; R\$ 2,3 bilhões, para a comercialização; R\$1,15 bilhão, para a aquisição de café; R\$ 650 milhões, para capital de giro para cooperativas de produção e indústrias de café solúvel e de torrefação; e R\$ 10 milhões, para a recuperação de cafezais danificados (Brasil, 2019).

A partir da década de 1990, o Paraná teve significativa mudança na sua cafeicultura com a implantação do café adensado, dentro de um novo modelo tecnológico, com a utilização intensiva de insumos. O processo foi acompanhado da erradicação dos cafezais improdutivos. As novas tecnologias implementadas nos cafezais possibilitaram o aumento da competitividade e maior estabilidade aos produtores, em especial aos produtores familiares, que eram o principal público do novo sistema produtivo (Demoner et al., 2007).

Martin et al. (1995) consideram que antes da década de 1990 a qualidade raramente era premiada, e os preços eram formados a partir de definições em nível governamental. A partir dos anos 1990, os preços recebidos pelos produtores passaram a depender das condições do mercado, o que alterou profundamente a situação anterior. Esta nova realidade causou a aceleração do uso de sistemas de produção inovadores, na busca por aumentos da competitividade da empresa agrícola, por meio de diferenciações de mercado pela qualidade, reduções de custos de produção, via elevação de produtividade, e adoção de novas tecnologias de produção e administração do negócio, que comprovaram a diminuição do custo de produção com adensamento.

Até o início da década de 1990, predominavam no mercado brasileiro cafés de baixa qualidade. Isto prejudicou a imagem do produto nos mercados interno e externo. Os consumidores brasileiros aumentaram o consumo de cafés de melhor qualidade, e a mudança de comportamento proporcionou maior oportunidade para cafés diferenciados, especialmente para “bebida dura” (80% da produção) e “para bebida mole” (Demoner et al., 2007).

É importante destacar a participação do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Universidade Estadual de Londrina (UEL) no desenvolvimento de novas técnicas de produção e melhoramento genético para a cultura do café, com o objetivo de aumento da produtividade, resistência a pragas, qualidade da bebida e redução do custo médio de produção (Martin et al., 1995; Demoner et al., 2007). A criação do Consórcio Pesquisa Café, com recursos do Funcafé, propiciou a manutenção das equipes de pesquisa em cafeicultura no

estado do Paraná, com foco numa produção de maior qualidade, para agregação de valor à produção e atendimento à mudança no mercado consumidor.

A demanda por cafés de maior qualidade e produtos derivados, na década de 1990, levou à evolução tecnológica na produção, indústria e serviços. O surgimento de cafés especiais ocorreu para atender a uma demanda mais exigente por cafés *gourmets* e orgânicos, novos preparados de café (café com leite, *cappuccino*), produtos padronizados e produtos embalados a vácuo (Santini et al., 2006).

O concurso Café Qualidade Paraná teve sua primeira edição no ano 2000 e foi retomado no ano de 2004 e, desde então, sua periodicidade passou a ser anual. A premiação foi um importante estímulo para a produção de produtos de maior qualidade, tornando os melhores produtores mais visíveis ao mercado (Café Qualidade Paraná Brasil, 2019).

O Paraná produz café arábica, e há produtores que têm como objetivo obter diferenciação com o café orgânico, que é um dos produtos orgânicos mais exportados pelo país, cujo consumo interno cresce juntamente com a dos demais cafés especiais (Bronzeri & Bulgacov, 2014). De acordo com os autores, o sistema de produção de café sombreado – plantio sob árvores que beneficia a biodiversidade e as aves – é capaz de obter um produto diferenciado de alta qualidade, além de promover a sustentabilidade ambiental.

A obtenção de café de maior qualidade passa pela melhoria das tecnologias de colheita e pós-colheita, com as técnicas de colheita no pano, catação seletiva e manejo do café no terreiro, para produzir os cafés nas qualidades demandadas pelo mercado. Estas tecnologias trouxeram melhoria para a qualidade do café produzido e mudança no processo de comercialização, pois, na década de 1990, cerca de 55% dos produtores realizavam colheita no pano, 60% vendiam seu produto já beneficiado, e 55% verificavam o tipo de bebida antes da comercialização (Demoner et al., 2007)

Para obter os novos derivados de café demandados pelos consumidores, foram necessárias adaptações dos equipamentos e das linhas de produção, em geral para reduzir custos, e torradores automatizados e mais modernos, com maior precisão de controle da torra, modernização do processo de moagem, com a aquisição de moinhos menos agressivos aos grãos, e empacotadoras automatizadas e mais precisas (Santini et al., 2006).

O café passou a disputar áreas de plantio com outras culturas no norte do estado do Paraná, principalmente soja, trigo, milho e, mais recentemente, a cultura de cana-de-açúcar, que ocupa área cada vez maior. A partir da década de 2000, ocorreu a sobreposição das áreas de plantio do café (limites climáticos) e da cana-de-açúcar, conforme Garcia (2011). Os resultados encontrados mostram que a infraestrutura da área, os solos e o clima beneficiam o plantio nesta região do norte do estado em conjunto com o fomento estatal. Ocorreu queda da área de plantio do café em concomitância com o aumento do plantio da cana.

As novas técnicas de produção introduzidas a partir da década de 1990 aumentaram a sustentabilidade da produção cafeeira. Conforme a revisão de literatura, tem-se que o sistema de café adensado, melhoramento genético e outras técnicas aumentaram a produtividade e qualidade da produção e contribuíram para a sustentabilidade econômica. Considerando-se o aumento da competitividade do café e a maior intensidade do uso de mão de obra do café, em relação a outras culturas como soja, milho e trigo, pode-se afirmar que a sustentabilidade social aumentou com a geração de empregos. Os sistemas de café orgânico e café sombreado contribuíram de forma importante para a sustentabilidade ambiental, com a diminuição do uso de produtos fitossanitários e menores impactos sobre o meio ambiente.

As mudanças climáticas decorrentes do fenômeno do aquecimento global podem modificar o zoneamento climático para o café, e isto constitui um novo desafio para a cultura. Andrade et al. (2012) analisaram o zoneamento agroclimático de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), no estado do Paraná, e verificaram as alterações causadas pelo incremento de temperatura provocado pelo aquecimento global, conforme prognósticos para os próximos 100 anos divulgados pelo IPCC

(*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Uma alternativa para manter a produção cafeeira no estado do Paraná é o café robusta, originário da África, adaptado a regiões com temperatura média anual entre 22 e 26° C. O zoneamento para o clima atual indicou que partes das regiões noroeste e oeste são aptas ao cultivo do café. Sob cenários de mudanças climáticas, considerando-se o regime de precipitação inalterado, a área apta ao cultivo se amplia, o que justifica estudos sobre esta espécie para o estado do Paraná.

A distribuição espacial das microrregiões brasileiras especializadas em atividades cafeeiras modificou-se no período 1984-2015. Os estados como Paraná e São Paulo, produtores historicamente importantes de café, declinaram em importância, deixando apenas algumas microrregiões especializadas na produção de café. Durante o biênio 2014/2015, 80% das microrregiões especializadas em café concentraram-se nos estados de Minas Gerais, Bahia, Rondônia e Espírito Santo. Minas Gerais e Bahia produziam principalmente café arábica, enquanto Rondônia se especializou em café conilon (robusta). Em geral, o café produzido no Brasil melhorou em qualidade e valor agregado nesse período (Volsi et al., 2019).

Quadro 1. Fases do desenvolvimento da cultura do café no estado do Paraná.

Fase	Período	Principais características
Café no Norte Velho (Norte Pioneiro)	1903 a 1939	<ul style="list-style-type: none"> O café era uma cultura consorciada com produção de alimentos entre suas linhas. A proximidade da estrada de ferro Sorocabana facilitava o escoamento da produção.
Café no Norte Novo (Norte Central)	1930 a 1944	<ul style="list-style-type: none"> Queda dos preços devido à superprodução. Diminuição da produção de café em São Paulo e expansão no Paraná.
Café no Norte Novíssimo (Noroeste)	1945 a 1970	<ul style="list-style-type: none"> Expansão da área plantada no Paraná, até o estado se tornar o principal produtor de café. Na safra 1962-63, o Paraná produziu 62% do café brasileiro. O café representava um terço das exportações brasileiras em 1969. Problemas de superprodução impactam preços, e geadas ocorrem no final da década de 1960.
Declínio	1970 a 1990	<ul style="list-style-type: none"> A superprodução no início da década de 1970 faz cair os preços e prejudica a rentabilidade da cultura. A geada negra de 1975 acelera a substituição da lavoura de café por soja e trigo. Novas lavouras de café ainda surgem no período.
Novas tecnologias, mercados e desafios	Década de 1990 até dias atuais	<ul style="list-style-type: none"> Novas tecnologias levam ao aumento da produtividade, redução do custo médio, melhoria da qualidade e aumento da competitividade do café. Aumento da demanda por cafés de maior qualidade e derivados. Competição com outras culturas por área, como a cana de açúcar e soja. Modificação do clima (aquecimento global) e zoneamento climático para o café.

METODOLOGIA

Análise exploratória de dados espaciais (Aede)

A análise exploratória de dados espaciais (AEDE) é baseada na dependência e heterogeneidade espacial, e seus objetivos são a descrição da distribuição espacial, identificação de associação espacial (agrupamentos espaciais), verificação de existência de diferentes regimes espaciais ou outras formas

de instabilidade no espaço (não estacionariedade) (Almeida et al., 2008). A análise foi realizada por meio do programa Geoda, que é amplamente utilizado e de distribuição gratuita, desenvolvido no *Spatial Analysis Laboratory* da Universidade de Illinois.

Determinação da matriz de pesos espaciais (w)

Almeida (2004) descreve o conceito de matriz de pesos espaciais por meio da contiguidade, ou seja, de acordo com a vizinhança da distância geográfica ou socioeconômica, ou a combinação das duas. De acordo com Anselin (1999), os elementos da matriz de pesos espaciais são não estocásticos e exógenos ao modelo e, em geral, são baseados no arranjo geográfico das observações ou na contiguidade entre elas. Assim, a matriz de pesos espaciais é utilizada com o objetivo de capturar os efeitos de contiguidade e vizinhança sobre os dados, por meio de ponderações, ou seja, a variável observada em cada região recebe uma ponderação, quando fizer vizinhança com a região analisada. No entanto, conforme destaca Pimentel & Haddad (2004), existem diversos tipos de matriz de pesos espaciais, tais como a matriz binária, a matriz torre (*rook*), a matriz de distância ou a matriz de vizinhos mais próximos.⁵ Teríamos então: $w_{ij} = \{1 \text{ se } i \text{ e } j \text{ são vizinhos}; 0 \text{ se } i \text{ e } j \text{ não são vizinhos}\}$ (1)

A convenção de contiguidade adotada no presente trabalho recebeu o nome de “rainha” (*queen*) (Figura 2). Uma matriz de pesos espaciais que utiliza a convenção “rainha” contempla como contíguos tanto as fronteiras com extensão diferente de zero como os vértices (nós), na visualização de um mapa, (Almeida, 2004). A borda comum associada à célula e às células vizinhas (Figura 3) pode ser considerada em diferentes direções (Pinheiro, 2007). A célula A pode ser contígua às células B, ou a contiguidade pode estar associada às células denominadas C, ou simplesmente pode ser uma combinação dos dois limites. Após a escolha e a construção da matriz de pesos espaciais apropriada, executa-se o procedimento de obtenção do índice global de Moran, como medida de correlação espacial da variável de interesse.

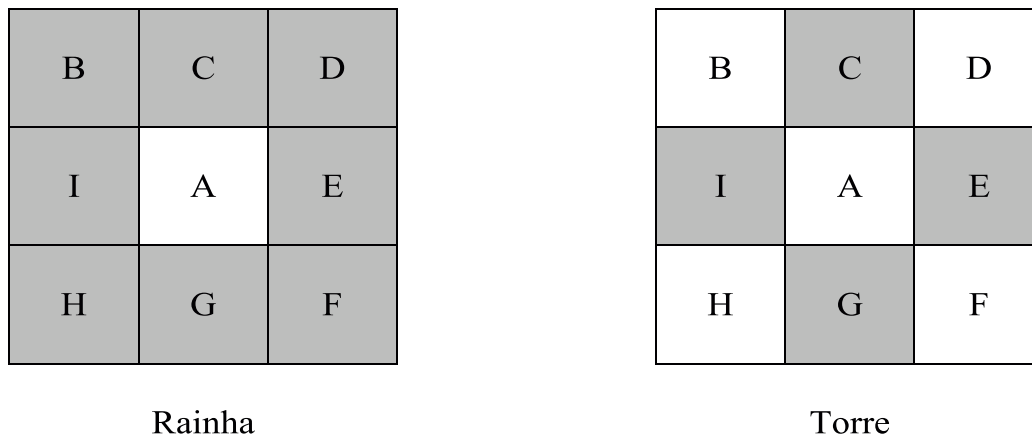


Figura 3. Convenção de contiguidade em matrizes de pesos espaciais.

Fonte: elaboração baseada em Almeida (2012, p.77).

Autocorrelação espacial global univariada: estatística I de Moran global

A estatística I de Moran foi proposta em 1948, e consistiu no primeiro estimador formal de dependência espacial utilizado para o cálculo da autocorrelação espacial (Almeida, 2004). A fórmula é representada pela equação:

$$I = \frac{n}{\sum \sum w_{ij}} \frac{\sum \sum w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

⁵ Detalhes sobre a obtenção de tais matrizes podem ser consultados em: Anselin (1988), Almeida (2004) e Tyszler (2006).

em que: n é o número de unidades espaciais; X é a variável de interesse; \bar{X} é a média da variável de interesse; w_{ij} é o peso espacial para o par de unidades espaciais i e j , que mede o grau de interação entre elas.

A estatística I de Moran fornece o grau de associação linear entre os vetores de valores observados no tempo e a média ponderada dos valores da vizinhança (Almeida et al., 2008). O valor esperado é de 0, ou seja, mostra o valor que seria obtido, se não houvesse padrão espacial nos dados. Assim, os valores de I que excedem a 0 indicam autocorrelação espacial positiva, e os valores de I abaixo do valor esperado indicam autocorrelação negativa (Almeida, 2004). A presença de autocorrelação espacial positiva revela que há similaridade entre os valores da variável considerada e da localização espacial desta. A autocorrelação espacial negativa mostra que existe dissimilaridade entre os valores do atributo considerado e da localização espacial (Almeida, 2004).

O diagrama de dispersão de Moran (*Moran's scatterplot*) é uma forma alternativa para interpretar a estatística I de Moran. Trata-se de uma representação que mostra a defasagem espacial da variável de interesse no eixo vertical e o valor da variável de interesse no eixo horizontal (Almeida, 2004). Ele é dividido em quatro quadrantes (Alto-Alto, Baixo-Baixo, Alto-Baixo e Baixo-Alto), que correspondem a quatro padrões de associação local espacial entre as regiões e seus vizinhos, ou seja, a formação de agrupamentos espaciais (Figura 2) (Almeida et al., 2008).

Um agrupamento Alto-Alto (AA), representado pelo quadrante superior direito, significa que as regiões pertencentes a esse agrupamento e suas regiões vizinhas apresentam valores acima da média da variável em estudo (Figura 4). Um agrupamento Baixo-Baixo (BB), representado pelo quadrante inferior esquerdo, significa que as regiões pertencentes a esse agrupamento e regiões vizinhas apresentam baixos valores em relação à média. Um agrupamento Alto-Baixo (AB), representado pelo quadrante inferior direito, diz respeito a um agrupamento em que as regiões com valores altos são cercadas por regiões com valores baixos. Um agrupamento Baixo-Alto (BA), representado pelo quadrante superior esquerdo, diz respeito a um agrupamento em que as regiões com valores baixos são cercadas por regiões de altos valores.

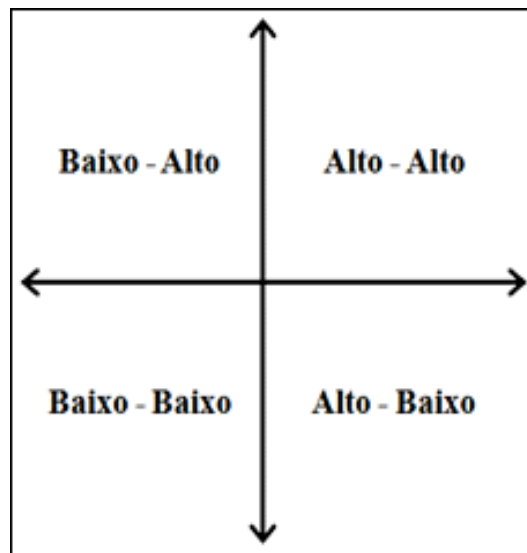


Figura 4. Ilustração do diagrama de dispersão de Moran.

As regiões localizadas nos quadrantes Alto-Alto e Baixo-Baixo apresentam autocorrelação espacial positiva, ou seja, as regiões formam agrupamentos com valores parecidos. Os quadrantes Baixo-Alto e Alto-Baixo apresentam autocorrelação espacial negativa, ou seja, as regiões formam agrupamentos com valores diferentes (Almeida et al., 2008).

Associação espacial local univariada: estatística I de Moran local

A estatística I de Moran local foi sugerida por Anselin & Florax (1995), com a finalidade de obter os padrões locais de associação linear que sejam significativos, e é expressa pela seguinte expressão:

$$I_i = \frac{y_i - \bar{y}}{\sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})} \quad (3)$$

em que: y_i são variáveis padronizadas; e a somatória sobre j é tal, que somente os valores dos vizinhos são incluídos. O conjunto w_{ij} abrange os vizinhos da observação i , e, por definição, $w_{ii} = 0$.

O I de Moran local consiste em uma decomposição do indicador global de autocorrelação, de acordo com a contribuição local de cada observação em quatro categorias, em que cada uma representa um quadrante no diagrama de dispersão de Moran (Anselin, 1995). O indicador mensura o grau de agrupamento dos valores similares da região observada, identificando agrupamentos espaciais estatisticamente significantes (Almeida, 2004).

As medidas de autocorrelação espacial local devem ser utilizadas para verificar a existência de agrupamentos espaciais locais (de valores altos ou baixos) e quais são as regiões que contribuem mais acentuadamente para a existência de autocorrelação espacial (Perobelli et al., 2007). Tais medidas de autocorrelação espacial local são expressas pelo diagrama de dispersão de Moran (Moran scatterplot) e pelas estatísticas LISA (indicadores locais de associação espacial).

Fonte dos dados

A fonte dos dados é o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IparDES, 2019). Os dados se referem à produção, área colhida e produtividade (em quilogramas por hectare) das lavouras de café de municípios do estado do Paraná. A análise refere-se ao período entre 1980 e 2018. O IparDES também disponibiliza o *shape file* do estado do Paraná.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de área colhida, produção, rendimento médio e coeficiente de variação do rendimento municipal da cultura de café no estado do Paraná, no período de 1980 a 2018, estão na Tabela 1. O período de declínio, conforme verificado na revisão de literatura, iniciou-se após a geada do ano de 1975. Nota-se que, entre 1980 e 1994, a área colhida diminuiu de 636.000 ha para 184.000 ha, o que mostra a substituição da lavoura de café por outras culturas, principalmente soja, milho e trigo. As maiores quedas de área colhida, produção e rendimento médio dos anos de 1995 e 2001 se devem à ocorrência de geadas.

A segunda metade da década de 1990 foi marcada pela mudança do sistema de produção, com a implementação do café adensado, maior uso de insumos e novas tecnologias. O resultado foi o aumento da produtividade, que alcançou valores acima de 2.000 t ha⁻¹ nos anos de 1998 e 1999. A área colhida – em torno de 130.000 ha⁻¹ – se manteve mais estável. Isto mostra que o novo pacote tecnológico tornou a cultura do café mais competitiva e evitou sua substituição por outras entre 1996 e 2003.

No período 2004 a 2018, ocorreu diminuição da área colhida e tendência de queda da produção. No entanto, o ganho de produtividade das novas tecnologias implementadas se tornou permanente. Além disso, pode-se notar a menor instabilidade do rendimento médio e do efeito bianual da produção, principalmente após o ano de 2006. Os resultados mostram que os efeitos tecnológicos beneficiaram os produtores com maior produtividade e menor instabilidade da produção no tempo. O coeficiente de variação mostra que, em períodos de queda da produção, ocorreu maior variabilidade dos rendimentos,

como exemplos, temos os anos de 1982 (85%), 1988 (94%) e 2001 (69%). A partir dos anos 2000, o coeficiente de variação da produtividade diminuiu até chegar a valores próximos de 30 a 35% em 2016-2018. Isto mostra que existe maior homogeneidade da produtividade dos municípios como resultado das novas tecnologias.

Tabela 1. Dados da cultura de café no estado do Paraná, 1980 a 2018.

Ano	Área colhida (ha)	Produção (t)	Rendimento médio (kg ha ⁻¹)	Coeficiente de variação do rendimento dos municípios (%)
1980	635.877	330.670	520	57
1981	687.458	912.444	1.327	47
1982	302.812	162.683	537	85
1983	438.937	608.940	1.387	41
1984	442.266	494.289	1.118	47
1985	431.000	588.091	1.364	41
1986	452.115	279.707	619	54
1987	504.889	990.949	1.963	46
1988	504.581	272.935	541	94
1989	493.324	534.078	1.083	54
1990	426.391	313.405	735	39
1991	383.355	403.844	1.053	38
1992	279.169	206.760	741	35
1993	220.107	193.444	879	49
1994	184.351	163.981	890	45
1995	36.740	20.083	547	81
1996	134.954	153.839	1.140	47
1997	127.695	219.262	1.717	42
1998	128.130	271.286	2.117	43
1999	138.715	286.974	2.069	41
2000	142.118	264.779	1.863	46
2001	66.214	57.464	868	69
2002	129.369	139.197	1.076	45
2003	126.389	117.310	928	45
2004	116.759	148.257	1.270	31
2005	106.219	85.977	809	44
2006	100.319	135.104	1.347	30
2007	97.385	97.389	1.000	30
2008	96.618	156.641	1.621	29
2009	85.324	89.213	1.046	38
2010	82.673	139.054	1.682	35
2011	74.854	110.728	1.479	35
2012	71.576	104.966	1.466	43
2013	64.859	100.298	1.546	38
2014	35.825	36.671	1.024	44
2015	44.551	80.304	1.803	43
2016	43.326	61.871	1.428	34
2017	40.127	67.216	1.675	30
2018	38.950	65.170	1.673	33

Fonte: Ipardes (2019).

O rendimento médio da cultura do café no Paraná, linha e equação de tendência no período 1980 a 2018 estão ilustrados na Figura 5.

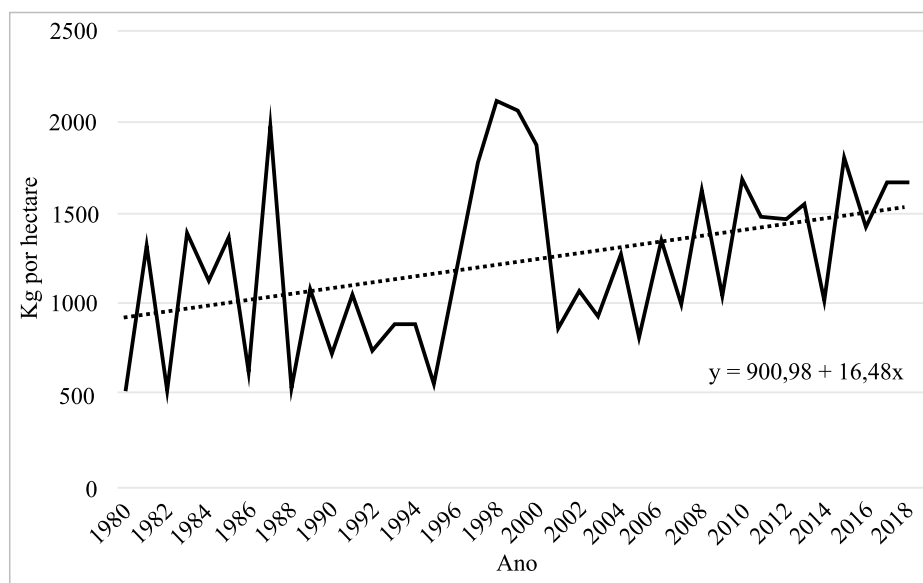


Figura 5. Rendimento médio da cultura de café no estado do Paraná e linha de tendência, 1980 a 2018.

Pode-se notar a característica bianual da produção e ocorrência de geadas, no período, pelos valores de baixa da produtividade em alguns anos. A linha de tendência mostra rendimento médio ascendente no período de estudo. A relação entre rendimento médio (y) e tempo ($x = \text{anos}$) é mostrada pela equação estimada $y = 900,98 + 16,48x$. Isto indica que, inicialmente, o rendimento médio era de $900,98 \text{ kg ha}^{-1}$ no início da série (1980), e que ocorreu um ganho de $16,48 \text{ kg ha}^{-1}$ por ano, no período de análise 1980-2018.

A Figura 6 apresenta os gráficos de caixa (*boxplot*) quanto ao rendimento (kg ha^{-1}) dos anos de 1981 e 2018.

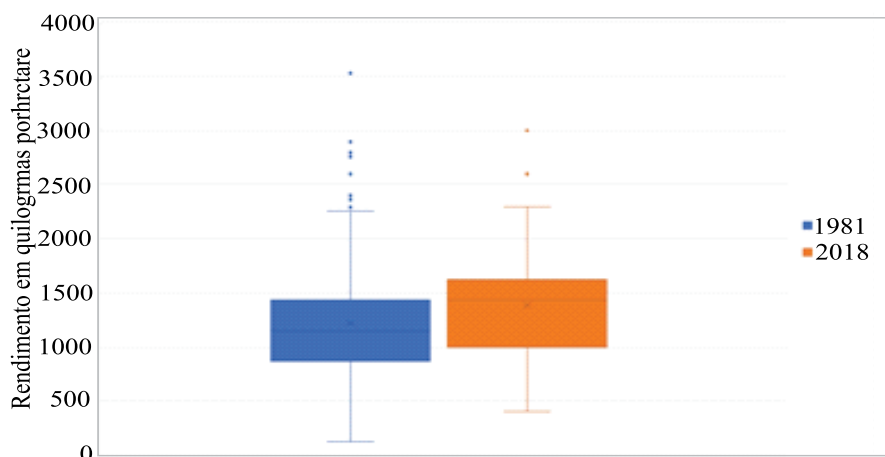


Figura 6. Rendimento médio da cultura de café, no estado do Paraná, referente a 220 municípios produtores, 1980 e 2018.

O ano de 1981 foi escolhido porque os dados de 1980 (início da série) apresentam produção e rendimento influenciados negativamente por fatores climáticos. O gráfico *boxplot* apresenta uma reta, que se estende a partir da caixa e indica a variabilidade fora do quartil superior e do quartil inferior, que determinam o tamanho dela. Os valores discrepantes são plotados como pontos individuais. A linha que corta a caixa se refere ao valor da mediana. Os resultados mostram maior amplitude de valores para o ano de 2018, em relação a 1981 (diferença entre mínimo e máximo). A mediana e os valores dos quartis inferior e superior do ano de 2018 são superiores aos de 1981; isto indica que houve aumento da produtividade no período de análise. Os dados de 1981 apresentam maior número de valores discrepantes do que em 2018, portanto, existiam municípios que apresentavam produtividade muito acima da média do estado.

Os resultados mostram que a década de 1990 foi importante para a cultura do café em relação às modificações tecnológicas, que envolveram o adensamento, uso de insumos e melhoramento genético. Os impactos dessas transformações se tornaram duradouros, com aumento da produtividade e menor instabilidade da produção entre anos.

É importante notar que, em conjunto com as novas técnicas, ocorreram modificações da qualidade do café produzido no estado do Paraná. A valorização do produto – com maior qualidade e maior demanda por cafés especiais e derivados – determinaram variações qualitativas que não estão mensuradas nos dados de produtividade.

As Figuras 7 e 8 mostram a área colhida (hectares) e o rendimento (kg ha⁻¹) da cultura de café no período de análise.

A produção está concentrada no Norte do estado do Paraná, em razão da zona climática para a cultura, conforme a revisão de literatura. Além disso, no ano de 1981, existiam 24 municípios que produziam mais de 2.000 kg ha⁻¹, enquanto em 2018 existiam 27 municípios, com produtividade acima de 1907 kg ha⁻¹. No ano de 1981, os municípios da Mesorregião Noroeste concentravam a maior parte da área colhida (tamanho dos círculos). No entanto, entre 1981 e 2018, a maior parte da área colhida se deslocou do Noroeste para o Norte Pioneiro.

A análise comparativa dos resultados do estudo para os anos 1981 e 2018 indica que a maior parte da área colhida de café se deslocou da Mesorregião Noroeste para a Mesorregião Norte Central e Norte Pioneiro, cujos municípios se tornaram os de maior produtividade. Os fatores para o deslocamento da área de produção são a competição com outras culturas, presença de instituições de pesquisa como o Instituto Agrônômico do Paraná (Iapar), Embrapa Café e a Universidade Estadual de Londrina, redes de transporte que facilitam o escoamento para o porto de Paranaguá e Santos e o setor de processamento. Além disso, economias obtidas pela aglomeração da produção, especificidades locais (clima, mão de obra, solo) e transbordamento tecnológico são importantes para definir a alocação espacial da produção.

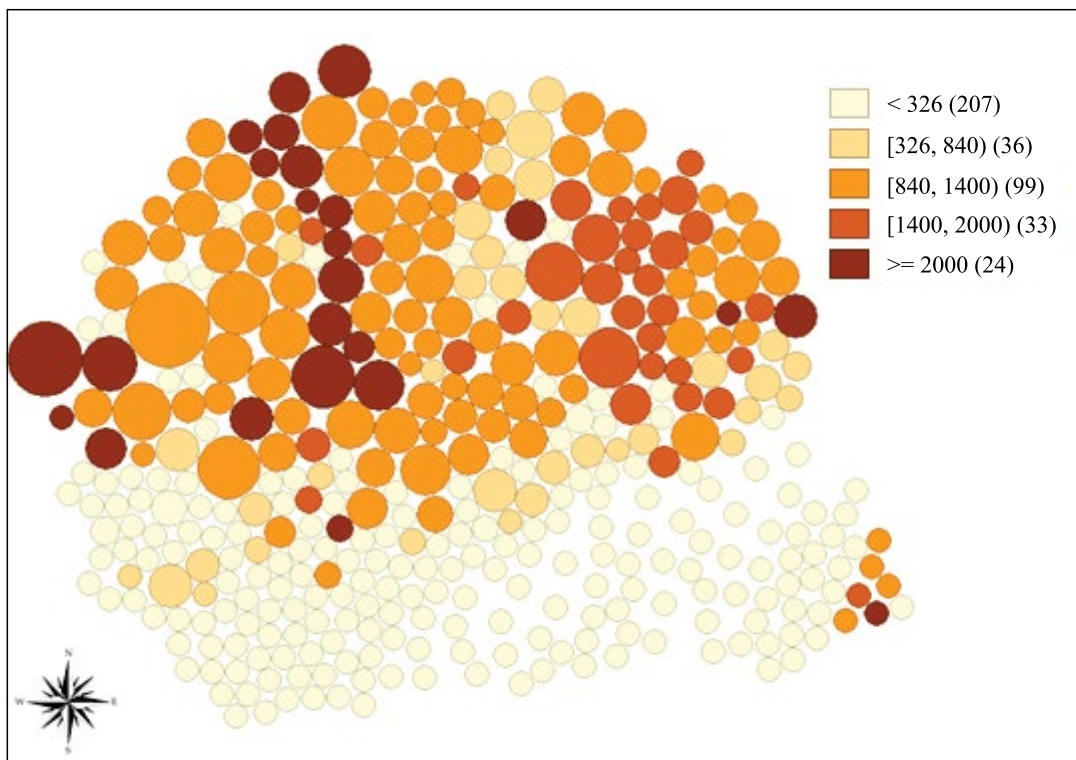


Figura 7. Área colhida (ha) como tamanho dos círculos, e rendimento (kg ha⁻¹) em cores dos municípios do estado do Paraná no ano de 1981.

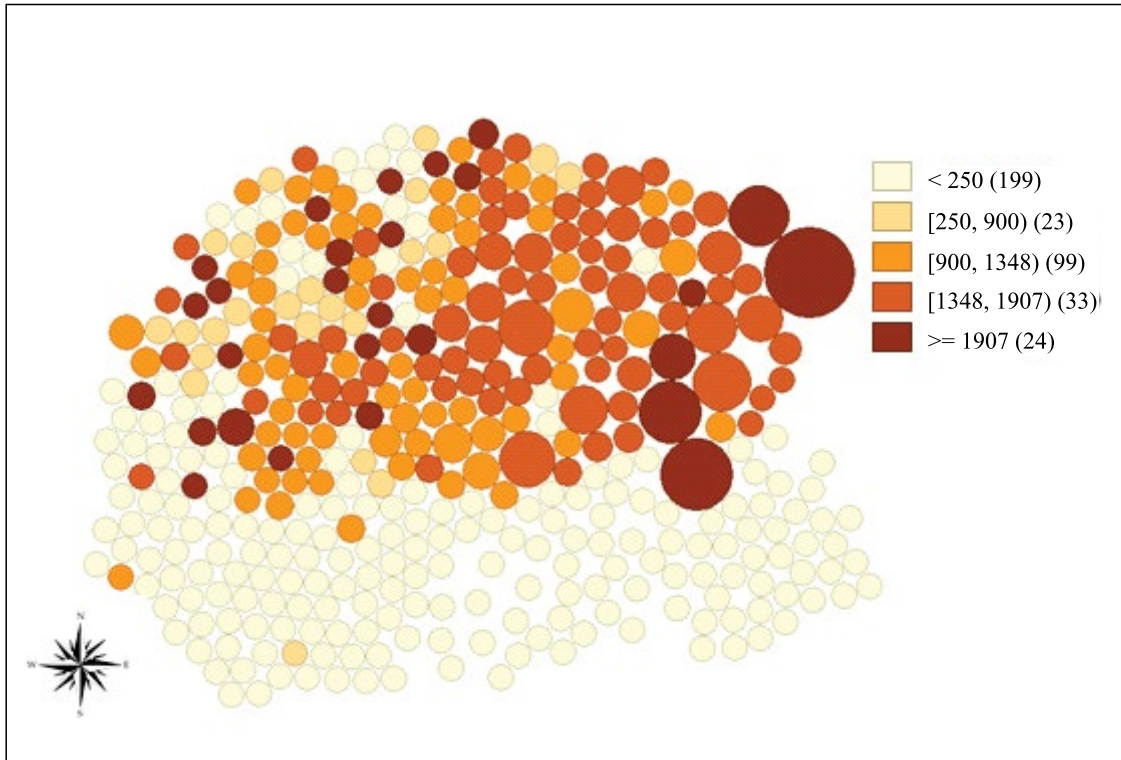


Figura 8. Área colhida (ha) como tamanho dos círculos, e rendimento (kg ha⁻¹) em cores dos municípios do estado do Paraná, no ano de 2018.

A Figura 9 mostra os diagramas e o índice I de Moran, para a variável rendimento por hectare (produtividade) dos municípios do estado do Paraná, nos anos de 1981 e 2018. Nota-se que o índice passou de 0,580 para 0,644. Os valores mostram que existe correlação espacial da variável em análise. Considerando-se o valor positivo do índice, municípios com alta produtividade estarão localizados próximos de outros com a mesma característica (agrupamentos Alto-Alto), assim como municípios com baixa produtividade estarão próximos (agrupamentos Baixo-Baixo).

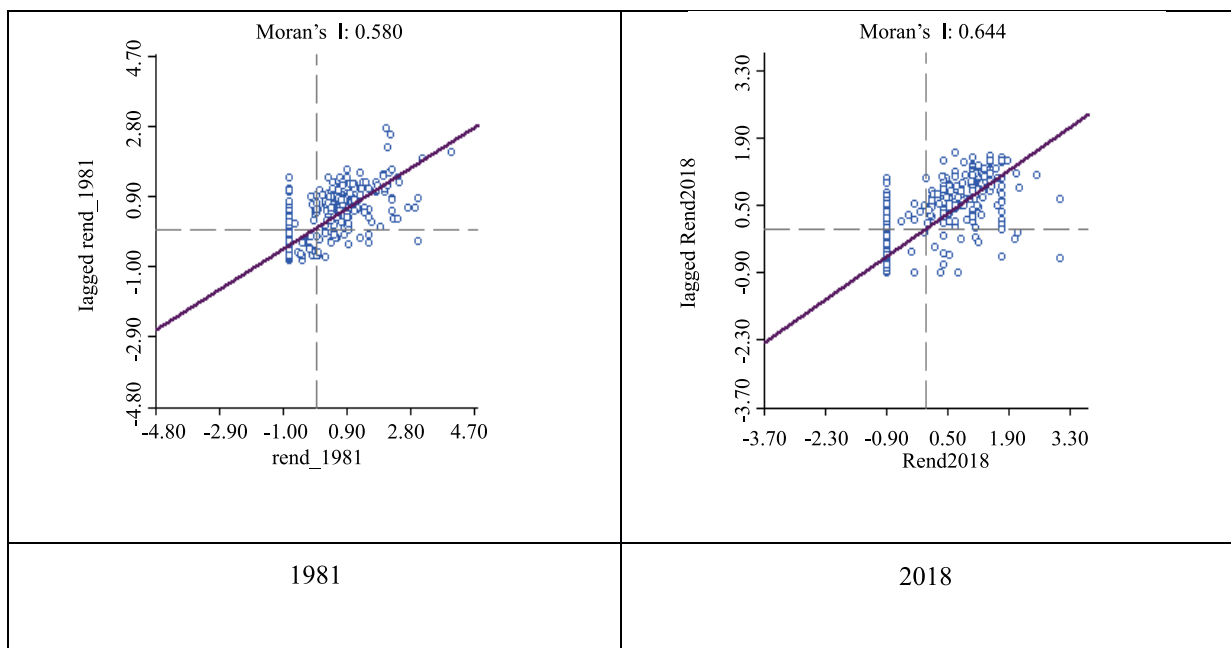


Figura 9. Diagrama e índice I de Moran para a variável produtividade da lavoura de café (kg ha⁻¹) dos municípios do estado do Paraná.

As Figuras 10 e 11 mostram os agrupamentos espaciais da análise univariada do fator produtividade (kg ha^{-1}), da cultura do café dos municípios do estado do Paraná, nos anos de 1981 e 2018. O agrupamento Alto-Alto do ano de 1981 abrange 76 municípios, concentrados no Norte Pioneiro e Norte Central. Essas regiões apresentam os maiores valores de rendimento por área, em razão do zoneamento climático, solo e técnicas de cultivo. As produtividades médias alcançam valores próximos de 1.000 kg ha^{-1} na maior parte desses municípios.

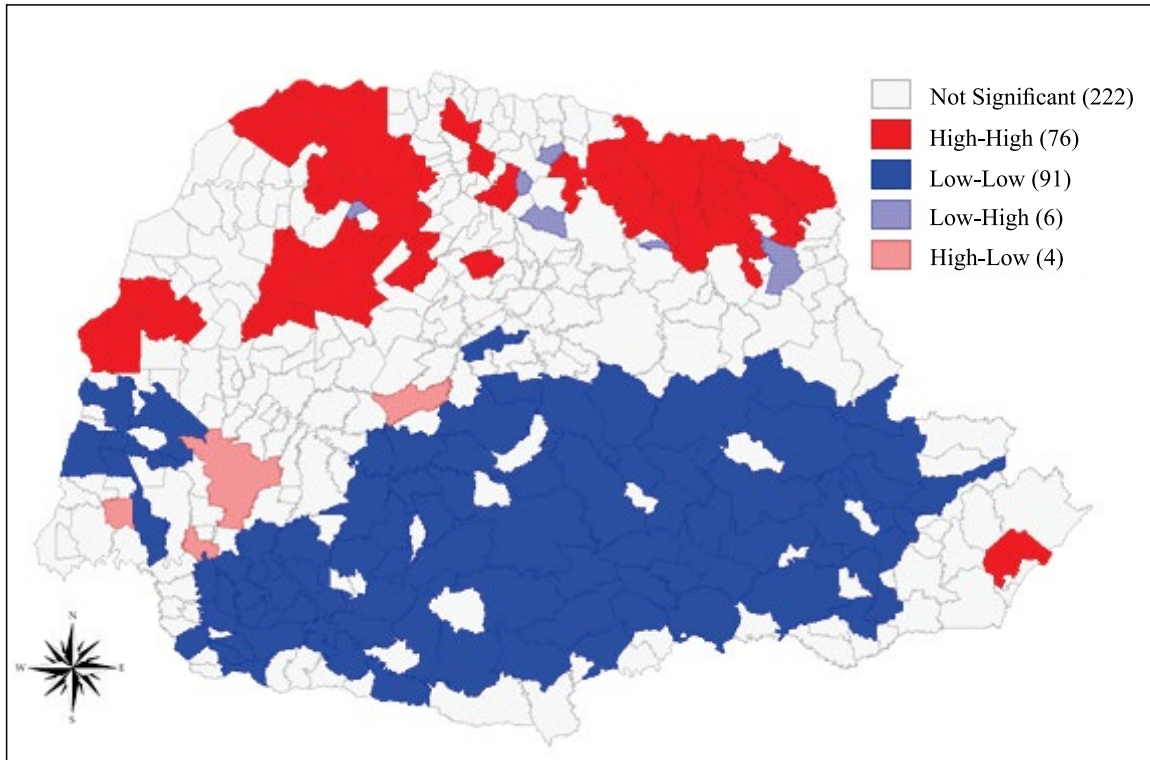


Figura 10. Agrupamentos espaciais da produtividade do café (kg ha^{-1}) dos municípios do estado do Paraná, 1981.

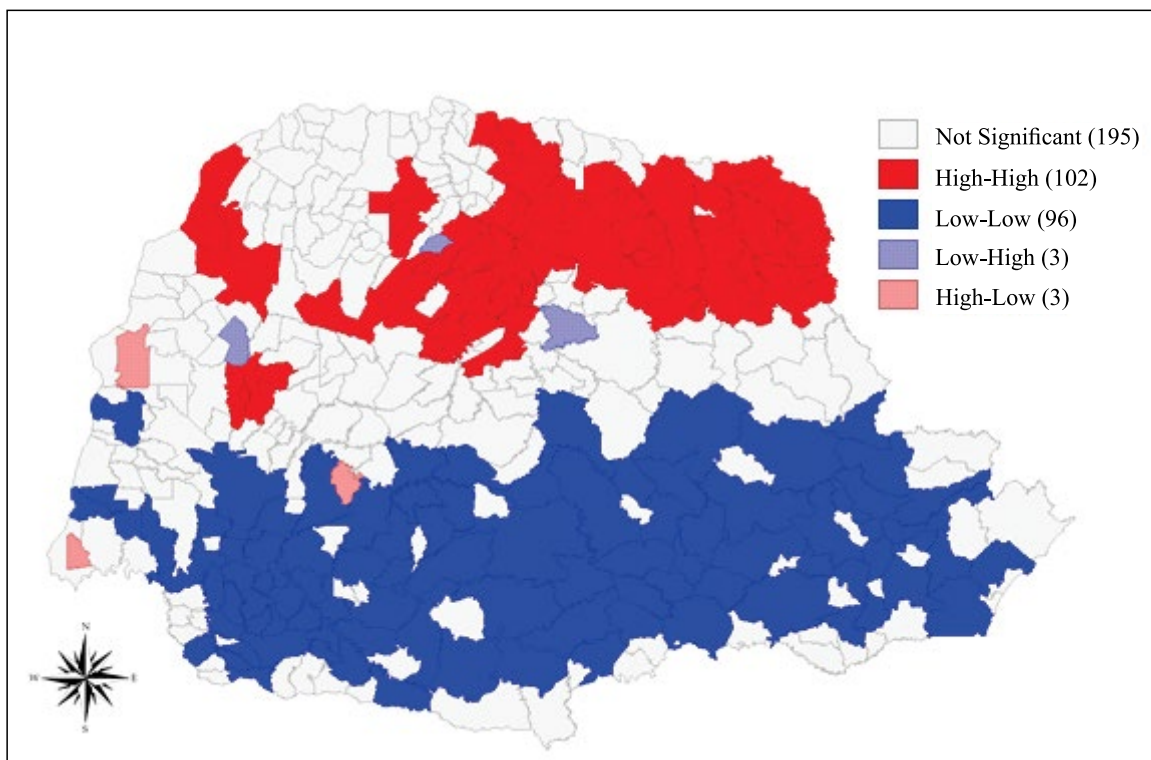


Figura 11. Agrupamentos espaciais da produtividade do café (kg ha^{-1}) dos municípios do estado do Paraná, 2018.

O agrupamento Alto-Alto do ano de 2018 apresenta 72 municípios localizados principalmente no Norte Pioneiro. Dentro desses municípios, a produtividade média chega a valores acima de 2.000 kg ha⁻¹ (Figura 6). Os resultados mostram que a evolução da produtividade média nessas localidades é da ordem de 100%, isto é, o rendimento por área colhida dobrou em 38 anos, como resultado da inovação tecnológica do sistema de produção, melhoramento genético e máquinas e equipamentos. É importante notar que o crescimento da produtividade ocorreu com a queda da área colhida e produção no período 1980-2018.

As Figuras 10 e 11 mostram também municípios de agrupamento Alto-Baixo (alta produtividade com vizinhos de baixa produtividade), que estão fora do zoneamento climático para a cultura do café. Isto ocorre porque existem microclimas que tornam viável a produção cafeeira nestas localidades com alto rendimento por área fora da região produtora tradicional

As Tabelas 2 e 3 apresentam os dados de área colhida, produção e rendimento da cultura de café dos maiores municípios produtores do Paraná dos anos de 1981 e 2018.

Tabela 2. Municípios do estado do Paraná maiores produtores de café, no ano de 1981.

Localidade	Área (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg ha ⁻¹)
Altônia	22.266	52.586	2.362
Umuarama	27.710	36.114	1.303
Cianorte	14.833	31.078	2.095
Pérola	10.570	24.972	2.363
Londrina	13.912	22.696	1.631
Terra Boa	8.478	22.030	2.598
Rolândia	12.086	20.923	1.731
Terra Rica	9.545	20.496	2.147
Maria Helena	14.607	19.038	1.303
Formosa do Oeste	15.102	18.122	1.200
Moreira Sales	5.967	16.708	2.800
Iporã	12.597	16.196	1.286
Japurá	6.592	14.821	2.248
Guairaçá	5.700	12.520	2.196
Cambé	8.000	12.480	1.560
Carlópolis	5.500	12.400	2.255
Paranavaí	10.430	11.744	1.126
São Tomé	5.704	11.657	2.044
Terra Roxa	5.049	11.392	2.256
Diamante do Norte	5.207	11.088	2.129

No ano de 1981, os maiores produtores se concentravam na Mesorregião Noroeste, com áreas colhidas entre 5.000 e 22.000 ha, produção entre 11.000 e 52.000 toneladas e rendimento entre 1.300 e 2.800 kg ha⁻¹. Em 2018, as áreas colhidas em cada município não ultrapassaram 5.100 ha, 10.200 toneladas de produção e produtividade de 2.100 kg ha⁻¹.

A análise comparativa entre os períodos mostra que, em 2018, os maiores produtores estão entre os mais produtivos e, no ano de 1981, esta característica não estava presente. O ambiente mais competitivo, a disputa por área com outras culturas e um nível de preço do produto mais baixo levaram à otimização do uso dos recursos e à realocação da produção para locais onde a produtividade é maior, na busca por eficiência e menor custo médio de produção.

Tabela 3. Municípios do estado do Paraná maiores produtores de café, no ano de 2018.

Localidade	Área (ha)	Produção (t)	Rendimento (kg ha ⁻¹)
Carlópolis	5.100	10.200	2.000
Pinhalão	3.100	6.200	2.000
Ibaiti	2.200	4.400	2.000
Ribeirão Claro	2.100	4.200	2.000
Tomazina	1.800	2.880	1.600
Grandes Rios	1.700	2.805	1.650
Apucarana	1.600	2.640	1.650
Jaboti	1.250	2.250	1.800
Japira	980	1.960	2.000
Santo Antônio da Platina	910	1.638	1.800
São Jerônimo da Serra	1.104	1.627	1.474
Siqueira Campos	950	1.615	1.700
Londrina	900	1.170	1.300
Jesuítas	500	1.050	2.100
Nova Fátima	634	1.009	1.591
Santa Mariana	542	943	1.740
Rolândia	650	897	1.380
Mandaguari	630	851	1.351
Jandaia do Sul	520	832	1.600
Cambira	440	726	1.650

Os municípios maiores produtores de café no ano de 1981 eram Altônia, Umuarama, Cianorte e Pérola. Eles pertencem à Mesorregião Noroeste. No ano de 2018, os maiores produtores – Carlópolis, Pinhalão, Ibaiti, Grandes Rios e Apucarana – pertencem ao Norte Central. Ribeirão Claro e Tomazina pertencem ao Norte Pioneiro. Portanto, nota-se o deslocamento dos maiores produtores e com maior produtividade, do Noroeste para as outras duas Mesorregiões produtoras de café do Paraná.

CONCLUSÕES

A cultura do café foi introduzida no estado do Paraná no início do século XX e, depois de passar por seu período áureo entre os anos de 1945 e 1970, as condições climáticas (geadas) e queda da demanda determinaram seu declínio e substituição por soja, milho e trigo e, a partir dos anos 2000, a cana-de-açúcar. Na década de 1990, a introdução de novas tecnologias e crescimento da demanda causaram impactos sobre o aumento da produtividade no campo e estímulo à agroindústria, tornando o complexo agroindustrial do café paranaense mais competitivo.

Os resultados mostram que, no período de 1980 a 2018, a produtividade da cultura do café no estado do Paraná aumentou de cerca de 900 para 1.500 kg ha⁻¹ com trajetória de crescimento de 16,48 kg ha⁻¹ por ano. Além disso, o efeito da bianualidade da produção, a variação da produtividade entre anos diminuiu no período.

A introdução de novas tecnologias na década de 1990 – sistema de produção adensado, melhoramento genético, máquinas e equipamentos – propiciou o aumento da produtividade e menor variabilidade anual da produção e produtividade, o que promoveu a sustentabilidade econômica e social da produção cafeeira. A diminuição da característica de bianualidade da produção possibilita menor risco aos produtores, e o aumento da produtividade implica a redução do custo médio da saca de café e o aumento da competitividade.

A análise exploratória de dados espaciais (Aede) mostrou o deslocamento da área e produção para a Mesorregião do Norte Pioneiro, que passou a concentrar a produção em localidades mais produtivas. Em 2018, foram identificados agrupamentos espaciais Alto-Alto, com municípios localizados principalmente nas Mesorregiões Norte Pioneiro e Norte Central do estado do Paraná. Além disso, existem municípios fora do zoneamento climático beneficiados por microclimas que possibilitam altos rendimentos.

Houve aumento da qualidade do café produzido no estado do Paraná e de cafés especiais. Os sistemas de produção orgânico e sombreado promovem a sustentabilidade ambiental com menor uso de produtos fitossanitários e menor impacto sobre o meio ambiente, além de obtenção de produtos diferenciados.

Políticas de incentivo à produção podem ter como enfoque o desenvolvimento da certificação de origem, incentivo à qualidade do produto e apoio à pesquisa, para o contínuo aumento da produtividade. Novos estudos podem ser realizados, para mensurar o aumento da qualidade do produto ou o esforço da implementação de técnicas para obtê-lo dos produtores, por meio de pesquisa de campo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.S. de. **Curso de Econometria Espacial Aplicada**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2004.
- ALMEIDA, E.S. de; PEROBELLI, F.S.; FERREIRA, P.G.C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.46, p.31-52, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000100002>.
- ALMEIDA, E.S. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Alínea, 2012. 498p.
- ANDRADE, G.A.; RICCE, W. da S.; CARAMORI, P.H.; ZARO, G.C.; MEDINA, C. de C. Zoneamento agroclimático de café robusta no Estado do Paraná e impactos das mudanças climáticas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.1381-1390, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n4p1381>.
- ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association — LISA. **Geographical Analysis**, v.27, p.93-115, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>.
- ANSELIN, L. **Spatial Econometrics**. 1999. Disponível em: <<http://www.csiss.org/aboutus/presentations/files/baltchap.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2019.
- ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht: Springer, 1988.
- ANSELIN, L.; FLORAX, J.G.M. Small sample properties of tests for spatial dependence in regression models: some further results. In: ANSELIN, L.; FLORAX, R.J.G.M. (Ed.). **New direction in spatial econometrics**. New York: Springer, 1995. p.21-74. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-79877-1_2.
- BALHANA, A.P.; MACHADO, B.P.; WESTPHALEN, C.M. **História do Paraná**. Curitiba: Grafipar, 1969.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil: FUNCAFÉ**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafes/cafecultura-brasileira>>. Acesso em: 15 dez. 2019.
- BRONZERI, M. de S.; BULGACOV, S. Estratégias na cadeia produtiva do café no Norte Pioneiro do Paraná: competição, colaboração e conteúdo estratégico. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v.16, p.77-91, 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87831144007>>. Acesso em: 3 jul. 2020.
- CAFÉ QUALIDADE PARANÁ BRASIL. **Concurso Café Qualidade Paraná**. 2019. Disponível em: <<https://www.cafequalidadeparana.com.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2020.
- CANCIAN, N.A. **Cafeicultura paranaense: 1900/1970**. Curitiba: Grafipar, 1981.
- DEMONER, C.A.; TRENTO, E.J.; MATSUSHITA, M.S.; SEPULCRI, O. Avaliação econômica do sistema de café adensado no Paraná - período de 2001/02 a 2005/06. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais**. Brasília: Embrapa Café, 2007. Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café..
- DIAS, R.B.; GONÇALVES, J.H.R. (Org.). **Maringá e o norte do Paraná: estudos de história regional**. Maringá: EDUEM, 1999.
- FAJARDO, S. **Territorialidades corporativas no rural paranaense**. Guarapuava: Unicentro, 2008.
- GARCIA, A.F. A infraestrutura voltada para o café e a cana-de-açúcar, análise espacial-econômica no estado do Paraná – Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, v.2, p.1-15, 2011. Número especial EGAL 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2351/2247>>. Acesso em: 1 jun. 2020.

- IPARDES. **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2019.
- MAPA do Paraná – Mesorregiões. Disponível em: <<http://www.baixarmapas.com.br/mapa-do-parana-mesorregioes/>>. Acesso em: 14 dez. 2019.
- MARTIN, N.B.; VEGRO, C.L.R.; MORICOCCHI, L. Custos e rentabilidade de diferentes sistemas de produção de café, 1995. **Informações Econômicas**, v.25, p.35-50, 1995. Disponível em: <<http://www.ica.sp.gov.br/ftpica/ie/1995/tec3-0895.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2020.
- OLIVEIRA, S.C. de. A economia cafeeira no Paraná até a década de 1970. **Vitrine da Conjuntura**, v.2, p.1-8, 2009. Disponível em: < http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/outubro2011/historia_artigos/10historia_artigo_oliveira_semi.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- PEROBELLI, F.S.; ALMEIDA, E.S. de; ALVIM, M.I. da S.A.; FERREIRA, P.G.C. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, v.17, p.65-91, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-63512007000100003>.
- PIMENTEL, E.A.; HADDAD, E.A. **Análise da distribuição espacial da renda no estado de Minas Gerais**: uma abordagem setorial. São Paulo: Nereu, 2004. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TDNereus_02_04.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2011.
- PINHEIRO, M.A. **Distribuição espacial da agropecuária do estado do Paraná**: um estudo da função de produção. 2007. 126p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/3433/1/000170326.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2019.
- SANTINI, G.A.; SOUZA FILHO, H.M. de; BÂNKUTI, S.M.S. Inovações tecnológicas em cadeias agroindustriais: alguns casos do segmento de processamento de carnes, leite e café no Brasil. **Revista GEPROS**, ano1, p.9-21, 2006. ISSN 1984-2430. DOI: <https://doi.org/10.15675/gepros.v0i2.85>.
- SESSO FILHO, U.A.; BORGES, L.T.; SESSO, P.P.; ZAPPAROLI, I.D.; BRENE, P.R.A. Dimensionamento do complexo agroindustrial dos estados brasileiros: geração de renda, empregos e impostos. **Geosul**, v.34, p.18-39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n71p18>.
- TYSZLER, M. **Econometria espacial**: discutindo medidas para a matriz de ponderação espacial. 2006. 141p. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo. Disponível em <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2451/155051.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2019.
- VOLSI, B.; TELLES, T.S.; CALDARELLI, C.E.; CAMARA, M.R.G. da. The dynamics of coffee production in Brazil. **PLoS ONE**, v.14, e0219742, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219742>.
-