

MUDANÇA NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DA CAFEICULTURA NO ESPÍRITO SANTO NOS ANOS 2011-2016

Recebido: 06/09/2018 Aprovado: 15/02/2019

Edileuza Aparecida Vital Galeano¹
Romário Gava Ferrão²
Renzo Caliman Souza³
Renato Corrêa Tanques⁴

RESUMO

Dentre as atividades agrícolas no Espírito Santo, se destacam nacionalmente a produção e exportação de café pela sua importância em termos socioeconômicos. Recentemente a cafeicultura capixaba tem sido afetada negativamente pelas adversidades climáticas e um novo rearranjo produtivo tem sido verificado. Dentro desse contexto, o objetivo do trabalho foi explorar a produtividade média da cafeicultura nos anos de 2011 e 2016, identificando padrões de localização espacial, bem como verificar as mudanças ocorridas nos anos avaliados. Foi utilizado como ferramenta a análise exploratória dos dados espaciais a fim de identificar arranjos produtivos locais com alta produtividade agrícola. Em 2011, os *clusters* de alta produtividade concentravam-se no norte do estado, onde predomina a produção do café conilon, que atualmente é muito dependente da irrigação. Já em 2016, com as adversidades climáticas, os clusters de alta produtividade foram identificados nas regiões central e sul, onde predomina a produção do café arábica, a qual foi menos afetada pelas adversidades climáticas. O estudo mostra que houve uma mudança na configuração da localização dos clusters de produtividade, evidenciando a necessidade de adoção de medidas tais como investimentos em pesquisa e inovação que visem minimizar os impactos das adversidades climáticas sobre a configuração da produtividade na cafeicultura.

Palavras-chaves: Produtividade; Cafeicultura; Cluster; Dependência Espacial.

¹ Doutora em Economia, Pesquisadora do Incaper, Professora na UFES, Vitória, Espírito Santo (Brasil).
E-mail: edileuzagaleano@gmail.com

² Doutor Genética e Melhoramento de Plantas. Pesquisador Incaper/Multivix, Vitória, Espírito Santo (Brasil).

³ Bacharel Economia UFES. Ex-bolsista Fapes/Incaper.

⁴ Mestre em Solos Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper. Vitória, Espírito Santo (Brasil)..

CHANGE IN THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE COFFEE CULTIVATION PRODUCTIVITY IN ESPIRITO SANTO YEARS 2011-2016

ABSTRACT

Among the agricultural activities in Espírito Santo, the production and export of coffee, due to its socioeconomic importance, stands out nationally. Recently the coffee industry of Espírito Santo has been negatively affected by the climatic adversities and a new productive rearrangement has been verified. Within this context, it is sought to explore the average productivity of coffee in 2011 and 2016, identifying patterns of spatial location, as well as to verify the changes that occurred in the evaluated years. Exploratory analysis of spatial data was used as tooling to identify local productive arrangements with high agricultural productivity. In 2011, high-productivity clusters were concentrated in the north of the state, where the production of conilon coffee predominates, which is currently very dependent on irrigation. Already in 2016, with the climatic adversities, clusters of high productivity were identified in the central and southern regions, where the production of arabica coffee predominates, which was less affected by the climatic adversities. The study shows that there was a change in the configuration of the location of productivity clusters evidencing the need to adopt measures such as investments in research and innovation that aim to minimize the impacts of climatic adversities on the configuration of productivity in coffee.

Keywords. Productivity; Coffee Cultivation; Cluster; Spatial Dependence.

INTRODUÇÃO

Assim como em muitos estados brasileiros, a economia capixaba se desenvolveu com base no setor agrícola. Com o desenvolvimento dos centros urbanos e industrialização, que concentrou os investimentos, emprego e renda, o setor agrícola perdeu importância econômica. Nos últimos 30 anos, no entanto, tem se percebido certa saturação das metrópoles com a queda no nível de emprego e renda. Por outro lado, o setor agropecuário tem se tornado mais eficiente e tem contribuído de forma efetiva para o crescimento da economia e redução das desigualdades regionais. Isto pode ser verificado, por exemplo, quando se observa o Índice de Gini da distribuição do valor adicionado bruto da agropecuária municipal comparativamente aos demais setores de atividade⁵.

O Índice de Gini da agropecuária capixaba caiu de 0,52 em 2006 para 0,43 em 2014, revelando uma melhora da distribuição da renda rural. Para a indústria capixaba, o Índice de Gini em 2013 foi igual a 0,84 e no setor de serviços 0,80 (IBGE, 2014), o que evidencia que nestes setores a renda é bem mais concentrada. Este indicador mostra que o setor agropecuário, pela melhor distribuição das atividades ligadas diretamente à terra e demais recursos naturais, é setor chave para redução das desigualdades sociais e regionais no Estado, ao contribuir para uma melhor distribuição das atividades produtivas nos municípios e, portanto, para a redução da concentração populacional e de renda na capital e grandes centros urbanos.

O setor agropecuário segue uma tendência nacional de aumentar sua participação no comércio internacional de produtos do agronegócio. O aumento de participação no comércio internacional se deve, dentre outros fatores, a investimentos em pesquisa tecnológica e aos altos índices de rentabilidade do setor. No Espírito Santo, as exportações, no geral, vêm declinando ano a ano, e no caso do agronegócio, caiu de US\$ 2,243 bilhões em 2011 a US\$ 1,383 bilhões em 2016. Apesar da redução no valor exportado, a participação do agronegócio no total das exportações passou de 14,8 % em 2011 para 21,2 % em 2016, evidenciando a importância do setor para a economia. A cafeicultura representou 21,1 % do valor das exportações do agronegócio capixaba em 2016 (MDIC, 2017).

O valor bruto da produção agropecuária capixaba atingiu R\$8,086 bilhões em 2015. A cafeicultura é a atividade de maior importância em termos econômicos na agropecuária

⁵ O Índice de Gini é uma medida do grau de concentração de uma distribuição, cujo valor varia de 0 (zero) - a perfeita igualdade, até 1 (um) - a desigualdade máxima.

capixaba, tendo sido responsável por aproximadamente 37,3 % do valor bruto da produção agropecuária em 2015 (GALEANO et al., 2017). A alta produtividade verificada na cafeicultura no estado nos últimos 10 anos foi conseguida principalmente devido às pesquisas com melhoramento genético, manejo, nutrição e irrigação, em especial o conilon (FERRÃO et al., 2017, 2019).

O exposto acima permite, de maneira sucinta, mostrar a importância da alta produtividade da cafeicultura para a economia dos municípios capixabas. Dentre os fatores que interferem na produção e produtividade, o clima é um dos principais, pois a seca na fase inicial das culturas e o excesso de chuvas na colheita resultam em redução da produção. As condições climáticas podem ser favoráveis ou desfavoráveis dependendo da época do ano, da região e do tipo da cultura agrícola.

O fenômeno espacial está muito presente nas atividades agrícolas (PINHEIRO et al., 2006). De acordo com Almeida (2012), a dependência espacial é facilmente verificável neste setor, uma vez que os produtores rurais têm facilidade para observar como os vizinhos estão produzindo. Além disso, essas culturas dependem de recursos naturais que são concentrados no espaço geográfico, reforçando o efeito de que a produção ocorre na forma de agrupamentos (cluster), espalhados pelo espaço econômico. Assim, conforme ressaltado por Arbia (2001) e Carroll et al. (2008), as características geográficas precisam ser consideradas na análise de dados regionais. Perobelli et al., (2007), Pavan (2013) e Raiher et al. (2016) mostraram que a produtividade agrícola está crescentemente autocorrelacionada no espaço ao longo do tempo. A análise exploratória dos dados da cafeicultura brasileira feita por Souza e Perobelli (2007) mostrou que a estrutura espacial da produção do café persiste espacialmente concentrada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, destacando a importância do diagnóstico para os formuladores de política regional.

Com a denominada terceira onda do café (CHAIN et al., 2016; GUIMARÃES et al., 2016), com novas formas de comercialização de cafés de alta qualidade e especiais, maior preocupação com a origem da produção, sustentabilidade e maior interesse por cafés orgânicos, a análise espacial se torna essencial. Chain et al. (2016) analisaram a concentração espacial da indústria do café em Minas Gerais, evidenciando a importância dos arranjos produtivos locais como estratégia para superar entraves produtivos e estimular o desenvolvimento regional, tema também estudado em Altenburg et al. (1999). Conforme Ortega et al., (2014), a cafeicultura está entre as atividades produtivas que mais contribuíram

para o efeito de transbordamento, facilitando, portanto, o desenvolvimento regional e favorecendo a competitividade no setor (SCHMITZ; NADVI, 1999).

A fim de contribuir para melhor entender a estrutura espacial da cafeicultura capixaba, este trabalho busca analisar a distribuição espacial da produtividade da cafeicultura no período recente. Para tal, faz uso da análise exploratória de dados espaciais com o intuito de identificar a formação de *clusters* espaciais de produtividade, bem como verificar as mudanças ocorridas entre os anos avaliados.

DESEMPENHO DA CAFEICULTURA CAPIXABA

O Espírito Santo ocupa a segunda posição no ranking nacional do setor cafeeiro, com uma produção máxima de 12,9 milhões de sacas em 2014, tendo atingido uma participação de 27,6% na produção nacional. Em termos de valor da produção, o estado participou com 19,7% no total nacional (SILVA et al., 2017)

Quanto à produtividade, até o ano de 2015 o Estado manteve rendimento médio acima da média nacional. O Espírito Santo se especializou na produção do café conilon e, atualmente, é o principal estado produtor dessa variedade, sendo responsável por 65% da produção nacional. No entanto, os desequilíbrios climáticos nas fases de floração, formação e enchimento dos grãos, associados à falta de água para irrigação nos últimos anos, resultaram em perdas significativas na produção (GALEANO et al., 2016). Os dados do IBGE mostram que mais de 80% das lavouras de conilon são irrigadas. Portanto, a falta de água causa grandes perdas na produção.

De acordo com os dados do IBGE (2011), o rendimento médio da cafeicultura capixaba caiu de 1.519 kg/ha (25,3 sacas por hectare) em 2011 para 1.218 (20,3 sacas por hectare) em 2016 (Tabela 1). Dessa forma, o rendimento médio da cafeicultura no Espírito Santo em 2016 (IBGE, 2016) ficou abaixo da média nacional que foi de 1.527 kg/ha (25,4 sacas por hectare). No caso da variedade conilon, a mais produzida no estado, as estimativas apontam uma queda de 42,4% na produção na comparação com o ano de 2011. Já o rendimento médio desse café caiu 37,4% entre 2011 e 2016.

Tabela 1. Dados da produção da cafeicultura no Espírito Santo, em 2011 e 2016

Produto	2011			2016			Variação % 2011/2016		
	Área colhida (ha)	Produção (mil sacas)	Rend. médio (kg/ha)	Área colhida (ha)	Produção (mil sacas)	Rend. médio (kg/ha)	Área colhida	Produção	Rend. médio
Café arábica	169.758	3.058	1.081	148.866	3.523	1.420	-12,3	15,2	31,4
Café conilon	297.425	8.767	1.769	274.419	5.067	1.108	-7,7	-42,2	-37,4
Café total	467.183	11.825	1.519	423.285	8.589	1.218	-9,4	-27,4	-19,8

Fonte: Elaborado a partir dos dados do IBGE-LSPA (2011 e 2016)

A Figura 1 apresenta o comportamento da variação média da produção, Valor Bruto da Produção e produtividade média da cafeicultura. Os dados indicam que no ano de 2014 a produção apresentou crescimento relativamente maior (10,3%), sendo que o Valor Bruto da Produção Agrícola cresceu aproximadamente 7,1%. Nos anos de 2015 e 2016, a produção capixaba foi menor devido as adversidades climáticas. Em 2016, a queda na produção foi de 16,6% na comparação com o ano anterior. Já o valor bruto da produção caiu 2%.

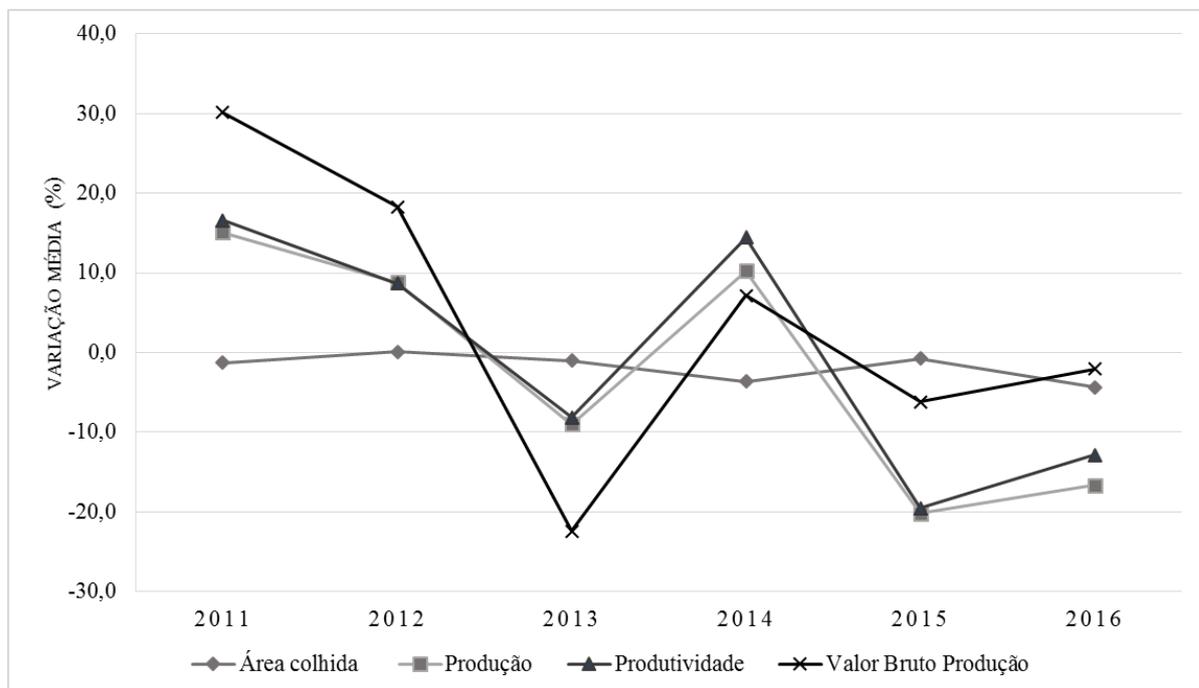


Figura 1. Variação média da cafeicultura capixaba de 2011 a 2016

Fonte: Elaborado a partir dos dados do IBGE-LSPA (2011 a 2016)

As adversidades climáticas observadas entre os anos de 2014 e 2016 provocaram perdas significativas, principalmente na cafeicultura de conilon. Além do déficit hídrico, verificou-se má distribuição de chuvas, grande insolação e altas temperaturas por grandes períodos, com valores entre de 0,5°C até 3°C acima da média das máximas, coincidindo com os períodos de maior demanda de água nas plantações (INCAPER, 2015). A estimativa apresentada em Galeano et al. (2016) indica uma perda de cerca de 22% na produção da cafeicultura capixaba (cerca de 2,8 milhões de sacas), correspondente a R\$745,6 milhões em 2015. As maiores perdas foram nas áreas não irrigadas de conilon, onde a seca por dois anos consecutivos associadas as altas temperaturas promoveram reduções significativas na produção das propriedades. Essas perdas, estão associadas, sobretudo, aos fatores climáticos (altas temperaturas, déficit hídrico elevado) do final de 2014, se estendendo até o final do ano de 2016, a não possibilidade de irrigação pela falta de água nos mananciais (rios, córregos, reservatórios, represas) e a normativa de proibição de irrigação de lavouras durante o dia (ESPÍRITO SANTO, 2015). O déficit hídrico (anomalia de precipitação ou desvio em relação a normal climatológica) acumulado nos anos de 2015 e 2016 foi de -1107 mm. A falta de chuva nestes anos coincidiu com a baixa produtividade observada.

METODOLOGIA

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) é uma coleção de ferramentas que permite conhecer os dados espaciais e avaliar questões como dependência espacial (*e.g* associação espacial) e heterogeneidade espacial. Tal análise permite investigar a influência dos efeitos espaciais por intermédio de instrumentos quantitativos, as quais são bem mais precisas do que o olho humano (ANSELIN, 1998).

A primeira etapa do estudo foi realizada para avaliar a autocorreção espacial dos dados e determinar se eles estão distribuídos de forma aleatória no espaço ou não. O Índice de Moran (I) foi utilizado como estatística global de autocorrelação espacial. I é um coeficiente de autocorrelação espacial que usa a medida de autocovariância na forma de produto cruzado ($z_i * z_j$) (MARCONATO et al., 2012).

Para a realização da AEDE, é necessária a definição de um arranjo para a ocorrência das interações espaciais, denominado matriz de ponderação espacial W . A matriz W é uma matriz quadrada de dimensão n por n , onde em cada célula da matriz está representado o grau de conexão entre as regiões (w_{ij}). Uma forma de estabelecer esse grau de conexão é por meio

de critérios de proximidade geográfica. Dentre os critérios de proximidade geográfica mais comuns está o de contiguidade, em que duas regiões são consideradas vizinhas se possuem fronteira em comum. Pelo conceito de contiguidade se atribui um valor unitário na matriz a duas regiões vizinhas, caso contrário se atribui um valor nulo.

A autocorrelação espacial global permite identificar se a distribuição espacial da produtividade ocorre de forma aleatória ou não. Algebricamente, essa estatística é dada por:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$$

Ou matricialmente:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{z'Wz}{z'z}$$

Onde n é o número de municípios, z denota os valores da variável de interesse padronizada, Wz representa os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos, definidos segundo uma matriz de ponderação espacial W . Um elemento dessa matriz, referente ao município i e ao município j , é registrado como w_{ij} . S_0 é igual à operação $\sum \sum w_{ij}$, significando que todos os elementos da matriz de pesos espaciais W devem ser somados.

O I de Moran tem um valor esperado de $-[1/(n-1)]$, isto é, o valor que seria obtido se não houvesse padrão espacial nos dados. Valores de I que excedem o valor esperado indicam autocorrelação espacial positiva. Valores de I abaixo do valor esperado sinalizam uma autocorrelação negativa.

Uma indicação de autocorrelação espacial positiva revela que há uma similaridade entre os valores do atributo estudado e da localização espacial do atributo. A autocorrelação espacial positiva indica que, no geral, altos valores de uma variável de interesse (z) tende a estar circundados por altos valores desta variável em municípios vizinhos (Wz) e/ou baixos valores de z tendem a estar rodeados por baixos valores também para z em municípios vizinhos (Wz). Isso se chama efeito de contágio ou efeito de transbordamento.

Uma indicação de autocorrelação espacial negativa revela que existe uma dissimilaridade entre os valores do atributo estudado e da localização espacial do atributo. A autocorrelação espacial negativa indica que, por exemplo, no geral, um alto valor da variável de interesse de um município tende a estar rodeado por baixos valores desta mesma variável

nos municípios vizinhos e/ou um baixo valor da variável de interesse do município tende a estar rodeado por altos valores dessa variável de interesse em municípios vizinhos.

O Índice de Moran (MARCONTATO, 2012) fornece três tipos de informação. O nível de significância provê a informação sobre os dados estarem distribuídos aleatoriamente ou não. O sinal positivo, desde que significativo, indica que os dados estão concentrados através dos municípios. O sinal negativo, por sua vez, indica a dispersão dos dados. A magnitude da estatística fornece a força da autocorrelação espacial. Quanto mais próximo de 1, maior é a concentração; quanto mais próximo de -1, maior é a dispersão dos dados.

DIAGRAMAS DE DISPERSÃO DE MORAN

Outra forma de visualizar a autocorrelação espacial é por meio do diagrama de dispersão de Moran (Moran *Scatterplot*), que mostra, no eixo vertical, a defasagem espacial da variável de interesse (Wy), e no eixo horizontal o valor da variável de interesse (y). De acordo com Anselin (1996), o diagrama de dispersão de Moran é o gráfico da dispersão da nuvem de pontos que representa os municípios. Outra vantagem do diagrama de dispersão de Moran é poder classificar os municípios de acordo com quatro diferentes regimes espaciais. Estes regimes espaciais, como vistos anteriormente, podem ser: baixo–alto (*LH*), indica que municípios que apresentam baixa produtividade são vizinhas de outros com alta produtividade; o regime alto–alto (*HH*) denota que municípios com alta produtividade são vizinhos de outros com alta produtividade também; o regime alto–baixo (*HL*) informa que municípios com alta produtividade possuem vizinhos com baixa produtividade; e, finalmente, o regime baixo–baixo (*LL*) implica que municípios com baixa produtividade são vizinhos de outros com baixa produtividade também.

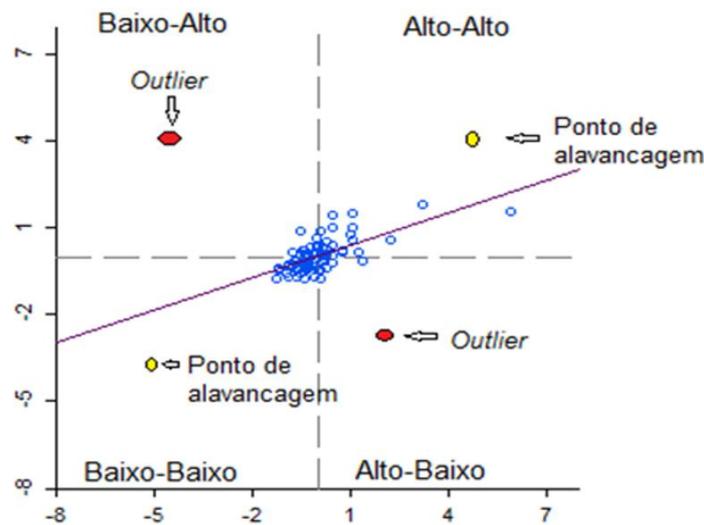


Figura 2. Representação da dispersão de Moran, com a defasagem espacial e valor de interesse, nos eixos Y e X, respectivamente, do regime de produtividade nos municípios e os pontos de alavancagem.

Fonte: Elaboração própria com base em Almeida (2012).

Uma das vantagens da utilização do diagrama de dispersão é que ele permite a detecção de observações que fogem do mesmo padrão de distribuição das demais observações (*outliers*), conforme mostra a Figura 2.

AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL LOCAL

O I de Moran será complementada com análise dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA - *local indicators spatial association*). Segundo Anselin (1995), a análise LISA permite verificar autocorrelação local oculta na análise global.

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^j w_{ij} z_j$$

Em que z_i corresponde ao valor da produtividade da cafeicultura do município i padronizado; w_{ij} denota o elemento da matriz de ponderação espacial (W) e z_j é o valor da produtividade do município j padronizado. Assumindo a condição de normalidade, o valor esperado da estatística I_i será: $E[I_i] = -w_i / (n - 1)$.

Na análise local, cada observação possuirá a sua estatística I_i , obtendo-se, assim, as computações da estatística I_i , com os seus respectivos níveis de significância, o que torna impossível analisá-las separadamente. Para facilitar a análise deste amplo conjunto de

informações, utilizar-se-á o mapa de cluster do tipo LISA, que exhibe apenas os municípios que possuem os *Ii* de Moran significativos.

A base de dados utilizada no estudo foi o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA, o qual traz estimativas de produtividade média em áreas irrigadas e não irrigadas. A análise considerou a produção total (em áreas declaradas como irrigadas e não irrigadas) comparativamente a produção das áreas declaradas como irrigadas dos anos 2011 e 2016. Por fim, os resultados obtidos são discutidos considerando as adversidades climáticas ocorridas no período (IBGE, 2011, 2016)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de analisar os padrões de autocorrelação espacial, é importante observar o desempenho da produtividade agrícola, tanto em termos temporais quanto em termos espaciais (Figura 3A e 3B). A Figura 3A mostra que em 2011 a distribuição espacial da produtividade média total da cafeicultura capixaba evidenciando que a maioria dos municípios com maior faixa de produtividade estão localizados na região Norte do estado, na qual concentra-se a produção da variedade Conilon. Em 2011, o maior nível de produtividade média do total da cafeicultura foi registrado no município de Pinheiros (2.500 kg/ha), o qual está entre os seis municípios maiores produtores do estado, tendo sido responsável por 3,7% da produção. Em 2016 (Figura 3B), o maior nível de produtividade média do total da cafeicultura foi registrado no município de Alfredo Chaves (1.914 kg/ha), o qual se encontra na região Sul do estado, na qual predomina a produção do café arábica. Apesar do destaque quanto ao nível de produtividade, o município de Alfredo Chaves participou com apenas 1,4% da produção em 2016.

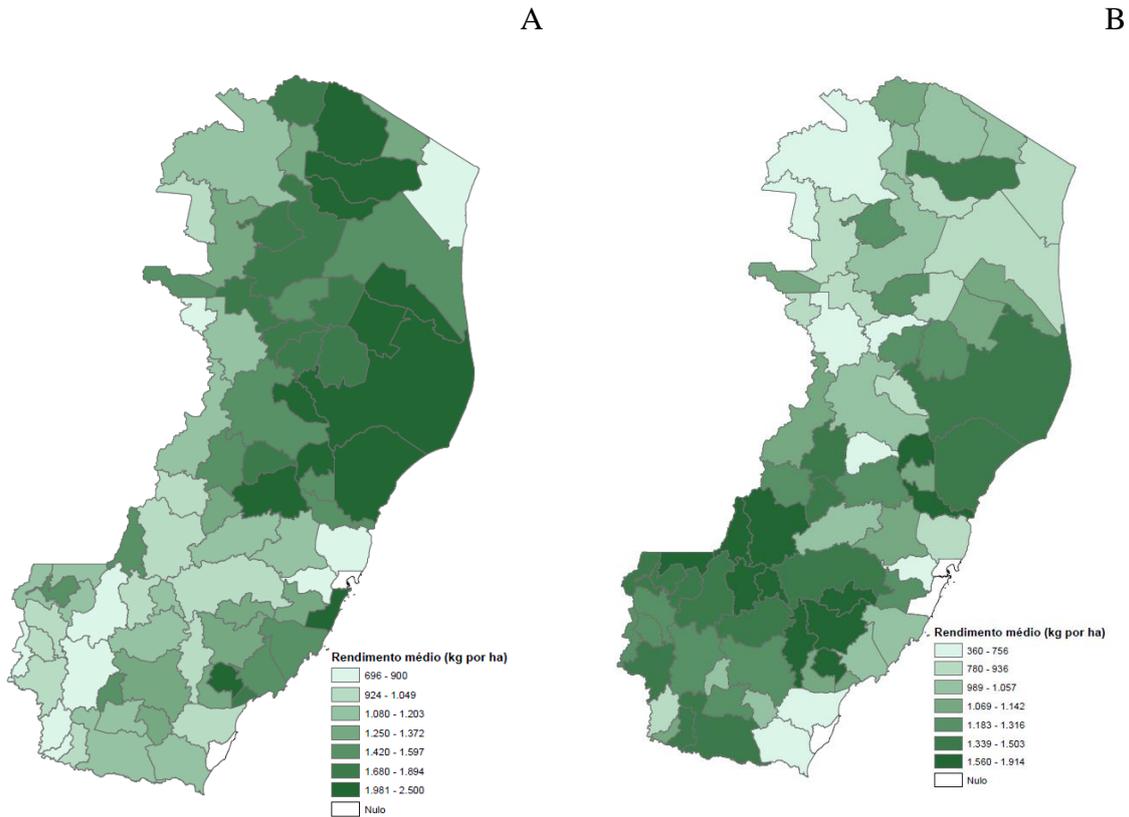


Figura 3. Rendimento médio do total da cafeicultura capixaba em 2011 (A) e em 2016 (B) em (kg/ha).

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE (2011 e 2016).

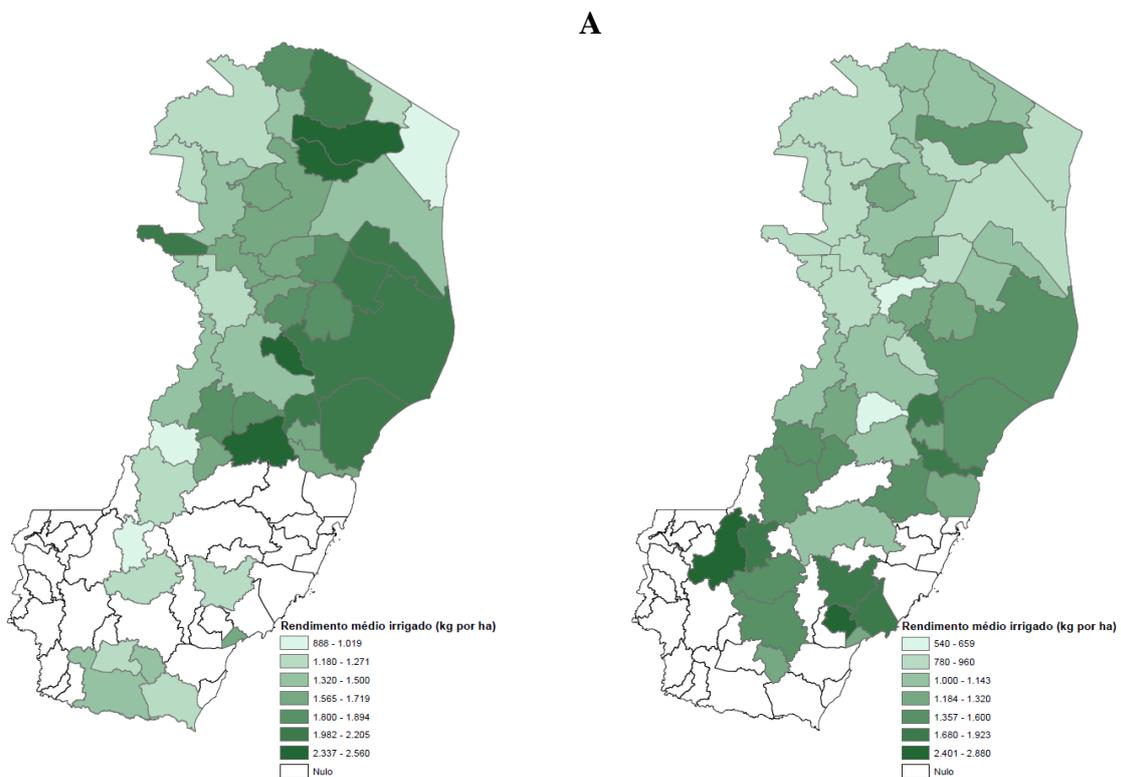


Figura 4. Rendimento médio (kg/ha) da cafeicultura capixaba declarada como irrigada em 2011 (A) e em 2016 (B).

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE (2011 e 2016).

Quanto à produtividade nas áreas declaradas como irrigadas (Figura 4A), em 2011, a maior média foi observada no município de Santa Teresa, localizado na região Central do estado. Já o município de Pinheiros aparece na segunda colocação, com o mesmo nível de produtividade observado para o total da produção. Em 2016 (Figura 4B), o maior nível de produtividade foi observado no município de Iconha. No entanto, este município tem participação relativamente baixa na produção, inferior a 1%. Muniz Freire consta como o segundo maior quanto ao nível de produtividade da cafeicultura declarada como irrigada (2.401 kg/ha). Ambos os municípios se localizam na região Sul do estado. Como pode ser visualizada na comparação com os anos, a produtividade média na cafeicultura é maior nas áreas declaradas irrigadas.

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

A Tabela 2 apresenta as estatísticas dos dados da produtividade na cafeicultura. Verifica-se que no período analisado, a média da produtividade geral caiu 16,6%, enquanto a média da produtividade das áreas declaradas irrigadas reduziu 23,9%. A variedade conilon, a mais produzida, é muito dependente da irrigação e seu nível de produtividade foi muito afetado pela falta de água em 2016. Com a falta de água foi imposta uma normativa de proibição de irrigação de lavouras durante o dia, e muitas áreas de produção declaradas como irrigadas, na prática não receberam a quantidade de água necessária, o que contribuiu para a queda no nível de produtividade nestas áreas.

Tabela 2. Estatísticas da Produtividade média (kg/ha) na cafeicultura total e nas áreas declaradas como irrigadas em 2011 e 2016

	2011		2016		Variação 2016/2011	
	Total	Declarada Irrigado	Total	Declarada Irrigado	Total	Declarada Irrigado
Média	1.405	1.638	1.172	1.246	-16,6	-23,9
Mediana	1.327	1.653	1.143	1.164	-13,9	-29,6
Máximo	2.500	2.560	1.914	2.880	-23,4	12,5
Mínimo	696	889	360	540	-48,2	-39,2
Desvio Padrão	441	412	305	429	-30,9	4,2

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE, 2011 e 2016.

Conforme já visto, nem sempre o município que apresenta maior nível de produtividade apresenta maior nível de produção. O maior nível de produtividade média total em 2016 foi verificado no município de Alfredo Chaves, com 1.914 kg/ha, cuja produção foi de 7,2 toneladas, enquanto que a maior produção ocorreu no município de Brejetuba (23,5 ton.), com produtividade de 1.680 kg/ha.

CLUSTERS E ÍNDICE DE MORAN

Primeiro, averiguou-se a presença de autocorrelação espacial entre os municípios, por meio da análise do índice de Moran. Este nos mostra a associação espacial global, sendo que o valor positivo para a estatística *I* de Moran aponta autocorrelação espacial positiva, ou seja, os municípios interagem entre si. Isso significa dizer que os municípios que apresentam elevada produtividade média na cafeicultura são vizinhas de outros municípios que também apresentam elevada produtividade média na cafeicultura ou que municípios com baixa produtividade média são circundadas por outros municípios também ostentando baixa produtividade média.

A Tabela 3 mostra os resultados do Índice de Moran para os dados da cafeicultura nos anos de 2011 e 2016. De acordo com a metodologia apresentada, o valor esperado para o *I* de Moran é igual a -0,0132. Os valores de *I* de Moran apresentados indicam autocorrelação espacial positiva, uma vez que estão acima do valor esperado.

Tabela 3. I de Moran para os indicadores (área colhida, produção e rendimento médio) da cafeicultura capixaba nos anos de 2011 e 2016.

Variável	2011		2016	
	I de Moran	Probabilidade	I de Moran	Probabilidade
Área colhida total	0,512	0,001	0,509	0,001
Área colhida declarada irrigada	0,720	0,001	0,735	0,001
Produção total	0,563	0,001	0,410	0,001
Produção declarada irrigada	0,680	0,001	0,661	0,001
Rendimento. Médio	0,431	0,001	0,419	0,001
Rendimento médio declarada irrigada	0,656	0,001	0,340	0,001

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa

DIAGRAMAS DE DISPERSÃO DE MORAN

Os diagramas de dispersão de Moran apresentam no eixo horizontal a produtividade média para 2011 e 2016, respectivamente (Figuras 5A e 5B). Verifica-se que todos os resultados apontam para a existência de heterogeneidade espacial na forma de quatro regimes espaciais diferentes para os anos de 2011 e 2016.

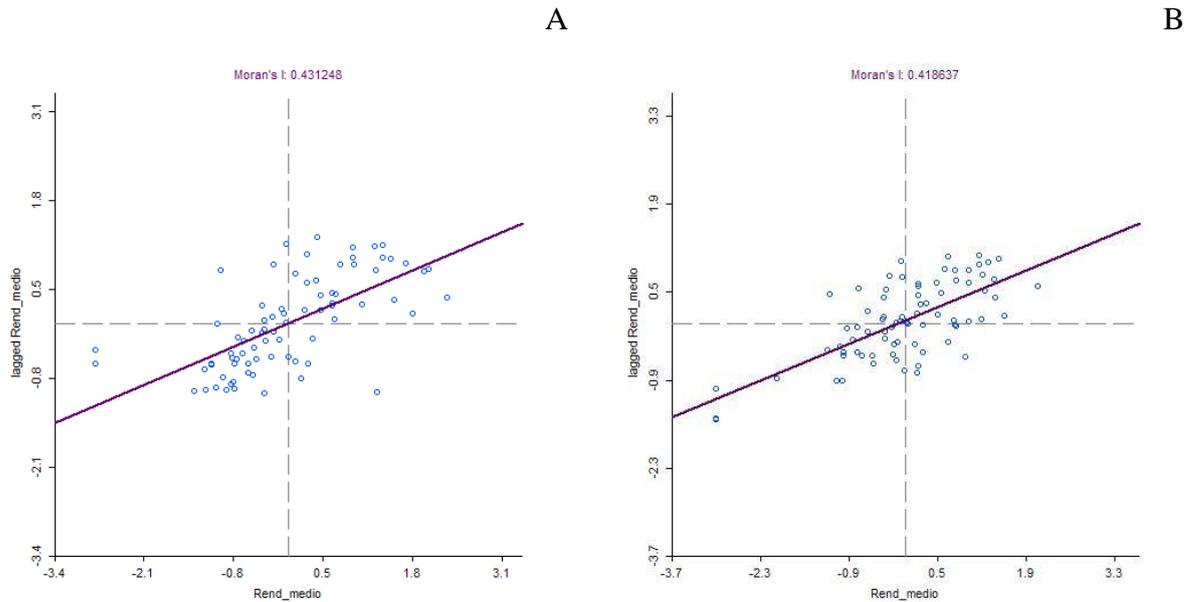


Figura 5. Índice (I) de Moran para o rendimento médio total da cafeicultura no Espírito Santo em 2011 (A) e em 2016 (B).

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE, 2011 e 2016.

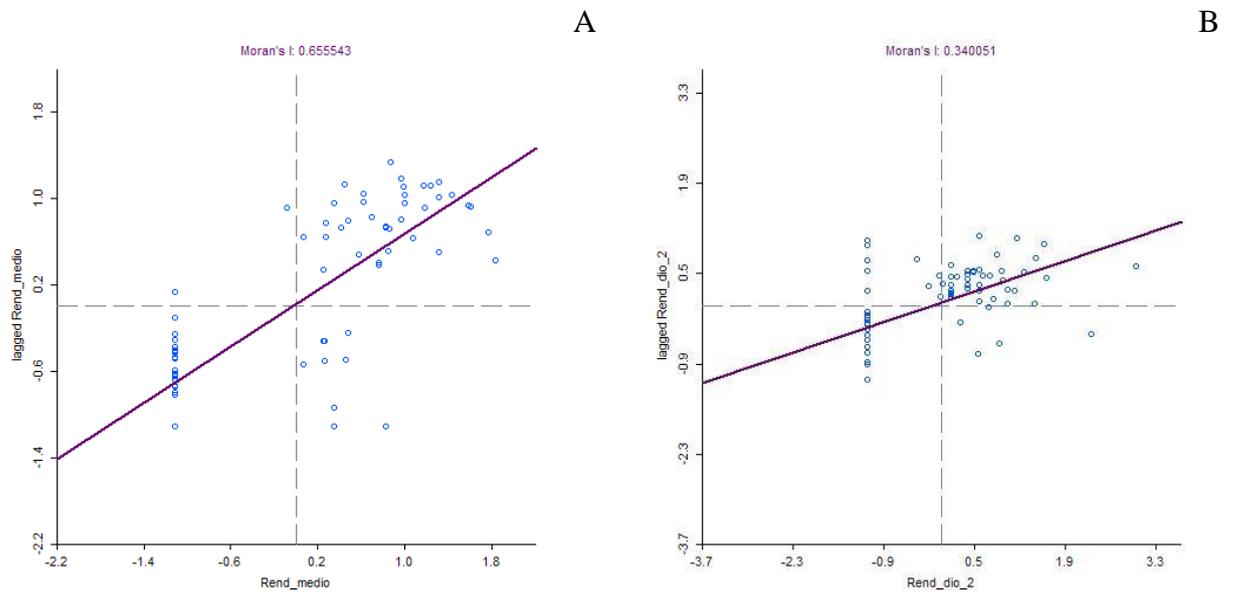


Figura 6. Índice (I) de Moran para o rendimento médio da cafeicultura declarada como irrigada no Espírito Santo em 2011 (A) e em 2016 (B)

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE, 2011 e 2016.

Os resultados de autocorrelação espacial (*I* de Moran) podem ser corroborados pelo fato de que a maioria das regiões está localizada nos quadrantes AA e BB. Portanto, percebe-

se a existência de autocorrelação espacial entre os vizinhos, entretanto, na seção subsequente pode-se visualizar espacialmente onde estão localizados os clusters mais significantes.

MAPAS DE CLUSTER

A partir da Associação espacial local, tem-se o I de Moran para cada município sendo possível analisar cada um individualmente e observar o agrupamento dos clusters. Os mapas de significância LISA (Apêndice A1), exibem o nível de significância para cada município. A título de exemplo, considerando a produção total de café (irrigado e não irrigado) de 2011, dos 78 municípios do Espírito Santo, 23 foram estatisticamente significantes a um valor-p de 0,05. Outros oito municípios foram significantes a um valor-p de 0,01. Os 47 municípios restantes não tiveram um I de Moran estatisticamente significativo.

Para a análise proposta, considera-se cluster um grupo de municípios que tem em comum a atividade de cafeicultura e se desenvolvem conjuntamente a partir dessa atividade. Os mapas de cluster mostram os municípios e seus respectivos tipos de ligação em relação aos outros municípios ao seu redor. Assim é possível observarmos a influência que a produtividade de um município tem na produtividade dos municípios vizinhos.

Partindo inicialmente da produção total de café (irrigado e não irrigado), em 2011 (Figura 7A), os municípios incluídos no regime AA (com alta produtividade e rodeado de municípios também com alta produtividade) foram: Boa Esperança, São Mateus, Jaguaré, Vila Valério, Sooretama, Linhares, Rio Bananal, Governador Lindenberg, Colatina, Aracruz, João Neiva, Ibirapu e São Roque do Canaã. O regime espacial BB (com baixa produtividade e rodeado de municípios também com baixa produtividade) inclui Serra, Cariacica, Domingos Martins, Venda Nova do Imigrante, Castelo, Muniz Freire, Alegre, Ibitirama, Divino de São Lourenço, Guaçuí, São José do Calçado, Bom Jesus do Norte e Apiacá. Quanto aos outros tipos de regimes espaciais, o AB (com alta produtividade e rodeado de municípios com baixa produtividade), foram identificados dois clusters, sendo um em Vila Velha e outro em Brejetuba. O cluster do tipo BA (com baixa produtividade e rodeado de municípios com alta produtividade) inclui apenas Ponto Belo.

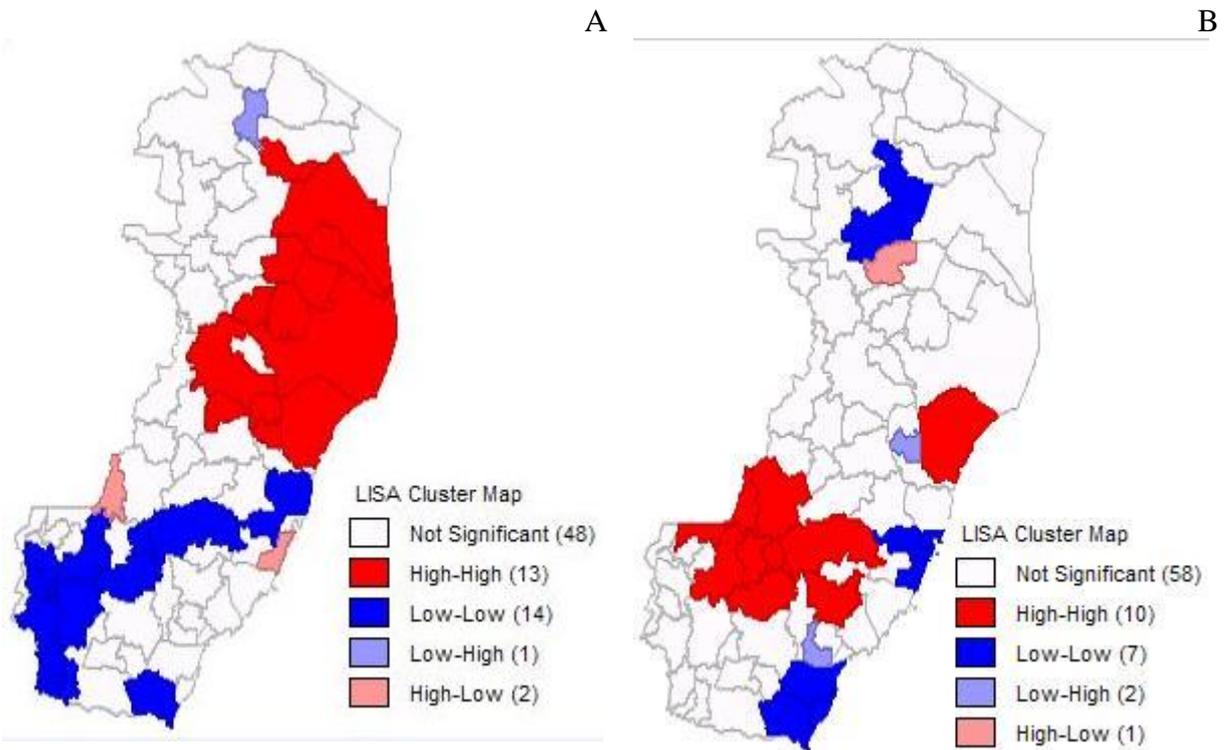


Figura 7. Cluster produtividade da cafeicultura no Estado do Espírito Santo em 2011 (A) e em 2016 (B)

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE (2011 e 2016).

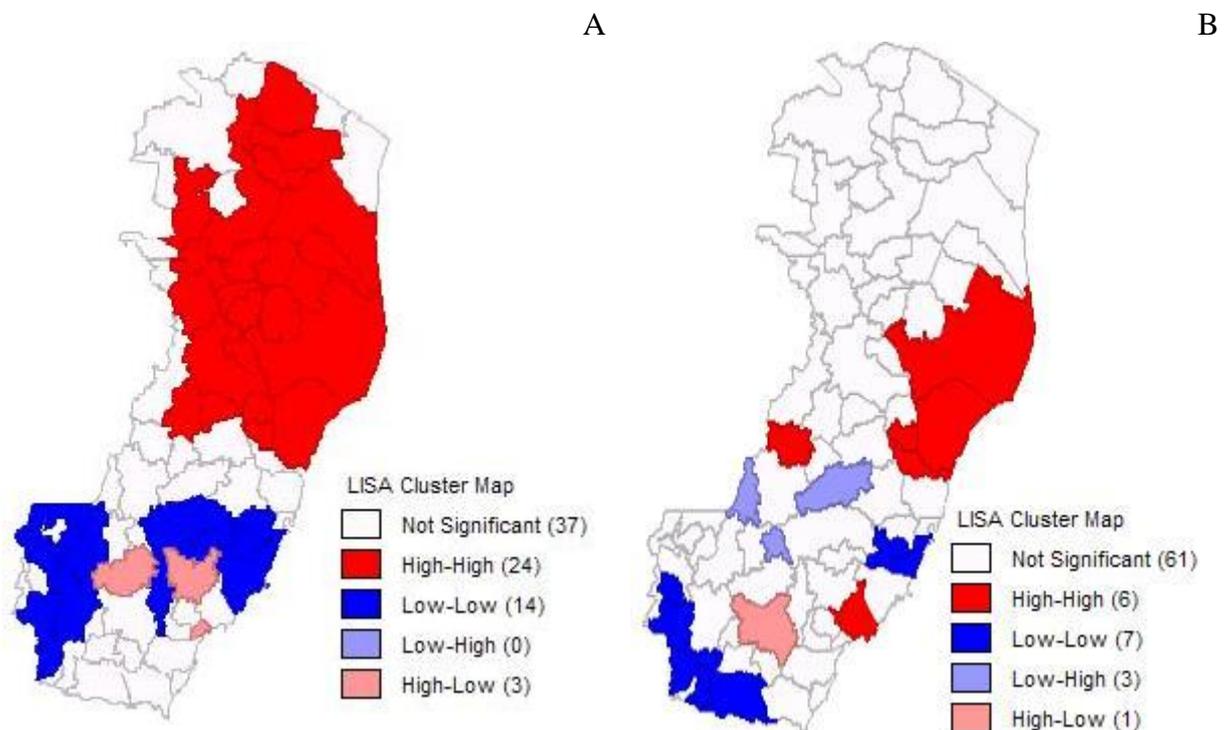


Figura 8. Cluster produtividade da cafeicultura declarada irrigada no Espírito Santo em 2011 (A) e em 2016 (B).

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE (2011 e 2016).

Comparando com 2016 (Figura 7B), o único município que permaneceu no regime AA foi Aracruz, além dele, em 2016, incluiu Alfredo Chaves, Brejetuba, Ibatiba, Muniz Freire, Venda Nova do Imigrante, Castelo, Conceição do Castelo, Domingos Martins e Alfredo Chaves. Interessante destacar que em 2011 esse cluster predominava no norte do estado, mas em 2016 foi predominante no sul do estado. Uma explicação para isso é que durante esse período, o norte do estado foi à região que mais sofreu com a seca, prejudicando imensamente a produção de café conilon que predomina no norte do estado e que é muito dependente da irrigação. O café arábica que predomina no sul do estado sofreu menos com as adversidades climáticas, tendo apresentado ganho de produtividade em 2016. Quanto ao regime BB, somente Cariacica permaneceu, acompanhado de Vitória, Vila Velha, Nova Venécia, Itapemirim, Marataízes e Presidente Kennedy. O cluster AB inclui somente São Gabriel da Palha; e no BA, os municípios de Ibirapu e Rio Novo do Sul. Fica evidente que houve uma mudança na configuração da localização dos clusters de produtividade.

Considerando somente a produção irrigada, em 2011 (Figura 8A), o cluster do tipo AA predomina no norte do estado, abrangendo 24 municípios: Montanha, Ponto Belo, Pinheiro, Boa Esperança, São Mateus, Nova Venécia, Barra de São Francisco, Águia Branca, São Gabriel da Palha, Vila Valério, Jaguaré, Sooretama, Pancas, São Domingos do Norte, Governador Lindenberg, Rio Bananal, Linhares, Colatina, Marilândia, Itaguaçu, São Roque do Canaã, João Neiva, Ibirapu e Aracruz. O regime BB foi composto pelos municípios de Ibatiba, Iúna, Muniz Freire, Ibitirama, Alegre, Guaçuí, São José do Calçado, Vargem Alta, Domingos Martins, Marechal Floriano, Cariacica, Viana, Vila Velha e Guarapari. Quanto aos outros regimes, somente o AB se fez presente, nos municípios de Castelo, Alfredo Chaves e Piúma.

Em 2016 (Figura 8B), o regime AA inclui apenas seis municípios: Linhares, Aracruz, Ibirapu, Fundão, Laranja da Terra e Anchieta. Como já falado antes, a região Norte do Espírito Santo sofreu bastante com problemas hídricos e climatológicos nos últimos anos, afetando imensamente a produtividade do café. O regime BB inclui os municípios de Vila Velha, Viana, Divino de São Lourenço, Guaçuí, São José do Calçado, Apiacá e Mimoso do Sul. O regime AB inclui somente o município de Cachoeiro de Itapemirim. Já o cluster BA que não existia em 2011, inclui três municípios: Brejetuba, Venda Nova do Imigrante e Santa Maria de Jetibá.

A configuração da produtividade na cafeicultura mudou muito regionalmente, o que acarretou impactos negativos para os municípios mais afetados no Norte e Noroeste do estado, onde a produtividade na cafeicultura apresentou uma variação negativa de mais de 40% comparando os anos de 2011 e 2016. A produção no Noroeste do estado variou negativamente em torno de 50%. Isto trouxe reflexos negativos para toda a cadeia produtiva na região com reflexos para todo o estado. A queda na produtividade afetou os diversos seguimentos desde os pequenos agricultores e agricultores familiares menos descapitalizados, até a indústria cafeeira, que diante da menor produção e oferta teve de buscar café em outras regiões. Também houve pressão da indústria pela autorização da importação do café de outros países para suprir a demanda. O efeito transbordamento destacado por Ortega (2014) é importantíssimo na avaliação dos impactos de mudanças na configuração da produtividade, tendo em vista os diversos reflexos negativos destas mudanças, dentre as quais pode-se destacar: substituição da lavoura de café por outros produtos mais rentáveis, mas que não se sustentam no longo prazo, abandono das lavouras e êxodo rural.

Mesmo com os desenvolvimentos recentes em pesquisa, considerados significativos (FERRÃO et al., 2017), a cafeicultura praticada nas regiões capixabas ainda se mostrou pouco resistente as adversidades climáticas. A mudança na configuração da produtividade observada em 2016 e seus reflexos negativos evidenciam a necessidade de adoção de medidas tais como mais investimentos em pesquisa e inovação que visem minimizar os impactos negativos das adversidades climáticas sobre a produtividade. A preocupação com a sustentabilidade e formas alternativas de produção, como a agricultura orgânica e agroflorestral, que são menos agressivas ao meio ambiente, devem ser mais intensas (LOPES et al., 2014; ORTEGA et al., 2014; PADOVAN et al., 2016) e pesquisas envolvendo variedades mais resistentes a seca, manejo de solo, plantas daninhas e irrigação, sistemas de produção agroflorestrais devem ser incentivados visando a minimização dos efeitos das adversidades climáticas e a sustentabilidade da produção no estado (FERRÃO et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dependência espacial foi diagnosticada, inicialmente, por meio da análise exploratória espacial, que forneceu uma ideia geral do comportamento da produtividade da cafeicultura capixaba, levando-se em conta a sua localização no espaço. Os resultados

mostraram como a produtividade média da cafeicultura está fortemente autocorrelacionada no espaço, tanto global quanto localmente.

Foi possível fornecer uma nova percepção da dinâmica geográfica com relação à produtividade média da cafeicultura capixaba, utilizando para isso a análise exploratória de dados espaciais, a qual mostrou que, em 2011, os *clusters* de alta produtividade concentravam-se nos municípios do Norte e Noroeste do estado. Enquanto que em 2016, percebeu-se que os *clusters* AA se concentravam em municípios da região Central e Sul do estado.

O estudo mostrou que houve uma mudança na configuração da localização dos *clusters* de produtividade. Isto acarretou impactos negativos para toda a cadeia produtiva nas regiões mais afetadas, principalmente no Norte e Noroeste, com reflexos para todo o estado. O estudo evidencia a necessidade de adoção de medidas tais como investimentos em pesquisa e inovação que visem minimizar os impactos das adversidades climáticas sobre a configuração da produtividade média na cafeicultura das diversas regiões do estado.

Mesmo com as pesquisas aplicadas desenvolvidas no estado do Espírito Santo, por um programa de investigação contínua de mais de três décadas, nas diferentes áreas dos conhecimentos, os resultados ainda não são suficientes para o enfrentamento das consequências das mudanças climáticas. Serão necessários mais investimentos em pesquisas e inovações, visando minimizar os efeitos negativos do clima (secas, altas temperaturas e insolação) sobre a produtividade e qualidade dos cafés capixabas. Uso de cultivares mais tolerantes à seca, associado ao adequado manejo do solo, plantas daninhas, irrigação e utilização de sistemas agroflorestais, são alternativas de cultivos para a produção mais sustentável nas condições agroclimáticas do estado.

Com os resultados obtidos neste trabalho, foi possível avaliar a dinâmica da produtividade média da cafeicultura no Espírito Santo em períodos de condições climáticas adversas. Tal avaliação é importante para os formuladores de política regional, na medida em que podem auxiliar na tomada de decisões futuras que afetem o setor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação ao Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (Fapes), pela concessão de uma bolsa de Iniciação Científica para preparação e análise dos dados que geraram os resultados desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. *Econometria espacial aplicada*. Campinas: Alínea, 2012.
- ALTENBURG, T.; MEYER-STAMER, J. How to promote clusters: policy experiences from Latin America. *World development*, Cambridge, v. 27, n. 9, p. 1693-1713, Sept. 1999.
- ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. Longley P. A., Goodchild M.F., Maguire D.J. and Wind D. W. (Eds). *Geographical information system: principles, techniques, management and applications*. Wiley: New York. p 253-365. 1998.
- ANSELIN, L. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. Fisher, M., Scholten, H.J. and Unwin, D. W. (Eds.). *Spatial analytical perspectives in GIS*. Taylor & Francis. London. p 111-125. 1996.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical analysis*. v. 27 (2), April. p 93-115. 1995.
- ARBIA, G. The role of spatial effects in the empirical analysis of regional concentration. *Journal of geographical systems*, Berlin, v. 3, n. 3, p. 271-281, Nov. 2001.
- CHAIN, C. P.; CASTRO JR., L. G.; BORGES, R. C.; CARVALHO, F. M. Concentração espacial na indústria do café em Minas Gerais. *Organizações rurais e agroindustriais*, Lavras, MG: v. 18, n. 2, p. 111-124, 2016.
- CARROLL, M. C.; REID, N.; SMITH, B. W. Location quotients versus spatial autocorrelation in identifying potential cluster regions. *The annals of regional science*, Berlin, v. 42, n. 2, p. 449-463, June 2008.
- ESPÍRITO SANTO. Resolução nº 005, de 2 de outubro de 2015. Dispõe sobre a declaração do Cenário de Alerta frente ao prolongamento da Escassez Hídrica em rios de domínio do Estado do Espírito Santo e dá outras providências. *Diário Oficial dos Poderes do Estado*, Vitória, ES, 6 out. 2015. p. 26-28.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. *Café Conilon*. 2. ed. atualizada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2017. 784p
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. *Conilon Coffee*. 3. ed. /Updated and Expanded. Vitória, ES: Incaper, 2019. 974 p
- GALEANO, E. A. V.; TAQUES, R. C.; MASO, L. J.; COSTA, A. de F. S. da.; FERRÃO, R. G. Estimativa de perdas na produção agrícola capixaba em 2015. *Incaper em Revista*, Vitória, v. 6 e 7, p. 26-41, jan. 2015 a dez. 2016.
- GALEANO, E. A. V.; VINAGRE, D.; OLIVEIRA, L. R.; BORGES, V. A. J.; CHIPOLESCH, J. M. A. *Síntese da produção agropecuária capixaba 2014-2015*. n. 247, p. 232, Vitória, ES: Incaper, 2017. (Incaper, Serie Documentos n. 247).

GUIMARÃES, E. R.; CASTRO JR., L. G. ANDRADE, H. C. C.; A terceira onda do café em Minas Gerais. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, Lavras, MG: v. 18, n. 3, p. 214-227, 2016.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento sistemático da produção agrícola – LSPA: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da safra agrícola do Espírito Santo no ano civil – safras 2011 a 2016, dez. de 2011 a dez. de 2016*. Vitória. Relatórios de pesquisa.

_____. *Produto Interno Bruto dos Municípios*. Sistema IBGE de Recuperação Automática de dados –SIDRA. IBGE-PIB municipal 2014.

INCAPER. INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. *Sistema de informações meteorológicas*. 2015, Vitória, ES. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=ultimasnoticias> . Acesso em: mar. 2017.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; LOPES, I. M.; RANGEL; SANTOS, N. F. F. KAGEYAMA, P. Y. Uma análise das consequências da agricultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal. *Revista espaço de diálogo e desconexão*, Araraquara, v.8, n.2, jan./jun. 2014.

MARCONATO, R.; LAROCCA, A. P. C.; QUINTANILHA, J. A. Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local. *Revista de política agrícola*, Brasília, v. 21, n. 1, p. 5-21, jan./mar. 2012.

MIDIC. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO. *Sistema de análise das informações de comércio exterior - ALICEWEB*. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br/>> Acesso em: 20 fev. 2017.

ORTEGA, A. C.; SILVA, G. J. C.; PAULA MARTINS, H. E. Transformações recentes da produção agropecuária no cerrado: cadeias produtivas e clusters na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 555-584, dez. 2014.

PADOVAN, M. P.; COSTA, A. N.; RAPIDEL, B.; BROOK, R. M. Sistemas agroflorestais com café e suas contribuições no contexto das mudanças climáticas. *Incaper em Revista*, Vitória, ES: v. 6 e 7, p. 26-41, jan. 2015 a dez. 2016.

PAVAN, L. S. *Os determinantes da produtividade agrícola dos municípios paranaenses: uma análise de dados espaciais*. Dissertação de mestrado em economia. UEM-Maringá, PR: 2013.

PEROBELLI, F. S.; ALMEIDA, Eduardo Simões; ALVIM, Maria Isabel da Silva A; FERREIRA, Pedro Guilherme. *Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial*. Nova Economia (UFMG), v. 17, p. 65-91, 2007.

PINHEIRO, M. A., PARRÉ, J. L., LOPES, R.L. *Um estudo exploratório sobre os efeitos espaciais na agropecuária paranaense*. XLIV Congresso da Sober. Fortaleza, 2006.

RAIHER, A.P.; ALVES, R.; CARMO, A. S. S.; STEGE, A. L. *Convergência da produtividade agropecuária do sul do Brasil: uma análise espacial*. RESR, Piracicaba, SP, Vol. 54, Nº 03, p. 517-536, Jul/Set 2016.

SCHMITZ, H.; NADVI, K. Clustering and industrialization: introduction. *World development*, Cambridge, v. 27, n. 9, p. 1503-1514, Sept. 1999.

SILVA, A. E. S.; MASO, L. J.; COSTA, E. B.; BASSANI, L. A.; GALEANO, Edileuza A. Vital. Importância econômica e social do café conilon no Estado do Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G et al. (Eds.). *Café Conilon*. 2. ed., Vitória, ES: Incaper, 2017, v. 2, p. 55-67.

SOUZA, R. M. de; PEROBELLI, F. S. Diagnóstico espacial da concentração produtiva do café no Brasil, no período de 1991 A 2003. *Revista de economia e agronegócio*, v. 5, p. 353-377, 200

APÊNDICES

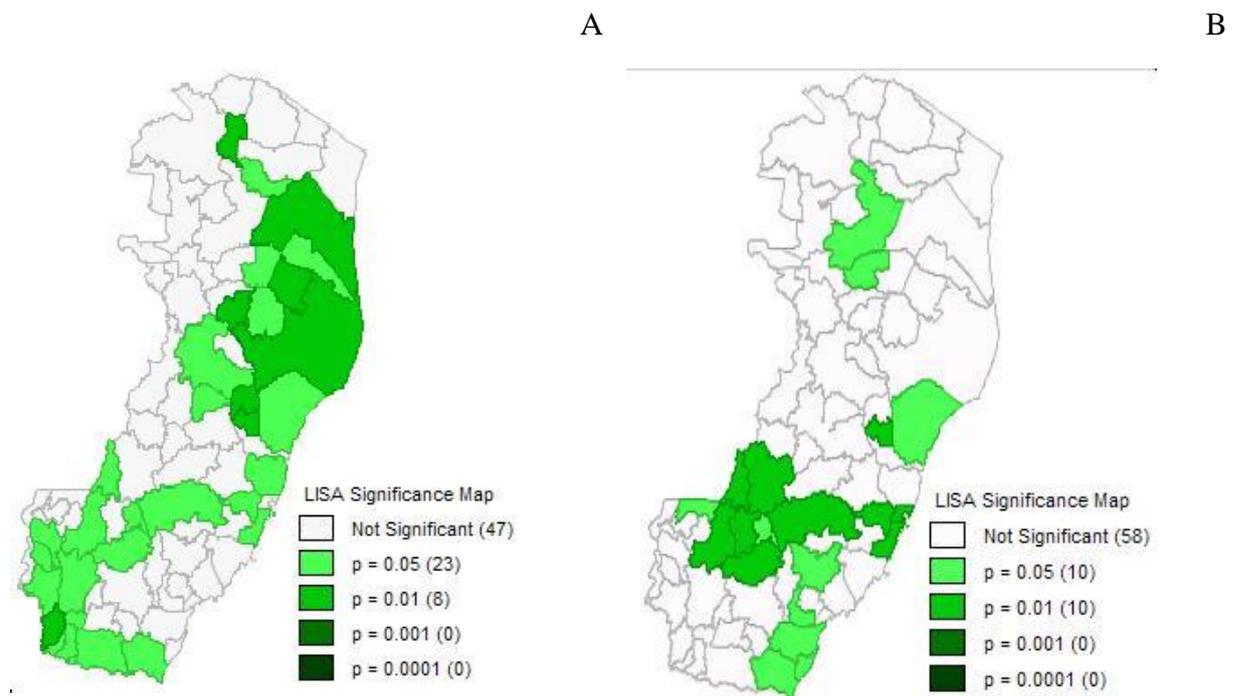


Figura A1. Mapa de significância produtividade da cafeicultura no Espírito Santo em 2011 (A) e em 2016(B)

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE, 2011 e em 2016.

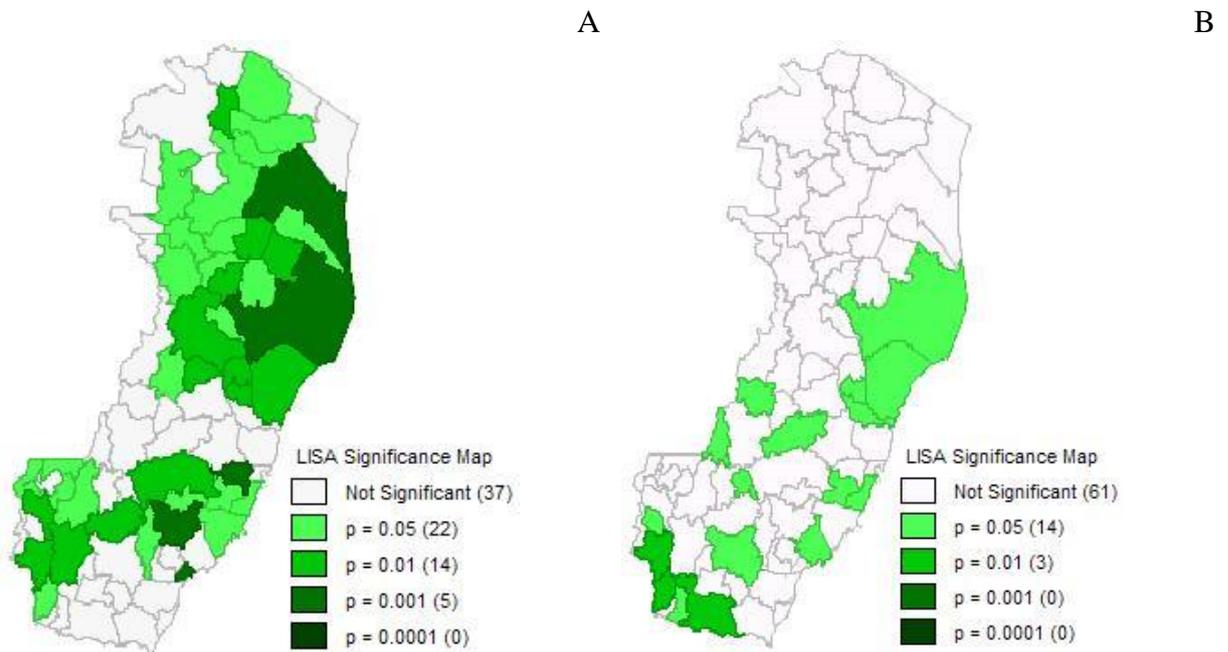


Figura A2. Mapa de significância produtividade cafeicultura declarada como irrigada no Espírito Santo em 2011 (A) e em 2016 (B).

Fonte: Elaborado a partir dos dados do LSPA-IBGE, 2011 e 2016.