



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONOMIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

JUAN PABLO CERQUEIRA SANTOS

**ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DO CAFÉ NA BAHIA:
2000-2020**

Salvador
2022

JUAN PABLO CERQUEIRA SANTOS

**ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DO CAFÉ NA BAHIA:
2000-2020**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para o curso de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Área de Concentração: Economia Regional e Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos

Salvador
2022

Ficha catalográfica elaborada por Valdineia Veloso Conceição CRB5-1092

S237	Santos, Juan Pablo Cerqueira Análise espacial da produtividade do café na Bahia: 2000-2020 / Juan Pablo Cerqueira Santos. _ Salvador, 2022 53f. il. fig. tab. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Economia) - Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, 2022. Orientador: : Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos 1.Café - Produtividade 2. Economia Regional I. Santos, Gervásio Ferreira dos II. Título III. Universidade Federal da Bahia
------	---

CDD 330

JUAN PABLO CERQUEIRA SANTOS

**ANÁLISE ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DO CAFÉ NA BAHIA:
2000-2020**

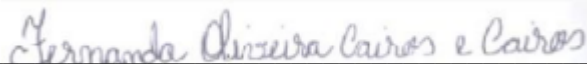
Trabalho de conclusão de curso apresentado para o curso de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em 06 de julho de 2022

Banca Examinadora



Prof. Dr. Gervásio Ferreira dos Santos - Orientador
Universidade Federal da Bahia



Dra. Fernanda Oliveira Caires e Caires
Universidade Federal da Bahia



Prof. Dr. André Luis Mota
Universidade Federal da Bahia

Soli Deo Glória

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, mais do que simplesmente um ritual, brota de mim profunda gratidão à Deus e Jesus, por tamanha graça, amor e paciência. Não são puras e simples palavras, mas busco agradecer dando o meu melhor em dedicação e empenho neste trabalho. Agradeço também por sua real, viva, e constante presença em todos os momentos, desde os mais confusos e desesperadores aos mais alegres e preciosos que a universidade me proporcionou. Não posso deixar de mencionar que, é claro, até aqui nos ajudou o Senhor, nada consegui se não pela sua abundante graça que me sustentou e também me enviou amigos e colegas tão especiais.

Agradeço à minha mãe que, apesar de ter deixado esse mundo, deixou cravado em mim tanto sua garra e força quanto a importância da educação como fonte de transformação. Agradeço a Esther, minha querida irmã, por me inspirar tanto a prosseguir e me apoiar em muitas circunstâncias, e ao meu pai por todo incentivo, e amor. Agradeço também à Tia Lu, Alessandro, Taís, Diego, Cintia, Marta, Jeferson, Paulo, Cléia, e tantas outras pessoas que foram essenciais para que pudesse chegar aqui e que apesar de não serem da minha família, o foram quando mais necessitei.

Agradeço às economigas Jennifer e Alessandra por todos os almoços no RU, todos as aventuras esperando e correndo atrás do B5, todas as desventuras em São Lázaro, PAC e Ondina. Obrigado por me tolerar por tanto tempo, e ser uma fonte de alegria em meio a tantos desafios universitários.

Agradeço à universidade por ter me feito encontrar o amor da minha vida, Srita. Do É, que demonstrou e me ensina constantemente que viver é mais do que sobreviver e que a beleza da vida está em amar e ser amado.

Devo muita gratidão à Prof. Diana e Prof. André pelas contribuições pontuais para este trabalho e ao Prof. Gervásio que desde o período de Iniciação Científica tem me incentivado a crescer em conhecimento e aperfeiçoar a percepção dos problemas e oportunidades ao meu redor.

E claro não poderia deixar de agradecer à Mel, nossa querida mascote, por me recepcionar quase todos os dias na portaria nesse último semestre, por brincar e deixar fazer carinho.

RESUMO

O objetivo do trabalho é analisar a produtividade média da produção de café na Bahia em termos de rendimento da terra e verificar a convergência de produtividade entre o período de 2000 a 2020. Para tanto, foram utilizados métodos de Análise Exploratória de Dados Espaciais verificando a formação de clusters de produtividade média através de indicadores LISA (*Local Indicator of Spatial Association*). Para analisar a convergência espacial entre os municípios baianos foram utilizados os métodos econométricos MQO, Tobit, SAR e SEM. O banco de dados foi extraído da Pesquisa Agrícola Municipal. Os resultados apontam a formação de *clusters* de alta produtividade nas regiões do Sul e Centro Sul do estado e existência correlação espacial positiva de produtividade entre os municípios. Os modelos MQO e Tobit apontam a existência de convergência no longo prazo (2000-2020). No médio prazo não é possível afirmar convergência ou divergência, contudo, a localização é um fator importante.

Palavras-chave: Café. Econometria espacial. Cluster. Convergência. Modelo de censura.

ABSTRACT

The objective of the work is to analyze the average productivity of coffee production in Bahia in terms of land yield to verify productivity convergence between the period 2000 to 2020. To this end, methods of Spatial Data Exploration Analysis were used, verifying the formation of average productivity clusters through LISA (Local Indicator of Spatial Association) indicators. The econometric methods OLS, Tobit, SAR and SEM were used to analyze the spatial convergence among the municipalities in Bahia. The database was extracted from the Pesquisa Agrícola Municipal. The results point to the formation of clusters of high productivity in the southern and south-central regions of the state and the existence of positive spatial correlation of productivity among the municipalities. The MQO and Tobit models indicate the existence of convergence in the long term (2000-2020). In the medium term it is not possible to affirm convergence or divergence, however, location is an important factor.

Keywords: Coffee. Spatial models. Convergence. Cluster. Censored model.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Taxa de crescimento das variáveis entre o biênio inicial e final da análise por unidade da Federação	20
Tabela 2 - Taxa de crescimento das variáveis entre o biênio inicial e final da análise por microrregião.....	23
Tabela 3 - Resultados das estimações Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários.....	41
Tabela 4 - Resultados das estimações Modelo Tobit	42
Tabela 5 - Resultados das estimações Modelos SAR e SEM.....	44

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapas das variáveis para o Brasil	19
Figura 2 - Mapas das variáveis para a Bahia.....	22
Figura 3 - Matriz de pesos espaciais.....	29
Figura 4 - Diagrama de Dispersão de Moran	32
Figura 5 - Diagramas de dispersão de Moran.....	37
Figura 6 - Mapas de significância estatística e clusters de produtividade média.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEDE – Exploratória de Dados Espaciais

ICO – *International Coffee Organiation* (Organização Internacional do Café)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LISA – *Local Indicators of Spatial Association* (Indicadores de Locais de Associação Espacial)

PAM – Pesquisa Agrícola Municipal

SAR – *Spatial Lag Model* (Regressão de Defasagem Espacial)

SEM – *Spatial Error Model* (Modelo de Erro Espacial)

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	CARACTERIZAÇÃO DO CAFÉ	15
3	CONTEXTO DA PRODUÇÃO DE CAFÉ NO BRASIL.....	18
4	REFERENCIAL.....	25
5	METODOLOGIA	28
5.1	BASE DE DADOS	28
5.2	MATRIZ DE PESOS ESPACIAIS	28
5.3	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS.....	29
5.3.1	I de Moran	30
5.3.2	Diagrama de dispersão de Moran.....	31
5.3.3	Mapas de <i>cluster</i>	32
5.4	MODELOS ECONOMETRICOS	32
5.4.1	Tobit.....	34
5.4.2	<i>Spatial Lag Model (SAR)</i>	35
5.4.3	<i>Spatial Error Model (SEM)</i>	36
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	37
6.1	AEDE	37
6.2	MÉTODOS ECONOMETRICOS	40
6.2.1	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	40
6.2.2	Tobit.....	42
6.2.3	<i>Spatial Lag Model (Sar) E Spatial Error Model (Sem)</i>	44
7	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE A	47
	APÊNDICE B	51

1 INTRODUÇÃO

Coffea é o maior gênero da família das *Rubiaceae* cuja secção *Eucoffea* engloba as principais espécies das plantas de café e as que produzem o café consumido ao redor do mundo. As espécies *arabica* e *canephora* (GRAAFF, 1986) são as mais comuns da família. O café arábica é de qualidade superior, porém, exige condições de clima e solo muito específicas para ser cultivado. O café do tipo robusta (*canephora*) é mais flexível quanto a tais exigências, mas gera sementes de menor qualidade. Esses dois tipos de café são amplamente consumidos ao redor do mundo, mas nem todos os países conseguem produzir bem os dois tipos.

O Brasil é o maior país da América Latina em extensão territorial e o quarto mais extenso do mundo com 8.516.000 km². Além disso, diferentes condições de solo, clima e relevo torna possível a produção de diversas variedades de café. O Brasil e a Colômbia, por exemplo, são os principais produtores mundiais de café do tipo arábica: o Brasil colheu 60.292 mil sacas (60kg) em 2020 e a Colômbia produziu 15.633 mil sacas. Contudo, foram colhidas 14.300 mil sacas de café do tipo robusta na Colômbia e 69.000 no Brasil de acordo com o relatório da *International Coffee Organization* (ICO, 2021). Juntos, esses dois países são responsáveis por 72% da produção mundial de café arábica e 47% da produção de café robusta.

O relatório recente da ICO afirma que o Brasil se posicionou em janeiro de 2022 como o maior exportador de café (arábica/robusta), com 3.226 mil sacas. Os outros países que mais exportaram foram: Colômbia com 1.045 mil sacas (arábica) e Vietnã com 2.802 mil sacas (robusta) (ICO, 2022). Tal relatório nos indica a atual relevância dessa *commodity* para o País.

Desde 1800, com o início do ciclo do café, a região dentro do Brasil com maior histórico de produção é a região sudeste. Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Rondônia são sucessivamente os cinco maiores estados produtores de café no país. Mesmo Minas Gerais sendo responsável por cerca de 50% da produção nacional, a Bahia possui sua relevância. Apesar de ser um tema que transcorre séculos existem poucos estudos analisando a produção de café no estado baiano.

A produção de café decorre de forma selecionada por fatores locais sejam eles exógenos (precipitação, clima) ou endógenos (qualidade do solo, altitude, disponibilidade de capital, máquinas e equipamentos disponíveis). Contudo, resta saber se existem clusters de produção dentro do estado e como a produtividade se distribuiu ao longo do tempo. É esperado que haja *clusters* de concentração da produção mais e menos elevados. No entanto, dado o crescimento

do setor no país e as experiências de outros estudos a convergência de produtividade pode existir no estado.

O objetivo do trabalho é analisar a produtividade média da produção de café na Bahia em termos de rendimento da terra de modo a verificar a convergência de produtividade entre o período de 2000 a 2020. Para tanto, será utilizado métodos de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) utilizando indicadores LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) para verificar a formação de clusters de produtividade média. Também foram utilizados os modelos econométricos de Mínimos Quadrados Ordinário, Tobit, Modelo de Defasagem Espacial (SAR) e Modelo de Erro Espacial (SEM) para analisar a convergência de produtividade de café entre os municípios do estado da Bahia. Todos modelos incorporam, ou podem incorporar, a defasagem espacial, que é o objetivo principal do trabalho.

De acordo com Texeira e Bertella (2015), Souza e Perobelli (2007), Cardozo, Schaab e Parré (2019), Almeida, Perbelli e Ferreira (2008) estes seriam os métodos adequados para se chegar a conclusões razoáveis. O modelo Tobit foi incorporado pelo fato de poucos municípios produzirem café. A estimação por Tobit modela os “zeros” separadamente e utiliza o mesmo estimador dos modelos SAR e SEM (Estimador de Máxima Verossimilhança), apenas será incorporada a defasagem espacial. De todos os modelos, portanto, os resultados que devem receber mais atenção são os do modelo Tobit.

A análise de *cluster* e de convergência da produtividade média é essencial para analisar a produtividade entre as regiões. O que se busca é entender se determinada região que possui menor produtividade está crescendo a uma taxa mais alta do que a das regiões que são mais eficientes em produção ou se as regiões mais produtivas estão se tornando ainda mais produtivas ao longo do tempo, mas com taxas decrescentes. Dessa forma é possível formular políticas públicas eficientes que apoiem as regiões que estão tendo queda de produtividade ou ter conhecimento de quais as melhores regiões para investir a médio-longo prazo.

2 CARACTERIZAÇÃO DO CAFÉ

Coffea é o maior gênero da família das *Rubiaceae* que compreende 400 gêneros e 500 espécies. A grande maioria das plantas são árvores e arbustos comumente encontrados em florestas tropicais de clima chuvoso. As quatro seções principais do gênero *Rubiaceae* são *Eucoffea*, *Argocoffea*, *Mascarocoffea* e *Paracoffea*. A seção *Eucoffea* engloba as principais espécies das plantas de café e as que produzem o café consumido ao redor do mundo, a espécie *arábica*, a espécie *canephora* (também conhecida como robusta ou conillon) e a espécie *liberica* (GRAAFF, 1986). Cada uma destas espécies possui suas particularidades.

A espécie *arabica* tem como país de origem a Etiópia e cultivada normalmente a planta tende a crescer até se tornar um arbusto com altura média de 4 a 5 metros. Mas, de acordo com Graaff (1986) em plantações selvagens essa planta pode alcançar até 10 metros de altura. Os frutos das plantas de café demoram cerca de 7 a 9 meses para atingirem a maturação. Do fruto maduro é possível fazer a remoção da pele e da polpa para ter acesso às sementes de café que passam para serem tostadas, moídas consumidas. Todo esse processo demanda conhecimento, máquinas e preparo para acontecer de forma plena.

As espécies *canephora* e *liberica* levam mais tempo para amadurecer (em média levam de 9 a 11 meses). O tronco destas espécies se desenvolve melhor em ambientes pouco iluminados. Além disso, a polpa destas espécies é comparativamente menor que a da espécie *arábica* e, portanto, a árvore delas produz mais frutos que as árvores da espécie *arábica* (GRAAFF, 1986)

O café *arábica* comumente comercializado é propagado através de sementes nascidas em berçários controlados. Apesar da propagação vegetativa (natural) trazer algumas vantagens de qualidade, esse tipo de propagação é mais comum para o café robusta. Portanto dependendo dos critérios exigidos determinadas mudas terão maior rentabilidade.

De acordo com Graaff (1986) os principais critérios para a seleção do tipo de arbusto se baseiam em alguns aspectos, tais como: a sustentabilidade da planta às condições locais de clima e solo; o crescimento forte e saudável; a regularidade e volume de produção bem definido ao longo do tempo; bons retornos de café comercializável; o padrão mínimo do peso do fruto; a resistência a doenças e pestes; e quantidade de cafeína contida. Alguns destes aspectos possui maior relevância, porém, a depender do objetivo e mercado a ser alcançado, outros critérios podem ser mais enfatizados.

Existe uma distinção entre os requisitos naturais para o cultivo das plantas de café. O solo, a altitude e clima são os principais fatores a serem considerados em ambas espécies *arabica* e *canephora*. A espécie *arabica* é uma planta montanhosa que cresce naturalmente no subsolo de florestas com 1300 a 2000 metros de altura na Etiópia (país que se localiza no Chifre da África). Esta requer que a temperatura local seja entre 18°C a 25°C, a temperatura mínima seja de 13°C e a temperatura máxima não pode ultrapassar de 30°C (Graaff, 1986). Por conta dos requisitos de altitude e temperatura, poucas regiões são capazes de gerar condições para o cultivo dessa espécie.

A planta do café arábica requer irrigação constante do solo, exceto nos períodos de seca onde se reduz a irrigação para retardar o crescimento da planta e promover o amadurecimento da madeira e início dos botões das flores da planta (PURSEGLOVE, 1977 *apud* GRAAFF, 1986). A precipitação que a planta precisa varia em torno de 1500mm a 2250mm de chuva bem distribuída ao longo do ano, porém com o período de seca de 2-3 meses. O clima ideal para o plantio do café da espécie *arabica* é, portanto, o clima tropical temperado com elevadas altitudes e estações contrastantes (GRAAFF, 1986).

O café da espécie *canephora* sobrevive bem aos climas quentes equatoriais com variação de temperatura entre 24°C a 26°C e requer menos condições específicas que o a planta de café arábica, demonstrando ainda maior adaptabilidade (GRAAFF, 1986). Este é mais cultivado em baixas altitudes (300-800 metros) e a precipitação pode variar em torno de 1000mm a 2500mm, com o ponto ótimo de 1700mm distribuídos ao longo de 9-10 meses. A alta umidade do solo ao longo também é requerido o ano todo, sendo que a espécie não resiste a temperaturas abaixo de 10°C. Portanto, uma maior gama de regiões é habilitada ao plantio dessa espécie da planta de café.

Para o cultivo do café a estrutura e textura do solo e o tipo de topografia deve ter o aspecto poroso. O solo aerado permite a drenagem da água, porém é necessária certa retenção para acúmulo de material orgânico. Portanto, de acordo com Graaff (1986) solos densos (ou pesados) não são os mais indicados por conta da pouca capacidade de drenagem da água, e solos arenosos também são contraindicados pois acabam secando rapidamente. Dessa forma, o agricultor deve estudar bem a qualidade do solo que se pretende realizar o plantio.

Além das questões acima, é necessário haver considerável profundidade de solo para garantir o crescimento das raízes (1,8 metros de profundidade no mínimo). A planta precisa de espaço

suficiente no solo para as raízes crescerem em busca dos nutrientes, para garantir o pleno crescimento saudável da planta.

O Brasil e a Colômbia são os principais produtores mundiais de café do tipo arábica. O Brasil colheu 60.292 mil sacas (60kg) em 2020 e a Colômbia colheu 15.633 mil sacas, mas foram colhidas 14.300 mil sacas de café do tipo robusta na Colômbia e 69.000 mil sacas no Brasil (ICO, 2021). Somente estes dois países são responsáveis por grande parte da produção mundial.

Seja qual for o tipo do grão de café, essa bebida faz parte do cotidiano de inúmeros países ao redor do mundo há séculos. Existem relatos de que a primeira cafeteria aberta data do ano de 1475 e que o primeiro plantio de arbustos do tipo *Coffea* foi trazido da Etiópia e cultivado no Iêmen muito antes disso (REVIEWCAFÉ, 2022). A bebida pode obter mais de 50 notas gustativas, portanto hoje em dia o café se tornou uma ciência assim como a apreciação do mesmo que vem ganhando cada vez mais mercado.

O Brasil possui papel relevante na história da produção dessa bebida, já que desde 1810 é o maior produtor de café do mundo (GRAAFF, 1986). Como o cultivo do café é um tipo de cultura fortemente caracterizada por fatores locais é preciso entender como a produção se caracteriza no território brasileiro. Portanto, é necessário entender qual a situação atual da dinâmica do setor, visto que tem relativo impacto na economia global.

3 CONTEXTO DA PRODUÇÃO DE CAFÉ NO BRASIL

O Brasil é o maior país da América Latina em extensão territorial e o quarto mais extenso do mundo com 8.516.000 km². Além disso, condições diferentes de solo, clima e relevo tornam possíveis as produções de diversas variedades de café. Em estatísticas do comércio disponibilizados pela Organização Internacional do Café (OIC) para janeiro de 2022, o Brasil é o maior exportador de café (arábica/robusta), com 3,226,441 sacas, seguido pela Colômbia com 1,045,119 sacas (arábica), e Vietnã com 2.802.414 sacas (robusta) (OIC, 2022). Apesar da extensão do nosso país, apenas algumas poucas regiões são produtoras do fruto.

Desde 1800, com o início do ciclo do café, a região com maior histórico de produção brasileira é a região sudeste. Minas Gerais produziu em 2020 a maior parcela, 34.411 mil sacas, seguido pelo Espírito Santo com 13.166 mil sacas, São Paulo com 5.744 mil sacas e a Bahia com 4.070 mil sacas (IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2020). Apesar de comparativamente a Bahia produzir menos café, produtores do estado já conseguiram ganhar diversos prêmios internacionais (MION, 2021).

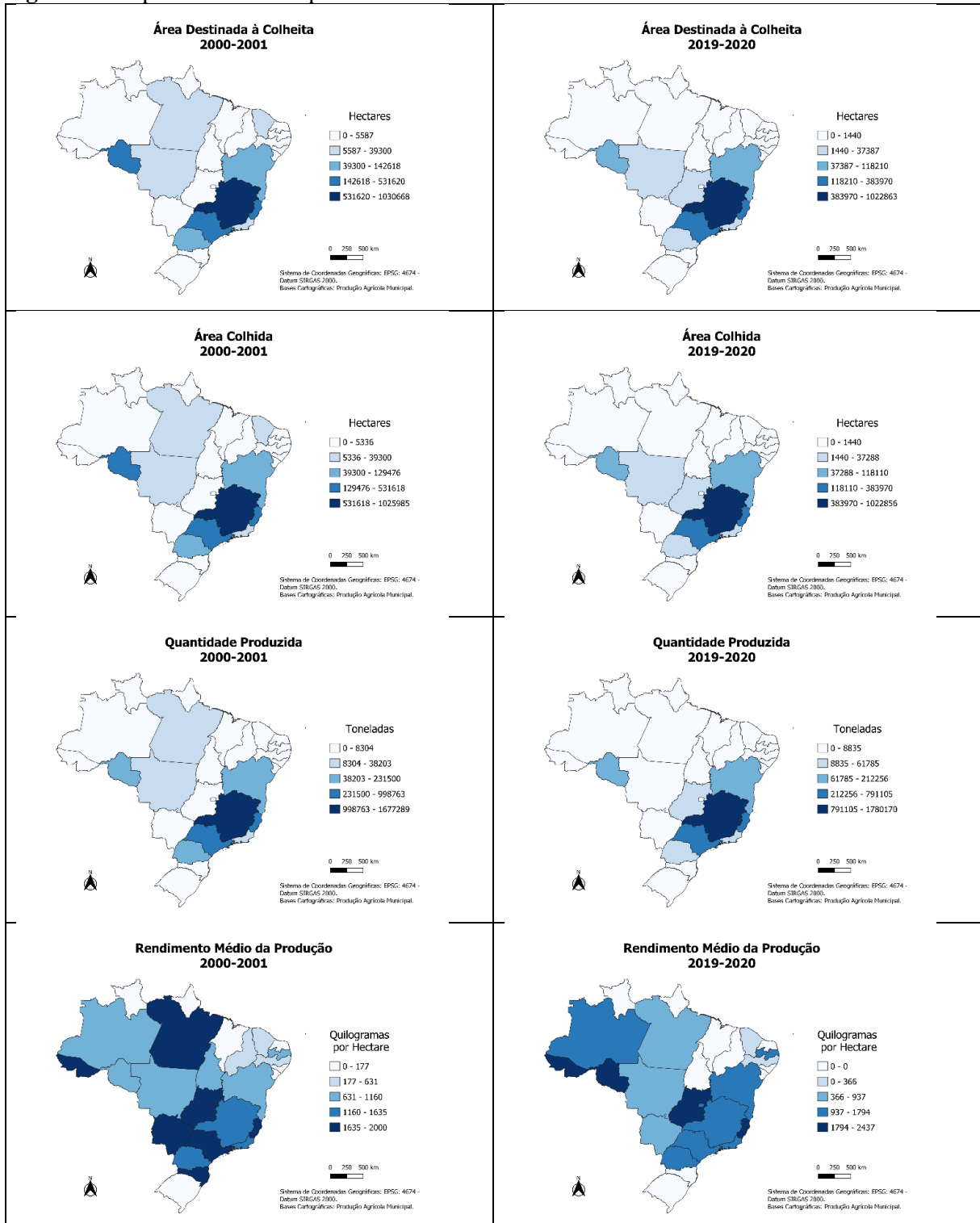
Existe uma vasta literatura que analisa o setor de produção de café para o sudeste do Brasil. Os quatro estados da região estão no topo do ranking de maiores produtores nacionais. Apesar da Bahia estar em quarto lugar no ranking, poucas análises são feitas para entender a dinâmica produtiva do setor no estado. Tais análises se mostram necessárias devido a relevância dos grãos produzidos no estado, bem como a necessidade de formulação e políticas agrícolas adequadas.

Portanto, no intuito de justificar a análise para a Bahia, foram elaborados mapas e tabelas a partir de dados da produção total de café (robusta/arábica) extraídos da pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM) fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE). Os mapas foram plotados através do Software QGIS. Foi tomado o primeiro biênio e último biênio do período de análise do trabalho: 2000-2001 e 2019-2020. Essa estratégia foi adotada para evitar variações bruscas na análise derivadas de problemas climáticos ou outros fatores.

Foram extraídas as variáveis: *Área Destinada à Colheita* que trata do tamanho da área de plantio medida em hectares; *Área Colhida* que se trata da área que de fato rendeu alguma produção medida em hectares; *Quantidade Produzida* que informa a quantidade estimada de grãos de café colhidos na produção em toneladas; *Rendimento Médio da Produção* onde expressa a quantidade de grãos de café (em quilogramas) que foram obtidos por hectare de área colhida.

Valor da Produção que informa o quanto os produtores do município arrecadaram com o a venda dos grãos medido em mil reais. Ao analisar tais variáveis é possível extrair conclusões significativas a respeito de como o setor se situa, seja no país ou nos municípios. Portanto segue abaixo os mapas e tabelas construídos com os dados que foram extraídos.

Figura 1 - Mapas das variáveis para o Brasil nos biênios 2000-2001 e 2019-2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Pesquisa Agrícola Municipal

Tabela 1 - Taxa de crescimento das variáveis por unidade da Federação entre o biênio 2000-2001 e 2019-2020

UF	Área destinada à colheita (Hectares)	Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida (Toneladas)	Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare)	Valor da Produção (Mil Reais)*
Goiás	59%	64%	130%	43%	141%
Bahia	-17%	-9%	41%	55%	45%
Rio de Janeiro	21%	21%	36%	12%	72%
Amazonas	-43%	-34%	23%	87%	60%
Minas Gerais	-1%	0%	6%	6%	74%
São Paulo	-6%	-6%	-20%	-15%	58%
Espírito Santo	-28%	-28%	-21%	10%	38%
Paraíba	-52%	-52%	-32%	38%	-17%
Acre	-35%	-38%	-35%	12%	-2%
Rondônia	-68%	-70%	-39%	105%	-12%
Distrito Federal	-36%	-35%	-45%	-14%	197%
Paraná	-64%	-64%	-62%	21%	-52%
Mato Grosso	-69%	-69%	-77%	-24%	-68%
Ceará	-81%	-81%	-89%	-42%	-87%
Mato Grosso do Sul	-86%	-79%	-89%	-50%	-79%
Pernambuco	-76%	-88%	-92%	-33%	-89%
Pará	-99%	-99%	-99%	-53%	-100%
Tocantins	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%
Piauí	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%
Alagoas	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%
Santa Catarina	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%
Amapá	0%	0%	0%	0%	0%
Guanabara	0%	0%	0%	0%	0%
Maranhão	0%	0%	0%	0%	0%
Rio Grande do Norte	0%	0%	0%	0%	0%
Rio Grande do Sul	0%	0%	0%	0%	0%
Roraima	0%	0%	0%	0%	0%
Sergipe	0%	0%	0%	0%	0%

*Valores deflacionados pelo IGP-DI¹

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Pesquisa Agrícola Municipal

¹ IGPDÍ capta variações no dólar pois considera a variação do preço de insumos importados;

Como é possível observar através dos mapas, para as variáveis *área destinada à colheita*, *área colhida* e *quantidade produzida*, em ambos os biênios não ocorreram alterações significativas, apenas uma menor participação do estado do Pará e maior participação de Goiás, com ressalva para os baixos valores que assumem essas variáveis nesses estados². Contudo, além do padrão de produção nos estados do sudeste, Rondônia também se destaca como único estado do Norte e a Bahia se destaca como único estado do Nordeste. Apesar dos destaques para os dois únicos estados fora da região Sudeste os números mais expressivos e próximos dos estados do Sudeste são os do Estado da Bahia.

Dentre os cinco estados que mais produzem café, Minas Gerais é o maior produtor no segundo biênio. Minas conseguiu produzir 1780170 toneladas em 2020, seguido pelo Espírito Santo 791105 toneladas, São Paulo 317547 toneladas, Bahia 212256 toneladas e Rondônia 120810 toneladas³. Toda esta produção não é somente consumida internamente, mas também é exportada largamente para outros países.

Os mapas de *Rendimento Médio da Produção* não conseguem fornecer uma visualização precisa. Os mapas não são capazes de ponderar as quantidades relativas de cada estado, mesmo que o tipo de quebra utilizado para classificação no mapa tenha minimizado a soma dos desvios quadrados das médias das classes⁴. Contudo, o estado do Espírito Santo foi o que teve maior rendimento médio da produção no segundo biênio 2061 kg/hc, seguido da Bahia com 1794 kg/hc, São Paulo 1588 kg/hc. É possível observar ainda uma tendência de convergência de rendimento médio especialmente nos estados do sudeste e Bahia, e também nos estados do Pará, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

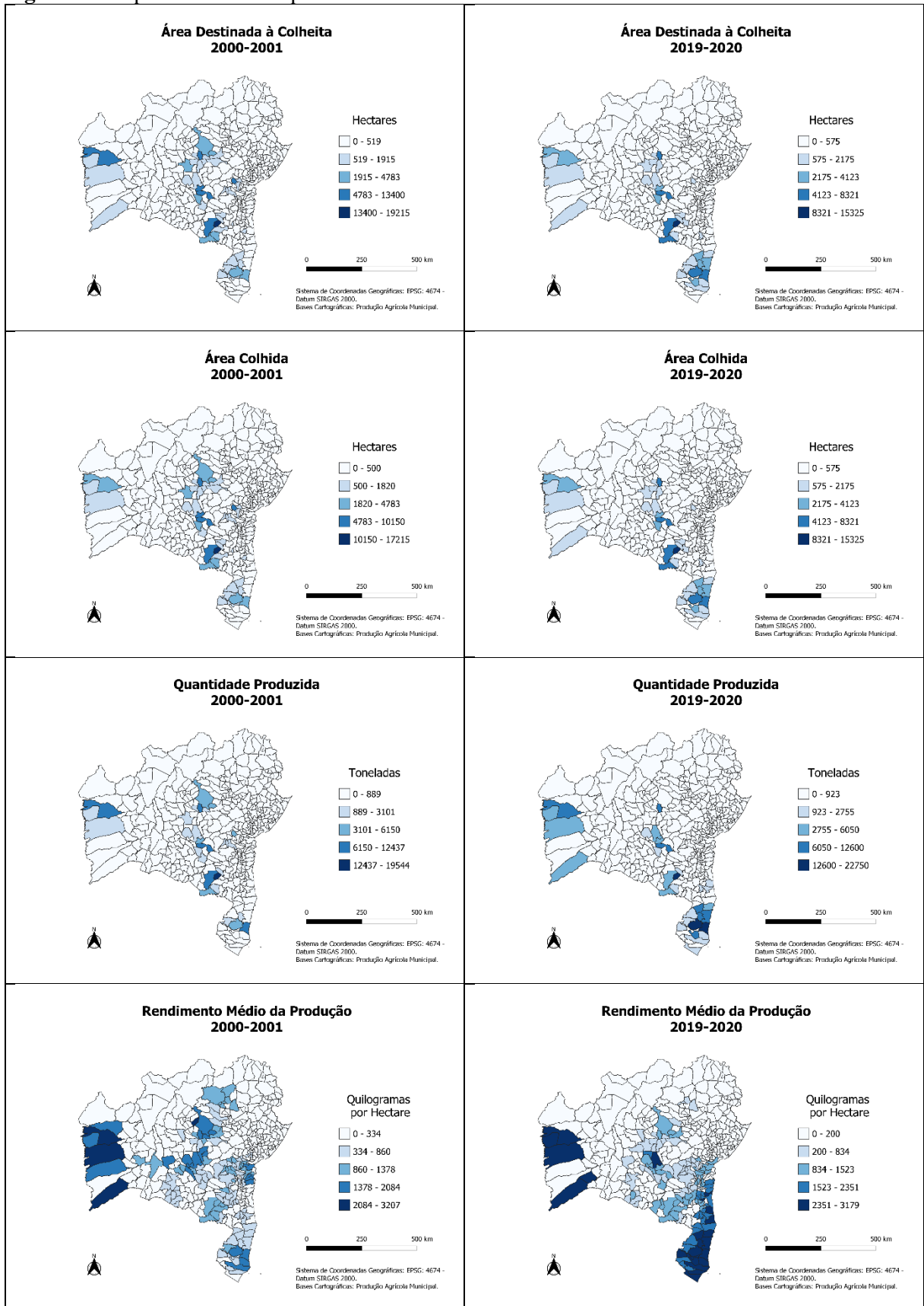
Observando a tabela 1 é possível concluir que os estados que mais cresceram em quantidade produzida entre os biênios foram Goiás (130%), Bahia (41%), Rio de Janeiro (36%) e Amazonas (23%). Contudo o estado de Goiás passou de 8304 toneladas para 19105 toneladas, a Bahia, porém, passou de 118110 toneladas para 150764 toneladas. O Rio de Janeiro passou de 14707 para 20039 toneladas e Amazonas produziu 282 toneladas no primeiro biênio e 346 no segundo biênio. O aumento de produção da Bahia, portanto, foi o mais significativo entre os estados.

² É possível observar os valores através do Apêndice A;

³ Idem;

⁴ Mais informações sobre o método no Apêndice B.

Figura 2 - Mapas das variáveis para a Bahia nos biênios 2000-2001 e 2019-2020



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Pesquisa Agrícola Municipal

Tabela 2 - Taxa de crescimento das variáveis entre o biênio inicial e final da análise por microrregião

UF	Área destinada à colheita (Hectares)	Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida (Toneladas)	Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare)	Valor da Produção (Mil Reais)*
Ilhéus-Itabuna	57%	59%	453%	248%	232%
Porto Seguro	132%	133%	397%	114%	325%
Santa Maria da Vitória	19%	283%	155%	-21%	192%
Barreiras	-22%	64%	44%	-16%	36%
Santo Antônio de Jesus	-31%	-31%	35%	95%	-13%
Valença	-8%	-8%	-1%	8%	-42%
Itapetinga	-13%	-10%	-2%	6%	44%
Vitória da Conquista	-32%	-19%	-12%	10%	35%
Irecê	13%	8%	-15%	-21%	10%
Seabra	-31%	-30%	-24%	9%	-6%
Brumado	-41%	-41%	-37%	4%	-32%
Livramento do Brumado	-66%	-66%	-78%	-38%	-52%
Boquira	-74%	-74%	-86%	-46%	-73%
Jequié	-80%	-80%	-87%	-36%	-88%
Guanambi	-90%	-90%	-89%	19%	-84%
Jacobina	-82%	-82%	-92%	-55%	-91%
Itaberaba	-89%	-89%	-95%	-50%	-93%
Senhor do Bonfim	-93%	-93%	-96%	-39%	-97%
Bom Jesus da Lapa	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%
Feira de Santana	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%
Cotegipe	0%	0%	0%	0%	0%
Juazeiro	0%	0%	0%	0%	0%
Paulo Afonso	0%	0%	0%	0%	0%
Barra	0%	0%	0%	0%	0%
Jeremoabo	0%	0%	0%	0%	0%
Euclides da Cunha	0%	0%	0%	0%	0%
Ribeira do Pombal	0%	0%	0%	0%	0%
Serrinha	0%	0%	0%	0%	0%
Alagoinhas	0%	0%	0%	0%	0%
Entre Rios	0%	0%	0%	0%	0%
Catu	0%	0%	0%	0%	0%
Salvador	0%	0%	0%	0%	0%

*Valores deflacionados pelo IGP-DI

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Pesquisa Agrícola Municipal

A análise do Brasil aplicada à Bahia nos permite observar nitidamente a especialização espacial da produção de café no estado. As variáveis *Área Destinada à Colheita*, *Área Colhida* e *Quantidade Produzida* não mudaram de modo significativo em termos espaciais entre os biênios. Apenas em *Quantidade Produzida* é possível observar maior participação do sul do estado e menor participação da *Área Colhida* no centro-norte do estado. A região de Porto Seguro produziu 108175 toneladas, Seabra 28336 toneladas, Vitória da Conquista 28231 toneladas, Barreiras 20525 toneladas e as demais microrregiões produziram menos de 9000 toneladas. Portanto as regiões mais ao sul do estado são as que mais produziram café entre os biênios.

Os mapas de *Rendimento Médio da Produção*, como visto anteriormente, não fornecem uma visualização precisa. Porém, é possível observar que a região sul nitidamente passou a ter maior rendimento médio. Também é possível observar que em algumas cidades do Extremo Oeste houve convergência de produtividade. Apesar dos valores da região oeste não serem representativos, a produtividade da região é relativamente alta.

A microrregião de Ilhéus-Itabuna foi a que mais cresceu (453%). Contudo os números são pouco expressivos na região (de 1517 toneladas para 8391 toneladas). Porto Seguro que já é a maior região produtora, cresceu em 397% a quantidade produzida no segundo biênio, seguido por Santa Maria da Vitória (155%) com números pouco expressivos (1330-3398 toneladas), Barreiras (44%) e Santo Antônio de Jesus (35%). Porto Seguro demonstra, portanto, ser a região mais produtiva do estado.

Observando todas estas informações é possível concluir que a Bahia possui regiões específicas que produzem maior quantidade de café e também regiões específicas que possuem maior rendimento médio. A diferença entre a Bahia e o Brasil é que ao longo do tempo os maiores produtores não continuaram sendo exatamente os mesmos. Contudo, observando os municípios da Bahia é possível concluir que existe maior distinção entre as cidades que produziram mais entre os períodos, mesmo que estas estejam localizadas na mesma região.

O Brasil e a Bahia se caracterizam ambas pela produção localizada. Tanto o Brasil possui sua produção concentrada em uma parte do país, isto é, na região Sudeste, quanto a Bahia tem a produção centrada nos municípios do Centro-Sul, Sul e Oeste do estado. Portanto é preciso entender ao longo do tempo qual a implicação do município se localizar em determinada região na produção e produtividade.

4 REFERENCIAL

A maioria dos trabalhos que propõem análises espaciais e de convergência utilizam indicadores de produtividade parcial (produtividade da terra ou do trabalho). Isso se dá por conta da dificuldade de encontrar valores de capital nas bases de dados sobre a agricultura brasileira. Para além disso, poucos são os trabalhos que estudam especificamente o rendimento médio da produção de café.

Os autores Cardozo, Schaab e Parré (2019) realizaram uma análise espacial da produtividade do café na região sudeste do Brasil. Eles buscaram observar a dinâmica espacial, a formação de clusters e a tendência de convergência de produtividade do setor na região. Os autores chegaram à conclusão de que para o período de 1990-2015 a produção de café nas regiões menos produtivas cresceu a uma taxa maior do que nas microrregiões mais produtivas.

Souza e Perobelli (2007) analisaram a distribuição espacial do café entre as microrregiões brasileiras no período de 1991-2003. O intuito dos autores foi delimitar a formação de clusters ao decorrer dos anos. Os autores utilizaram do arcabouço de análise regional (quociente locacional) para medir a concentração da produção de forma espacial. Estes concluíram que a estrutura de produção é concentrada espacialmente nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo cuja produção representou 70,66% da produção nacional e as microrregiões do estado de Rondônia também apresentaram altos resultados para o índice de especialização espacial calculado. Portanto, o setor de produção de café é altamente especializado espacialmente.

Seguindo as análises do setor de café, Texeira e Bertella (2015) tiveram o objetivo de analisar a distribuição espaço-temporal da produtividade média do café para o estado de Minas Gerais durante o período de 1997-2006. Os autores também buscaram entender a dinâmica espacial da produção do setor no estado, a formação de *clusters* e incidência de convergência na produtividade média. A análise exploratória de dados espaciais foi realizada a partir dos indicadores LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) e estimações com modelos espaciais para extrair conclusões mais apuradas. Os autores observaram que a produtividade média do café não segue um processo aleatório, mas a produção segue um ordenamento espacial.

A literatura de análise do setor de café não é muito ampla apesar da relevância do setor para o país. Contudo, existem outras análises de distribuição geográfica de produtividade para outros setores da economia. Tais trabalhos também usam do arcabouço da análise regional e buscam

entender a dinâmica de especialização e rendimento da produção dos setores e contribuem para a formulação metodológica das análises.

O trabalho de Favro, Marconato e Alves (2016) analisa a distribuição espacial da produtividade do milho para os anos de 2001 e 2011 nos estados que possuíam maior produção. Os autores também utilizaram da análise exploratória de dados espaciais para identificar a formação de *clusters*. Eles concluíram que ao longo dos anos a presença de *clusters* contribuem para ganhos de parcela de mercado.

Também Almeida, Perbelli e Ferreira (2008) analisaram a produtividade agrícola da terra para as microrregiões brasileiras entre 1991 e 2003. Foi utilizado o modelo beta de convergência para avaliar a existência de convergência da produtividade agrícola controlando por efeitos espaciais. Os autores utilizaram da análise exploratória de dados espaciais e desenvolveram modelos econométricos para a análise dos betas e o estudo apresentou evidências em favor da existência de convergência absoluta da produtividade agrícola brasileira. Tudo isso sugere que a produtividade está convergindo para a média a uma taxa menor.

Os modelos clássicos de convergência tratam sobre a convergência de renda especificamente. O modelo de básico de Solow, por exemplo, decompõe o crescimento dos países em capital, mão de obra e tecnologia. Ao normalizar a função por logaritmo e aplicar a primeira derivada em relação ao tempo é possível transformar a função de produção em nível em uma função de produção em termos de taxas de crescimento.

$$Y = F(K, L, B) = BK^\alpha L^{(1-\alpha)}$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{B}}{B} + \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha) \frac{\dot{L}}{L}$$

A equação acima expressa o crescimento da renda em termos de taxa de crescimento. Desse modo o crescimento da renda é igual ao crescimento da tecnologia mais, uma constante associada ao crescimento do capital (α), mais outra constante associada ao crescimento do trabalho ($1 - \alpha$). Tal equação serviu de base para estruturar o pensamento do modelo básico de Solow. Tal modelo é utilizado para identificar como os diferentes fatores e estruturas afetam o crescimento da renda.

Solow pressupõe em seu modelo que todos os países tenderiam a uma renda parecida no longo prazo (JONES; VOLLRATH, 2016). Tal pressuposto implica que países com maiores taxas de

crescimento tenderiam a ter menores taxas e países com menores taxas de crescimento iriam crescer a uma taxa mais elevada e em algum ponto do tempo todos os países ficariam com taxas de crescimento parecidas. Apesar das críticas sobre tal pressuposto, é possível extrair do modelo a base para identificar a taxa de crescimento de países, regiões, estados ou municípios ao longo do tempo. O modelo possibilita não somente verificar o crescimento da renda como também é possível verificar o crescimento de produtividade, que é a proposta do trabalho.

Toda literatura utiliza uma metodologia que expressam a importância de fatores locais. Sejam as análises feitas propriamente para o setor de cultivo de café ou para as demais culturas, é nítida a importância da localização sobre a produção e produtividade. Portanto, seguindo a literatura, serão utilizados os mesmos métodos de Análise de Dados Espaciais e Regressões Espaciais para estimar a o quanto da parcela de produtividade entre dois períodos é correlacionada com a produtividade do período inicial.

5 METODOLOGIA

5.1 BASE DE DADOS

Observando os métodos utilizados pela literatura foi possível especificar o modelo de análise a ser seguido. Portanto, para a presente análise foi utilizada a base de dados disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através da pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM). Todos os dados foram extraídos através do portal SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática), utilizando a tabela número 1613 que contém dados sobre área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. O período a ser analisado será os anos de quinquênio de 2000 a 2020, para os 417 municípios do estado da Bahia. Todos os dados extraídos foram suficientes para a construção e execução da proposta do trabalho.

Do total de 417 municípios apenas 192 (45,94%) apresentaram algum valor de produtividade média em pelo menos um dos quinquênios analisados. Os demais municípios, 226, não apresentaram nenhum resultado em nenhum dos anos, seja por zero absoluto não resultante de cálculo de arredondamento ou zero resultante por arredondamento. Como objetivo do trabalho é analisar os municípios que tiveram algum resultado médio de produção, 226 municípios acabaram sendo excluídos de algumas análises.

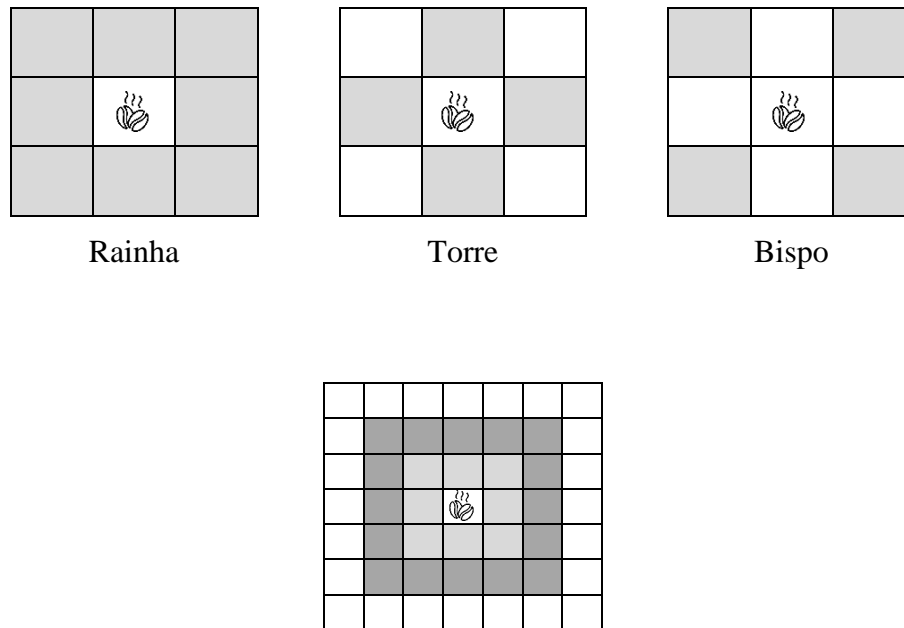
5.2 MATRIZ DE PESOS ESPACIAIS

A matriz de pesos espaciais determina os vizinhos mais próximos que estão interagindo com o município de referência sendo essa matriz portanto que determina o nível de interação espacial da análise. Existem três principais tipos de matrizes de pesos espaciais, o do tipo Rainha, que considera todos os vizinhos que possuem fronteira com o município, o tipo Torre considera como vizinhos os municípios frontais e laterais, e o tipo Bispo que considera os vizinhos como os municípios localizados na diagonal da cidade de referência. A figura 3 exemplifica bem como cada um desses tipos de matrizes de pesos funcionam.

Para o estudo em questão foi utilizada a matriz de pesos do tipo Rainha com ordem de contiguidade 2. Esse nível de contiguidade permite a captura da interação espacial entre os dois vizinhos mais próximos (Figura 3). É essencial em análises para escalas pequenas essa ordem

de contiguidade pois torna possível capturar a interação espacial dos municípios ao redor em dois níveis.

Figura 3 - Matriz de pesos espaciais



Rainha com 2 vizinhos mais próximos

Fonte: Elaboração Própria

5.3 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS

Quando existe simultaneidade entre heterogeneidade espacial e dependência espacial, encontrar o melhor modelo para mensurar esses efeitos é um trabalho complexo de ser resolvido. Portanto a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) propõe olhar através dos dados especificados e conhece-los mais profundamente, sendo esse o ponto de partida essencial em qualquer análise econométrica.

A AEDE é a coleção de técnicas para descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (outliers espaciais), descobrir padrões de associação espacial (clusters espaciais) e sugerir diferentes regimes espaciais e outras formas

de instabilidade espacial. (ANSELIN, 1999 apud ALMEIDA, 2012 p. 102)

Apesar de ser possível identificar padrões espaciais de modo visual através de mapas, é mais sensato encontrar tais padrões sem o viés do observador. Para isso, é preciso usar alguma estatística que investigue a aleatoriedade da distribuição espacial das variáveis. Portanto, será analisado se o valor de uma variável na região não depende dos valores desta variável nas regiões adjacentes.

Todo coeficiente de autocorrelação é construído utilizando a razão de uma medida de autocovariância e de variação total dos dados (ALMEIDA, 2012). Em se tratando de um contexto de análise espacial, é preciso apenas inserir a matriz de pesos espaciais (W) de forma a modelar a interação espacial entre as unidades de análise. Como o setor de café é fortemente influenciado pela localização do município, esse tipo de análise se torna essencial.

Os indicadores amplamente utilizados pela literatura de econometria espacial para encontrar os padrões locais de autocorreção espacial estatisticamente significativos são os chamados indicadores LISA (*Local Indicator of Spatial Association*). Tais indicadores LISA satisfazem necessariamente dois critérios: o primeiro é a capacidade de apontar clusters espaciais estatisticamente significativos para cada observação; e o segundo é a propriedade de que o somatório dos indicadores locais é proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global (ANSELIN, 1995 apud ALMEIDA, 2012). Tais indicadores são capazes de fornecer informações consistentes e sem o viés do observador.

5.3.1 I de Moran

O primeiro indicador foi proposto por Patrick Alfred Pierce Moran em 1948 e ficou conhecido como estatística I de Moran. O coeficiente I de Moran local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na forma de produto cruzado indicando a contribuição local de cada observação na formação de clusters. De acordo com Almeida (2012) o coeficiente I de Moran para uma variável y padronizada (Z) observada na região i e região j pode ser definido como:

$$I_i = Z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} Z_j \quad (1)$$

Assim, somando os indicadores locais a fim de satisfazer a segunda propriedade obtemos a seguinte equação:

$$\sum_i I_i = \sum_i z_i \sum_j w_{ij} z_j = \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j$$

Que pode ser reescrita da seguinte forma:

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

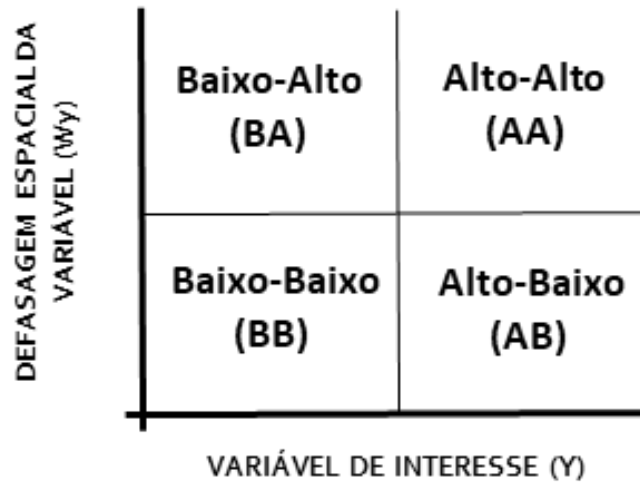
Na primeira expressão (1) obtemos o I de Moran local e na segunda expressão (2) é possível calcular o I de Moran Global. Tal estatística é uma espécie de coeficiente de autocorrelação de forma que calcula o produto cruzado pela variância dos dados. Valores de I que ultrapassam o valor esperado $\{-[1/(n-1)]\}$ indicam autocorrelação espacial positiva e valores de I que ficam abaixo do valor esperado indicam autocorrelação espacial negativa. Contudo observar todos esses números ainda não nos trazem respostas conclusivas sobre regiões específicas.

5.3.2 Diagrama de dispersão de Moran

O diagrama de Dispersão de Moran expressa de modo cartesiano como o valor da variável de interesse (y) e a defasagem espacial da variável de interesse se relacionam (Wy). A representação é interpretada tendo em vista quatro quadrantes que caracterizam os valores da variável de análise (ALMEIDA, 2012). No quadrante um, Alto-Alto (AA), são exibidas as regiões com valores altos da variável de análise que são vizinhas de regiões também com valores altos. No segundo quadrante, Baixo-Alto (BA), estão as regiões com valores baixos da variável de interesse que são vizinhas de locais com valores altos. O primeiro e segundo e quadrantes portanto são formados pelos municípios de valores altos de y .

No terceiro quadrante, Baixo-Baixo BB, são expostas as localidades que possuem baixos valores da variável de interesse e que também possuem vizinhos com valores baixos. No quarto quadrante, Alto-Baixo (AB), estão dispostas as localidades que possuem valores altos da variável de interesse, porém estão circundadas por localidades com valores baixos da variável. O terceiro e o quarto quadrante, portanto, são formados pelos municípios de valores baixos de y .

Figura 4 - Diagrama de Dispersão de Moran



Fonte: Elaboração Própria

5.3.3 Mapas de *cluster*

Ao ser calculado uma estatística I local para cada observação podemos também obter seus respectivos níveis de significância estatística. Porém a quantidade de informação não pode ser bem representada em forma de tabela portanto para ser melhor compreendido todos esses dados podem ser mapeados. Os mapas de clusters LISA refletem os dados do diagrama de dispersão de Moran e a informação das medidas de significância da associação local I classificando nas mesmas quatro categorias Alto-Alto, Baixo-Alto, Baixo-Baixo e Alto-Baixo. O mapa de clusters que apresenta os locais que passaram no teste de significância, destaca visualmente melhor como os clusters estão alocados no espaço.

5.4 MODELOS ECONÔMICOS

Segundo Texeira e Bertela (2015), o modelo de β de convergência por MQO busca somente estimar a seguinte equação:

$$\ln\left(\frac{Pme_t}{Pme_{t-n}}\right) = \alpha + \beta \ln(Pme_{t-n}) + u_i$$

Onde Pme é a produtividade média (kg/hc) t é o período de análise, $t-n$ é o período inicial e u_i é o termo de erro. Portanto, tendo em vista o período de análise como os quinquênios de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020 serão estimadas as seguintes equações para todos os modelos.

$$\text{Ln}\left(\frac{Pme_{2005}}{Pme_{2000}}\right) = \alpha + \beta \text{Ln}(Pme_{2000}) + u_i$$

$$\text{Ln}\left(\frac{Pme_{2010}}{Pme_{2005}}\right) = \alpha + \beta \text{Ln}(Pme_{2005}) + u_i$$

$$\text{Ln}\left(\frac{Pme_{2015}}{Pme_{2010}}\right) = \alpha + \beta \text{Ln}(Pme_{2010}) + u_i$$

$$\text{Ln}\left(\frac{Pme_{2020}}{Pme_{2015}}\right) = \alpha + \beta \text{Ln}(Pme_{2015}) + u_i$$

$$\text{Ln}\left(\frac{Pme_{2020}}{Pme_{2000}}\right) = \alpha + \beta \text{Ln}(Pme_{2000}) + u_i$$

Neste trabalho, apenas para as estimações realizadas utilizando modelo MQO e Tobit foi somado uma constante à variável dependente normalizada para tornar positivos os números negativos “ $\text{Ln}(1 + y)$ ”. Somar uma constante não afeta nos resultados das estimações dos β apenas no intercepto α que não possui interpretação relevante para esta análise. Ademais, todas as produtividades médias foram normalizadas tendo como base o Logaritmo Neperiano.

A escolha do melhor modelo econométrico-espacial depende dos aspectos teóricos e empíricos que fazem parte do problema em estudo (Almeida, 2012). As defasagens espaciais são inseridas no modelo econométrico no intuito de extrair o peso espacial da variável em análise e pode ser incorporado no modelo diversas maneiras. Portanto é necessário entender bem o problema de pesquisa ao propor um método econométrico-espacial.

Os modelos de dependência espacial e alcance global são os modelos mais utilizados pela literatura de análise espacial. A principal característica desses modelos é a de incorporar a dependência espacial onde o transbordamento acontece para todas as unidades. Ou seja, os modelos buscam entender de forma global o que resulta em impacto na variável dependente para todas as unidades.

Observando a literatura e o problema de pesquisa proposto pelo trabalho foi possível estipular os melhores modelos possíveis de serem estimados. Neste trabalho serão estimados os modelos:

clássico de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), Poisson, *Spatial Lag Model* (SAR), *Spatial Erros Model* (SEM). O que se pretende ao diversificar os modelos é verificar como as diferentes formas funcionais e estimadores reagem a mesma equação.

5.4.1 Tobit

Variável censurada é uma espécie de variável dependente limitada onde não existem informações para algumas das observações de uma amostra. Nesse tipo de variável além da inexistência de informação para algumas unidades as demais observações assumem valores positivo com distribuição normal. Se estimássemos esse tipo de dado por MQO ele estaria viesado para baixo por conta da quantidade de zeros. Portanto, de acordo com Wooldridge (2005) o modelo Tobit, expressa y em termos de uma variável latente:

$$y^* = \alpha + X\beta + u_i$$

$$y = \max(0, y^*)$$

Ou seja,

$$y = y^*, \text{ se } y^* > 0$$

$$y = 0, \text{ se } y^* \leq 0$$

A forma funcional do modelo pode ser escrita como:

$$E(y|y > 0, x) = x\beta + \sigma \frac{\phi(x\beta/\sigma)}{\Phi(x\beta/\sigma)} = x\beta + \sigma\lambda(x\beta/\sigma)$$

Onde $\frac{\phi(x\beta/\sigma)}{\Phi(x\beta/\sigma)}$ é razão inversa de Mills que estima a razão entre a função de densidade de probabilidade e a função de densidade acumulada. Como $\sigma\lambda(x\beta/\sigma)$ no modelo de MQO é omitido, a base de dado censurada gera viés de inconsistência nos estimadores. Assim sendo, as estimativas de máxima verossimilhança de β e σ extraídos da maximização da função log-verossimilhança levam ao estimador do modelo tobit.

A principal característica da base de dados utilizada no trabalho é o excesso de zeros. Como a base de dados utilizada é inflacionada de zeros (pois muitos municípios não produziram café

em alguns dos anos de análise mesmo havendo excluído os que não produziram nada nos 5 períodos) e os valores positivos tendem a uma distribuição normal (pois foram padronizadas), foi utilizado o modelo Tobit pois além de utilizar o mesmo estimador dos modelos de análise espacial o modelo torna possível retirar a inconsistência na estimação com o excesso de zeros. Foi acrescentado como variável explicativa além da produtividade média do período inicial a defasagem espacial Wy , no intuito de comparar com os efeitos do modelo de defasagem espacial.

5.4.2 *Spatial Lag Model (SAR)*

O Modelo de Defasagem Espacial supõe que a autocorrelação espacial é causada pela interação das unidades de análise. Portanto a defasagem espacial é considerada como variável independente na equação de convergência. Assim a equação de convergência através do modelo SAR é expressa da seguinte maneira:

$$\ln\left(\frac{Pme_t}{Pme_{t-n}}\right) = \alpha + \beta \ln(Pme_{t-n}) + \rho W \ln\left(\frac{Pme_t}{Pme_{t-n}}\right) + u_i$$

Onde $\rho W \ln\left(\frac{Pme_t}{Pme_{t-n}}\right)$ é compreendido como a média dos valores da taxa de crescimento da produtividade média nas regiões vizinhas e ρ representa o coeficiente da defasagem espacial. Quando $\rho > 0$ o coeficiente indica auto correlação espacial positiva, isto é:

[...] um ρ positivo significa que um alto (baixo) valor de y nas regiões vizinhas aumenta (diminui) o valor de y na região i . Se o parâmetro ρ for negativo, isso sinaliza que há autocorrelação espacial global negativa. Em outras palavras, isso sinaliza que um alto (baixo) valor de y nas regiões vizinhas diminui (aumenta) o valor de y na região i . (ALMEIDA, 2012 p.153).

Se o coeficiente não for estatisticamente significativo, considera-se que o ele assume o valor 0. Desse modo não existe evidências de que haja autocorrelação espacial, seja positiva ou negativa. A principal motivação para estimar os efeitos por esse modelo é que ele acaba por representar um equilíbrio de longo prazo de um processo dinâmico, retratando decisões tomadas por agentes econômicos em períodos anteriores que repercutem na decisão dos mesmos no presente (LESAGE e PACE, 2009 *apud* ALMEIDA, 2012)

5.4.3 *Spatial Error Model (SEM)*

O Modelo de Erro Espacial é caracterizado por introduzir um termo de erro autorregressivo em sua forma funcional. O termo de erro pode ser descrito como:

$$u_i = (I + \lambda W) + \varepsilon$$

Onde λ corresponde ao coeficiente escalar do parâmetro do erro autorregressivo espacial e W representa a defasagem espacial. O cerne do modelo está no fato de que o padrão espacial expresso no termo de erro é dado por efeitos não modelados por conta da falta de uma medida adequada, dessa forma, os valores não são distribuídos aleatoriamente no espaço, porém estão autocorrelacionados espacialmente. Desse modo nenhuma variável explicativa da regressão pode estar correlacionada com os efeitos não modelados (ALMEIDA, 2012)

Assim sendo, a equação de convergência para o modelo de erro espacial é expressa da seguinte maneira:

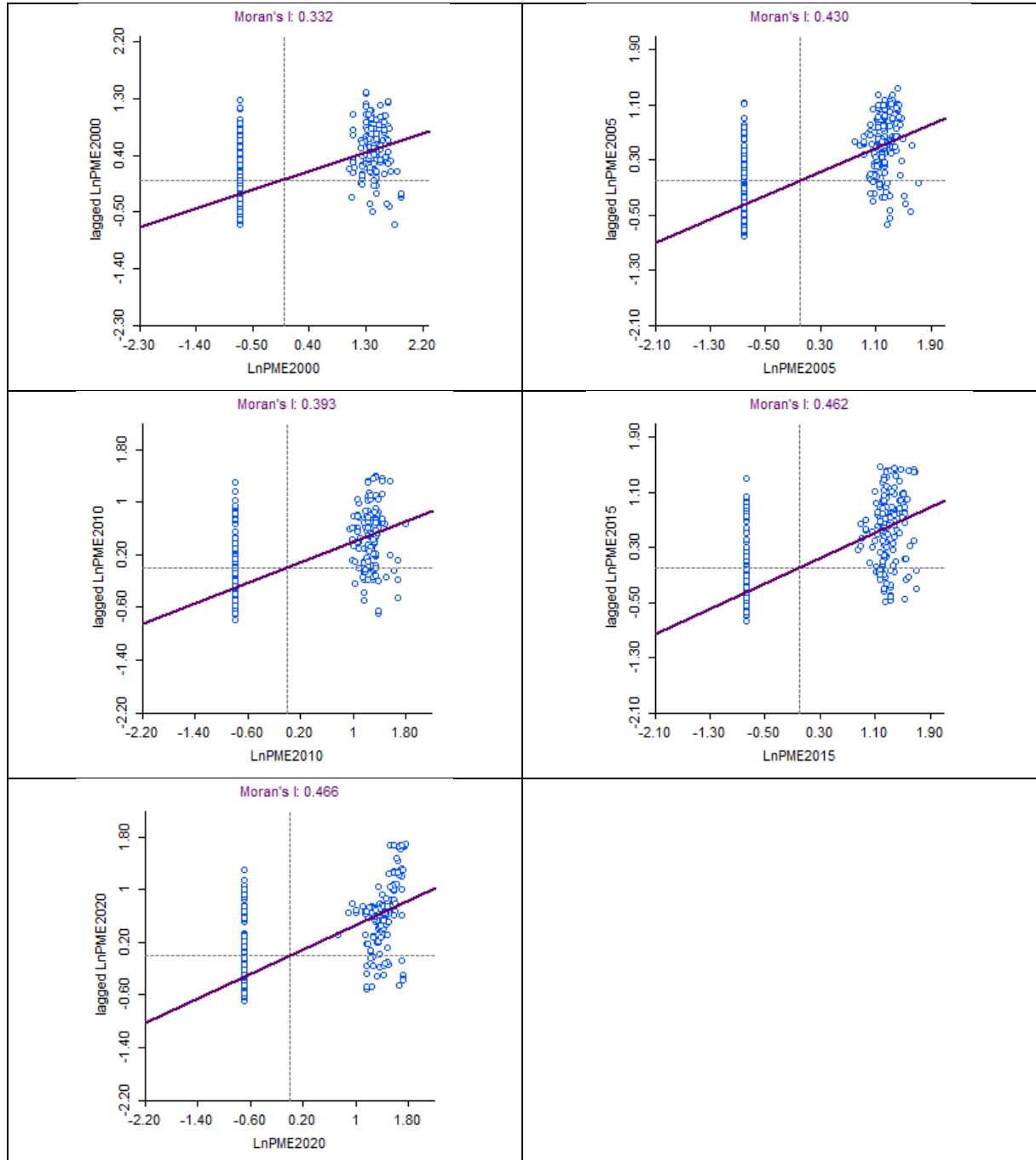
$$\ln\left(\frac{Pme_t}{Pme_{t-n}}\right) = \alpha + \beta \ln(Pme_{t-n}) + (I + \lambda W) + \varepsilon$$

Ao incorporar a dependência espacial apenas no termo de erro, o modelo SEM refreia problemas de consistência, porém não garante eficiência nos parâmetros estimados. (CARDOZO; SCHAAB e PARRÉ, 2019 *apud* ALMEIDA, 2012)

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 AEDE

Figura 5 - Diagramas de dispersão de Moran da produtividade média normalizada para os municípios da Bahia nos anos 2000, 2005, 2015 e 2020.

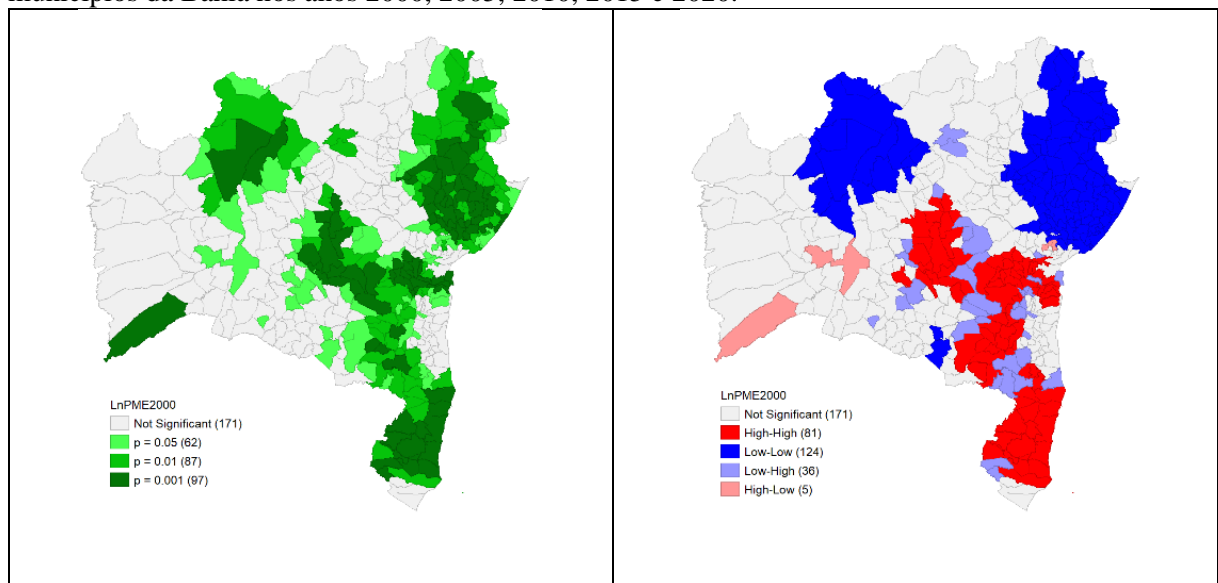


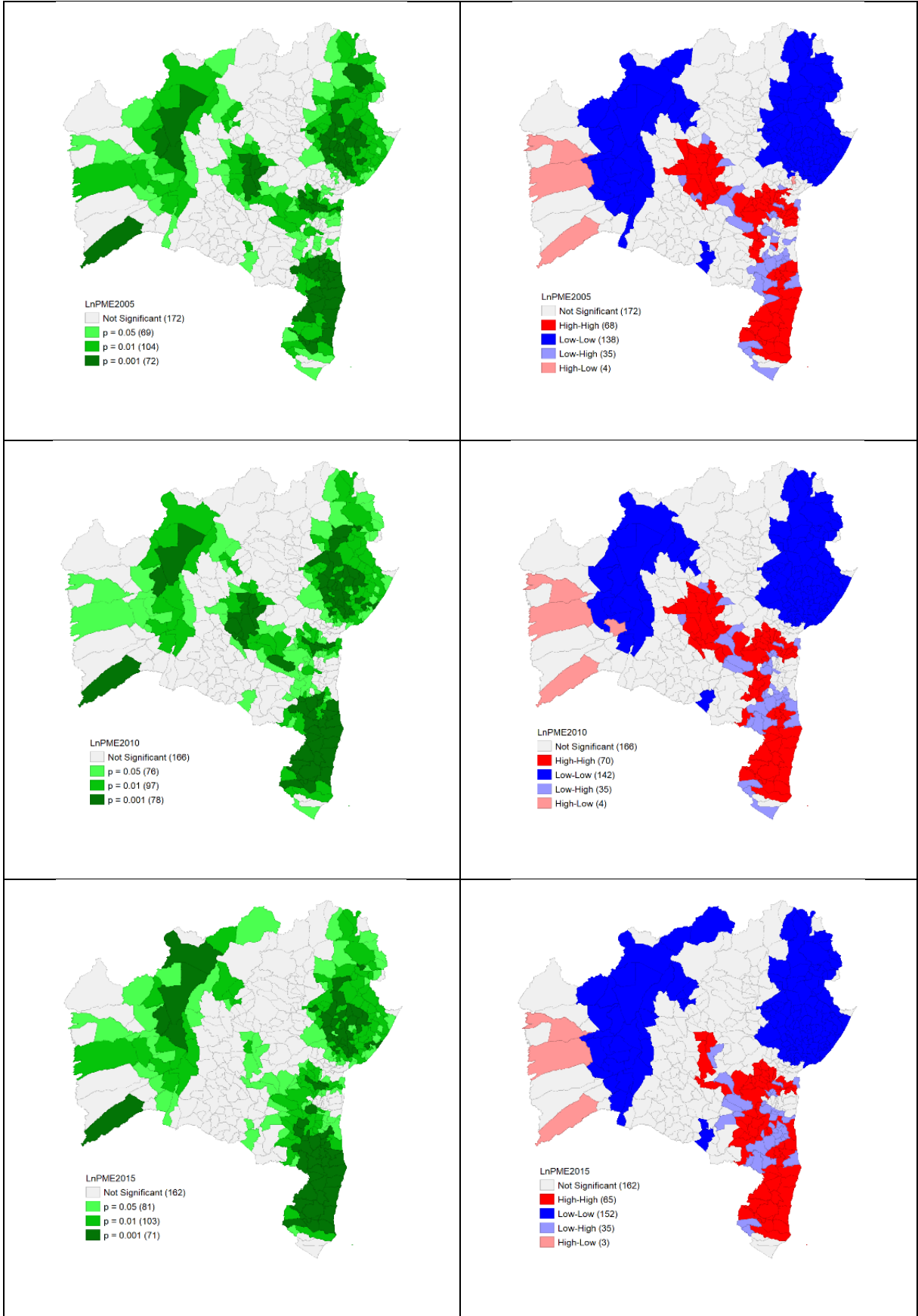
Fonte: Elaboração própria

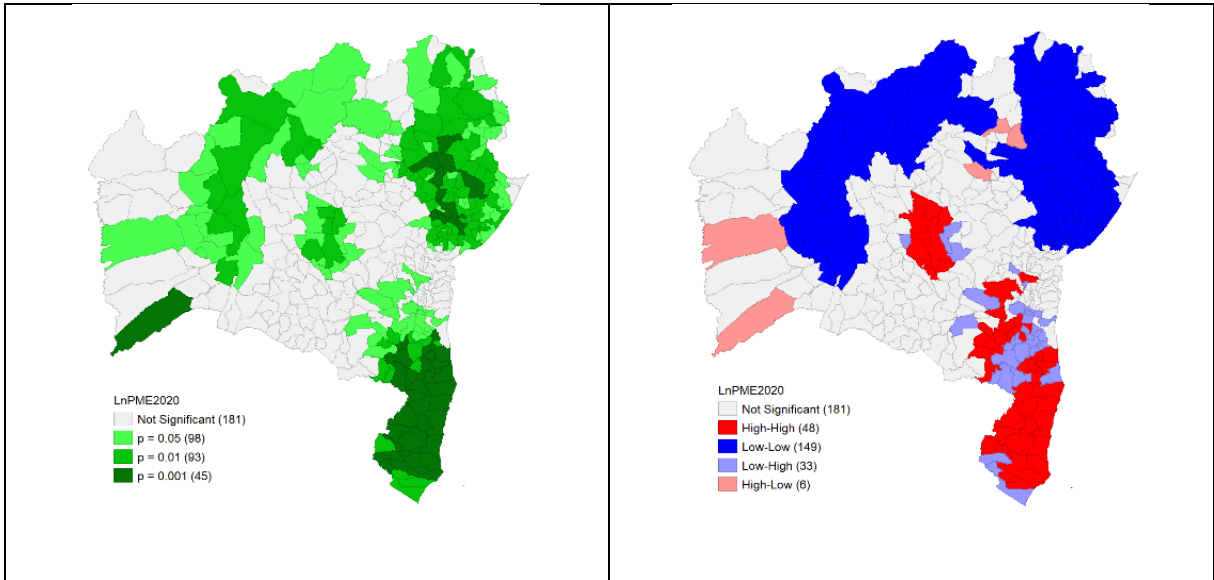
Os diagramas de dispersão de Moran nos fornece informações preciosas sobre a dependência espacial. Como é possível observar através dos diagramas a produtividade média normalizada possui dois destaques que é comum em todos os períodos: existe uma forte concentração de municípios que tiveram o valor abaixo de 0 e estão cercados de vizinhos que também obtiveram os valores negativos em sua maioria; e o segundo destaque está no fato de em todos os períodos existe correlação espacial positiva e a nuvem de dados se localiza no quadrante Alto-Alto.

Ou seja, dos municípios que apresentaram algum valor para a produtividade média, todos obtiveram valores altos e estão cercados de vizinhos que também apresentaram valores altos. Em alguns períodos a nuvem de dados possui a defasagem espaciais mais dispersa que outros, mas não alteraram a localização do quadrante (AA). Logo, existe correlação espacial da produtividade média de café entre os municípios.

Figura 6 - Mapas de significância estatística e *clusters* de produtividade média normalizada para os municípios da Bahia nos anos 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020.







Fonte: Elaboração própria

Analisando os mapas de *clusters* é possível observar que existe certo padrão locacional ao longo do tempo. As regiões do Vale São-Franciscano, Nordeste Baiano e Região metropolitana de Salvador se apresentaram como clusters Baixo-Baixo, isto é, apresentam municípios que possuem valores baixos para a variável rendimento médio da produção e estão cercados de vizinhos que também apresentaram valores baixos. As regiões Sul e Centro Sul Baiano se caracterizam como *cluster* do tipo Alto-Alto, ou seja, possuem municípios que apresentaram valores altos da variável de interesse e estão cercados de vizinhos que também apresentaram valores altos. Portanto é possível observar uma divisão norte-sul de *clusters*.

Boa parte dos municípios foram classificados como não significante. Algumas cidades do Extremo Oeste Baiano apresentaram valores altos e estão cercados de vizinhos que apresentaram valores baixos e para alguns outros municípios da região sul foi apontado que há *clusters* de valores baixos que possuem vizinhos com valores altos. Isso já era esperado por conta da grande quantidade de municípios que não produziram café no período.

6.2 MÉTODOS ECONOMÉTRICOS

6.2.1 Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Tabela 3 - Resultados das estimações Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	lnpme2005/ 2000	lnpme2010/ 2005	lnpme2015/ 2010	lnpme2020/ 2015	lnpme2020/ 2000
<i>lnpme2000</i>	-0.00777 (-0.81)				-0.721*** (-486.90)
<i>Wy_lnpme2005/ 2000</i>	1.307*** (7.87)				
<i>lnpme2005</i>		-0.0152 (-1.76)			
<i>Wy_lnpme2010/ 2005</i>		1.006*** (5.32)			
<i>lnpme2010</i>			0.0187 (1.69)		
<i>Wy_lnpme2015/ 2010</i>			0.948*** (5.32)		
<i>lnpme2015</i>				0.0199 (1.91)	
<i>Wy_lnpme2020/ 2015</i>				1.828*** (6.69)	
<i>Wy_lnpme2020/ 2000</i>					-0.00840 (-1.88)
<i>_cons</i>	0.0133 (0.25)	0.0769 (1.45)	-0.0688 (-0.98)	0.00762 (0.12)	-0.00293 (-0.24)
<i>N</i>	192	192	192	192	192

Estatística *t* entre parênteses* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fonte: Elaboração própria

É possível de antemão observar que a defasagem espacial é importante para explicar a média de produtividade entre dois períodos no médio prazo. No longo prazo não é possível afirmar correlação entre defasagem espacial e produtividade média, porém a produtividade do período inicial da análise é relevante e aponta convergência.

6.2.2 Tobit

Tabela 4 - Resultados das estimações Modelo Tobit

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	lnpme2005/ 2000	lnpme2010/ 2005	lnpme2015/ 2010	lnpme2020/ 2015	lnpme2020/ 2000
Model					
<i>lnpme2000</i>	-0.00784 (-0.82)				-0.722*** (-488.17)
<i>Wy_lnpme2005/ 2000</i>	1.311*** (7.92)				
<i>lnpme2005</i>		-0.0153 (-1.78)			
<i>Wy_lnpme2010/ 2005</i>		1.007*** (5.34)			
<i>lnpme2010</i>			0.0184 (1.66)		
<i>Wy_lnpme2015/ 2010</i>			0.957*** (5.36)		
<i>lnpme2015</i>				0.0198 (1.91)	
<i>Wy_lnpme2020/ 2015</i>				1.830*** (6.72)	
<i>Wy_lnpme2020/ 2000</i>					-0.00855 (-1.92)
<i>_cons</i>	0.0133 (0.25)	0.0774 (1.46)	-0.0699 (-1.00)	0.00749 (0.12)	-0.00318 (-0.26)
<i>Sigma</i>					
<i>_cons</i>	0.390*** (19.50)	0.269*** (19.50)	0.385*** (19.42)	0.389*** (19.50)	0.0595*** (19.51)
<i>N</i>	192	192	192	192	192

Estatística z entre parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fonte: Elaboração própria

A interpretação que se extrai das equações de convergência está associada a inclinação da reta e não necessariamente ao valor de β . Portanto, ao observar os resultados do modelo de MQO é possível observar duas características principais: todas as defasagens espaciais foram estatisticamente significantes; e todos os valores do ano de inicial (β de convergência) não foram estatisticamente significantes, exceto para a análise de 2000-2020. Isso corrobora com a conclusão de dependência espacial decorrente da AEDE. Contudo os β não sendo significantes indica que a produtividade média do período anterior não explica de forma significativa a variação entre os períodos.

Apesar de não significantes os dois primeiros biênios apontaram convergência (inclinação negativa). Isso significa que nesse período os municípios menos produtivos passaram a ser mais produtivos e os mais produtivos não alteraram fortemente o rendimento médio. Isso talvez tenha ocorrido por fatores exógenos (clima, precipitação), ou por maior acesso a crédito. Seja qual for o motivo, não é possível afirmar com certeza que houve convergência.

Enquanto isso nos dois períodos seguintes, os valores dos β acusaram divergência, isto é, os municípios mais produtivos foram ainda mais produtivos. Igualmente aos períodos anteriores, existem tanto fatores exógenos, como acesso à crédito ou qualidade do maquinário que podem interferir no resultado. Portanto não é possível afirmar que há convergência ou divergência no médio prazo, mas é possível afirmar que a localização do município importa para explicar a variação entre o período.

Para a equação 5 que analisa o período inicial e final de toda análise (2020/2000) o resultado apresentou inclinação negativa (convergência) cujo valor é estatisticamente significante. Porém a defasagem espacial se apresentou como não sendo significante e negativa, isso é, a localização não explicaria o rendimento médio entre os períodos. Apesar do valor significante do β , a defasagem espacial não condiz com os resultados alcançados pela AEDE. Portanto é possível afirmar que há convergência no longo prazo, contudo, a defasagem espacial não é significante para explicar a variação do período.

Os resultados foram iguais em termos de interpretação para o modelo Tobit. Apesar dos valores dos β não serem comparáveis entre os modelos, a inclinação, que é o objetivo principal da análise, é mesma e as significâncias estatísticas também são iguais. Logo, mesmo modelando a quantidade de municípios sem produção de café, não se obteve para o modelo Tobit resultado diferente do modelo MQO.

6.2.3 Spatial Lag Model (Sar) E Spatial Error Model (Sem)

Tabela 5 - Resultados das estimações Modelos SAR e SEM

Var.	Ln(PME2005/ PME2000)		Ln(PME2010/ PME2005)		Ln(PME2015/ PME2010)		Ln(PME2020/ PME2015)		Ln(PME2020/ PME2000)	
	SAR	SEM	SAR	SEM	SAR	SEM	SAR	SEM	SAR	SEM
α	0.0532 (0.999)	-0.0091 (-0.094)	0.0683 (1.276)	0.0188 (0.296)	-0.0359 (-0.527)	0.0507 (0.612)	-0.0293 (-0.462)	0.1107 (1.178)	0.0202 (0.375)	0.1321 (1.449)
β	-0.0159 (-1.711)	-0.0125 (-1.236)	-0.0184 (-2.159)	-0.0166 (-1.903)	0.0211 (1.906)	0.0211 (1.908)	0.0188 (1.861)	0.0161 (1.514)	0.0103 (1.142)	0.0136 (1.392)
ρ	0.6537*** (7.730)		0.4991*** (4.562)		0.5186*** (4.857)		0.6242*** (6.974)		0.6434*** (7.420)	
λ		0.6635*** (7.953)		0.4952*** (4.463)		0.5209*** (4.866)		0.6337*** (7.146)		0.6502*** (7.578)

Estatística z entre parênteses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fonte: Elaboração própria

Analisando o resultado dos β de convergência para o modelo SAR é possível concluir que houve apenas convergência no período de 2005-2010. O modelo SEM também apontou convergência no mesmo período de 2005-2010. Porém para os demais períodos todos os resultados foram positivos, isto é, ao longo do tempo o rendimento médio da produção tendeu a ser divergente (os municípios mais produtivos se tornaram ainda mais produtivos). O modelo SEM apontou convergência apenas nos dois períodos iniciais de análise, e os demais períodos indicaram, de acordo com modelo, divergência.

Observando toda a análise é possível concluir que há convergência no longo prazo (2000-2020). Porém a defasagem espacial não é significativa para explicar a variação entre os períodos. No médio prazo não é possível afirmar convergência ou divergência, contudo, onde o município está localizado interfere na produtividade média alcançada.

7 CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi analisar a produtividade média da produção de café na Bahia em termos de rendimento da terra e verificar a convergência de produtividade entre o período de 2000 à 2020. Para tanto foi utilizado métodos de AEDE verificando a formação de clusters de produtividade média através de indicadores LISA e também foram utilizados métodos econométricos para analisar a convergência espacial entre os municípios baianos.

A AEDE aponta a formação de *clusters* de valores Alto-Alto nas regiões do Sul e Centro Sul do estado e de valores Baixo-Baixo na Região Metropolitana de Salvador e Vale São-Franciscano. Portanto existe correlação espacial positiva na produtividade entre as regiões, ou seja, a região em que o município se localiza diz respeito sobre a produtividade média que ele pode obter.

Os resultados do Modelo de MQO e Tobit corroboraram para afirmar que existe especialização espacial. Contudo, observando toda análise econométrica é possível afirmar que a produtividade média do período anterior não é suficiente para explicar a variação da produtividade média no médio prazo. Observando o longo prazo (2000-2020) em ambos os modelos é possível afirmar que houve convergência. Contudo a região que o município se localiza não foi significativa para explicar a variação da produtividade média no longo prazo. Isso pode significar que existem outros fatores que influenciam na produtividade e que precisariam ser incorporados no modelo.

Os modelos SAR e SEM apontam que houve convergência no período de 2000-2005 e 2005-2010 e divergência nos demais. Os valores dos betas não foram estatisticamente significantes, porém os pesos espaciais em ambos os modelos atestaram a dependência espacial concluída pela AEDE. Portanto, houve convergência nos períodos iniciais (2000-2005, 2005-2010) e divergência nos demais, inclusive no longo prazo (2000-2020).

É possível concluir, portanto, que a produtividade média da produção de café nos municípios baianos tende a convergir no longo prazo. Contudo existem outros fatores que influenciam no crescimento da produtividade média que não a produtividade do período anterior, em especial, qual região em que o município está localizado. Apesar de ser possível extrair conclusões assertivas sobre o longo prazo, é preciso incorporar ao modelo outros fatores como precipitação, altitude, valor de produção, tipo de grão, etc.

O setor de café na Bahia possui margem de crescimento de tal modo que a tornaria ainda mais relevante nacionalmente. É necessário portanto entender, a médio prazo, para qual foco deve ser direcionada a atenção das políticas públicas. Foi concluído pelo trabalho quais regiões precisam ter a atenção das políticas, mas é preciso também entender como a produção pode obter maior valor agregado. Assim sendo o crescimento do setor pode trazer benefícios tanto para as regiões produtoras quanto para o estado como um todo.

O acesso a crédito com taxas de juros baixas ou maquinário mais eficiente podem aumentar consideravelmente a produtividade de alguns municípios. O efeito poderia gerar transbordamento e com isso os municípios vizinhos também seriam incentivados a ter maior taxa de produtividade para se colocar melhor dentro de um mercado competitivo. Ocorrendo competição de fato, o mercado tenderia a produzir cafés de melhor qualidade (mais puros) com preços mais acessíveis. Toda essa produção pode fazer frente ao mercado externo, colocando a Bahia em um patamar de competição maior com outros estados o que gera mais retorno pro estado como um todo.

O incentivo à produção de cafés especiais (*gourmet*) também é um fator que pode gerar muito rendimento no futuro. Cafés com características e notas sensoriais únicas tem sido buscados amplamente pelos apreciadores da bebida. Altitude, solo, tempo de maturação, modo de colheita dos grãos, métodos de torra e armazenagem, todos esses fatores são considerados ao se produzir ou compor (*blends*) cafés de melhor qualidade. O incentivo a produção de café com maior valor agregado, também pode ser um diferencial do mercado baiano frente aos outros estados.

As bases de dados disponíveis não fornecem informações suficientes sobre os tipos de grãos produzidos na Bahia. Tendo em vista o crescimento do setor de café gourmet nos últimos anos, é de suma importância fomentar o acesso dos produtores a máquinas e equipamentos de maior eficiência. Quanto maior a eficiência do processo produtivo, maior será a margem de lucro e também tende a ser maior a qualidade (pureza) do grão de café. Portanto o crescimento do setor de café gourmet nos últimos anos deve ser visto como uma oportunidade da Bahia se destacar não somente na quantidade produzida (produtividade média), mas no valor agregado (qualidade) do café que somente pode ser produzido em terras baianas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Eduardo. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.
- ALMEIDA, Eduardo Simões de; PEROBELLI, Fernando Salgueiro; FERREIRA, Pedro Guilherme Costa. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil?. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 31-52, 2008.
- CARDOZO, Daniela Peres; LAS SCHAAB, Luana; PARRÉ, José Luiz. Análise espacial da produtividade do café na região Sudeste do Brasil: 1990-2015. **Revista Economia Ensaios**, v. 34, n. 1, p. 176-198, 2019.
- FAVRO, J.; MARCONATO, M.; ALVES, A. F. Convergência da Produtividade do Milho no Brasil: Uma Análise Espacial. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO e SOCIOLOGIA RURAL (SOBER). ,54 (SOBER). **Anais...** Maceió, AL, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790540307>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- GRAAFF, Jan de. **The economics of coffee**. Netherlands: Pudoc, 1986.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Coffee production by exporting countries**. London, 2021. Disponível em: <https://www.ico.org/prices/po-production.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Exports of coffee by exporting countries**. London, 2022. Disponível em: <https://www.ico.org/prices/m1-exports.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- JONES, Charles; VOLLRATH, Dietrich. **Introdução à teoria do crescimento econômico**. Elsevier Brasil, 2016.
- MION, José. Origem do Café: História, Trajeto e Como Chegou ao Brasil. **Blog: Alô Alô Bahia**. São Paulo, 29 nov. 2021. Disponível em: <https://aloalobahia.com/notas/cafes-baianos-estao-entre-os-melhores-do-mundo-aponta-premiacao-internacional>. Acesso em: 27 jun. 2022
- PAIVA, Lucas. Origem do Café: História, Trajeto e Como Chegou ao Brasil. **Blog: Reviewcafé**. São Paulo, 11 abr. 2022. Disponível em: <https://reviewcafe.com.br/dicas-e-receitas/origem-do-cafe/#:~:text=Embora%20o%20cafeeiro%20seja%20de,%2C%20que%20significa%20%E2%80%9CFor%C3%A7a%E2%80%9D..> Acesso em: 27 jun. 2022.
- SOUZA, Rafael Morais de; PEROBELLI, Fernando Salgueiro. Diagnóstico espacial da concentração produtiva do café no Brasil, no período de 1991 a 2003. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 5, n. 3, p. 353-377, 2007.
- TEIXEIRA, Rudolph Fabiano Alves Pedroza; BERTELLA, Mario Augusto. Distribuição espaço-temporal da produtividade média do café em Minas Gerais: 1997-2006. **Análise Econômica**, v. 33, n. 63, 2015.

WOOLDRIDGE, Jeffray Marc. **Introdução à econometria: Uma abordagem moderna.** São Paulo: Thomson, 2005.

APÊNDICE A

Tabela - Valores médios das variáveis para o biênio inicial e final da análise por unidade da Federação

UF	Área destinada à colheita (Hectares)		Área colhida (Hectares)		Quantidade produzida (Toneladas)		Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare)		Valor da Produção (Mil Reais)*	
	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020
Minas Gerais	1030668	1022863	1025985	1022856	1677289	1780170	1635	1734	8232877	14350582
Espírito Santo	531620	383970	531618	383970	998763	791105	1880	2061	3314183	4572802
São Paulo	212476	200043	212476	199919	395796	317547	1864	1588	1678550	2654095
Bahia	142618	118210	129476	118110	150764	212256	1160	1794	983006	1429938
Rondônia	210936	66995	210936	62776	231500	140810	1094	2243	772988	677305
Paraná	104166	37387	104166	37288	161122	61785	1365	1657	980877	473114
Rio de Janeiro	10189	12368	10189	12368	14707	20039	1451	1620	75881	130829
Goiás	4970	7891	4773	7836	8304	19105	1702	2437	54525	131602
Mato Grosso	39300	12356	39300	12350	38203	8835	942	715	134051	42782
Acre	1740	1124	1740	1078	3211	2099	1748	1960	10573	10367
Distrito Federal	641	410	628	410	1243	688	1946	1678	2685	7981
Ceará	7392	1440	7392	1440	4665	527	631	366	30240	3898
Amazonas	414	238	361	237	282	346	783	1465	717	1148
Mato Grosso do Sul	1895	260	1221	260	2156	238	1820	914	9254	1912
Pará	19840	237	16301	237	32450	221	1987	937	91967	451

UF	Área destinada à colheita (Hectares)		Área colhida (Hectares)		Quantidade produzida (Toneladas)		Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare)		Valor da Produção (Mil Reais)*	
	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020
Pernambuco	5587	1341	5336	621	2564	208	477	318	13134	1446
Paraíba	21	10	21	10	19	13	935	1292	102	85
Roraima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amapá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tocantins	2	0	2	0	2	0	1000	0	30	0
Maranhão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piauí	11	0	11	0	4	0	367	0	29	0
Rio Grande do Norte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagoas	44	0	37	0	7	0	177	0	16	0
Sergipe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guanabara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Catarina	17	0	17	0	33	0	2000	0	217	0
Rio Grande do Sul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Valores deflacionados pelo IGP-DI

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM)

Microrregião	Área destinada à colheita (Hectares)		Área colhida (Hectares)		Quantidade produzida (Toneladas)		Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare)		Valor da Produção (Mil Reais)*	
	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020	2000-2001	2019-2020
	Barra	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bom Jesus da Lapa	19	0	19	0	38	0	1000	0	203	0
Feira de Santana	15	0	15	0	12	0	800	0	111	0
Jeremoabo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Euclides da Cunha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ribeira do Pombal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serrinha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alagoinhas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Entre Rios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Catu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salvador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Valores deflacionados pelo IGP-DI

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM)

APÊNDICE B

Estrutura de plotagem dos mapas

O Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) utilizado foi o EPSG: 4674 - SIRGAS 2000 que possui menos distorções no sistema UTM (Universal Transversa de Mercator) para as zonas do Brasil. Como as visualizações propostas pelo trabalho não são prejudicadas com distorções em poucos metros, o SRC utilizado para a Bahia também foi o tipo geográfico utilizado para o Brasil.

As malhas territoriais foram extraídas através do site do IBGE⁵, e as camadas vetoriais foram extraídas do site *Natural Earth*⁶. As quebras utilizadas para a classificação tanto dos estados do Brasil como das mesorregiões da Bahia, foi a Quebra Natural onde a Prof. Delazari (2019)⁷ afirma que “é um método que tenta minimizar a variância dentro da classe e maximizar as diferenças entre classes” (DELAZARI, 2019). O método ótimo de estimação desse tipo de quebra foi desenvolvido por George Janks, onde de acordo com a professora, o método forma grupos que sejam homogêneos internamente de modo a garantir a heterogeneidade entre as classes e para isso é utilizada uma medida para prospectar a classificação, que é fundamentada em minimizar a soma dos desvios quadrados das médias das classes.

Para melhores compreensões de utilização do software QGis, é indicado o canal do Youtube “Descomplica QGis”.

⁵ <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>

⁶ <https://www.naturalearthdata.com/downloads/>

⁷ https://docs.ufpr.br/~luciene/files/2019_GA126_aula5.pdf