

# ANÁLISE DA PROJEÇÃO ESPACIAL DA FRUTICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO

## Analysis of Spatial Projection of Fruit Production in Brazilian's Northeast

### Helson Gomes de Souza

Economista. Doutorando em Economia Aplicada do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba (PPGE/UFPB). helson.g.souza@gmail.com

### Francisco José Silva Tabosa

Economista. Doutor em Economia Aplicada. Professor e Coordenador do Mestrado Acadêmico em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará (MAER/UFC). franzetabosa@ufc.br

### Kilmer Coelho Campos

Administrador de Empresas. Doutor em Economia Aplicada. Professor Associado I do Departamento de Economia Agrícola (DEA/UFC). kilmer@ufc.br

### José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

Economista. Doutor em Economia Aplicada. Pesquisador do IPEA e Professor da Universidade de Brasília (UNB). jose.vieira@ipea.gov.br

### Henrique Dantas Neder

Engenheiro Mecânico. Doutor em Ciência Econômica. Professor da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Visitante da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). hdneder@ufu.br

---

**Resumo:** Haja vista a importância da fruticultura para a economia da região Nordeste do Brasil, este trabalho busca uma resposta para o problema: existe uma expansão espacial da produção frutícola no Nordeste? Assim, busca-se verificar a existência de uma expansão espacial dos produtos advindos da fruticultura da região Nordeste do Brasil. Para tanto, utilizou-se uma metodologia econométrica capaz de englobar os efeitos advindos da proximidade espacial referente às culturas da banana, laranja, manga, do coco-da-baía, mamão, maracujá e melão. A partir desse procedimento, foi possível verificar que as produções das culturas estudadas nos municípios do Nordeste apresentam correlações com a produção em municípios vizinhos. Além disso, verificou-se que as culturas do coco-da-baía e do maracujá apresentam uma tendência de expandir espacialmente no sentido Norte-Sul. Verificou-se também que as produções da banana e do coco-da-baía tendem a expandir no sentido Leste-Oeste. Já a cultura do melão apresenta uma tendência de expansão nos sentidos Sul-Norte e Leste-Oeste.

**Palavras-chave:** Nordeste; Fruticultura; Projeção Espacial.

**Abstract:** In view of the importance of fruit growing for the economy of Northeast Brazil, this work seeks an answer to the problem: There is a spatial expansion of fruit production in the Northeast? With this, the present work seeks to verify the existence of a spatial expansion of the products derived from fruticulture in the Northeast region of Brazil. For that, an econometric methodology was used to encompass the spatial proximity effects of banana, orange, bayberry, mango, papaya, passion fruit and melon. From this procedure it was possible to verify that the crops studied in the municipalities of the Northeast show correlations with production in neighboring municipalities. In addition, it has been found that as coconut-bay and passion-fruit cultures a difficulty to expand spatially in the north-south direction. It was also found that as banana and coconut productions tend to expand in the East-West direction. The melon culture tends to expand in the South-North and East-West directions.

**Key words:** Northeast; Fruticulture; Spatial expansion.

## 1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma das principais atividades do setor agrícola da região Nordeste do Brasil. De acordo com Vidal e Ximenes (2016), no ano de 2014, a área utilizada para o cultivo da fruticultura na região descrita foi de aproximadamente dois milhões de hectares. Além disso, esses autores apontam que a Bahia foi o estado com a maior participação no valor da produção da fruticultura da região Nordeste em 2014, obtendo 48,8% do valor total da região. No mesmo ano, o Ceará foi considerado a segunda maior região produtora, com 13,6% do valor total, seguido pelo estado de Pernambuco, com 13,1% do valor total.

De acordo com os dados da Produção Agrícola Municipal (PAM), disponibilizados anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), em termos de valores monetários, a cultura da banana representou a maior produção no setor frutícola da região Nordeste dentre as demais frutas cultivadas na região. Em 2014, por exemplo, a produção de banana foi responsável por 22% do valor da produção frutícola da região, seguida pelo cacau (10%), coco-da-baía (10%), mamão (9%), abacaxi (8%) e maracujá (7%). Do ponto de vista econômico, a atividade em questão tem crescido e ganhado destaque regional. Lima e Miranda (2001) atribuem esse crescimento ao apoio político institucional dado ao setor, destacando a implantação de medidas que facilitaram o desenvolvimento técnico da produção. Os autores ressaltam ainda a importância de medidas como a criação e manutenção dos centros irrigados na região, a exemplo do polo irrigado de Petrolina, localizado nos estados de Pernambuco e da Bahia.

A produção de frutas no Nordeste do Brasil é destinada, em sua grande parte, a abastecer o mercado interno da região. Dentre as culturas que possuem maior destinação para exportação, destacam-se a do melão, do limão, da manga, da melancia e da castanha do caju. Já culturas como a da laranja, da goiaba, do coco-da-baía, da banana e do abacaxi se reservam quase que totalmente ao mercado interno (VIDAL; XIMENES, 2016).

Vidal e Ximenes (2016) destacam também que a produção frutícola no Nordeste brasileiro tem se elevado nos últimos anos. De acordo com os autores, esse aumento de produção se dá, principalmente, em decorrência dos avanços tecnológicos,

dos ganhos de produtividade e da abrangência espacial que a fruticultura vem ganhando na região Nordeste.

Alves e Souza (2015) destacam a importância das atividades agrícolas desempenhadas por pequenos produtores brasileiros, dando destaque ao caráter desenvolvimentista de setores como a agricultura familiar no Sul do Brasil e a fruticultura no Nordeste. Nessa perspectiva, Vieira Filho e Fishlow (2017) ressaltam que a fruticultura nordestina, principalmente aquela advinda da irrigação, provém, em sua grande maioria, de pequenas propriedades, atuando como um segmento de desenvolvimento econômico dos pequenos agricultores da região e contribuindo para a obtenção de renda e a redução dos níveis de pobreza das camadas mais vulneráveis do setor agrícola do Nordeste. Dessa maneira, a compreensão da dinâmica espaço-temporal da fruticultura no Nordeste brasileiro pode auxiliar no planejamento, na formulação e na aplicação de ferramentas que visem o desenvolvimento regional por meio desse setor.

Diante dessas ponderações, o objetivo do presente trabalho é verificar a existência de uma expansão espacial dos principais produtos advindos da fruticultura da região Nordeste do Brasil. Além disso, este estudo analisa a participação da produção frutícola na composição da produção agrícola da região Nordeste, considerando-se a localização espacial das culturas estudadas. A partir disso, busca-se resposta para o seguinte problema: existe uma expansão espacial da fruticultura nos municípios da região Nordeste do Brasil? Além disso, pretende-se responder como está se dando a expansão espacial da produção frutícola municipal na região, tendo em conta uma série de produtos cultivados no setor.

A justificativa para o desenvolvimento deste estudo reside na intensa participação da fruticultura na economia agrária da região Nordeste, bem como na importância de se conhecer o direcionamento espacial dessas atividades na formulação de políticas públicas de apoio ao setor.

Como hipótese principal de análise, entende-se que a produção frutícola na região Nordeste do Brasil apresenta determinado direcionamento espacial a depender da cultura a ser analisada. Para tanto, considera-se que essas culturas estão inseridas em uma situação de dependência espacial. Assim, os fatores condicionantes da produção de

determinadas áreas acarretam expansão espacial da produção das culturas frutícolas em certa direção no espaço.

Diante do exposto, o presente trabalho é subdividido em cinco sessões, incluindo esta breve introdução. A segunda seção engloba o aporte teórico e literário que fundamenta este trabalho. A terceira se refere ao arcabouço metodológico utilizado. A quarta apresenta os resultados encontrados e as discussões desenvolvidas acerca do tema. Por último, apresentam-se as considerações finais.

## 2 PRODUÇÃO FRUTÍCOLA NO NORDESTE BRASILEIRO

No Nordeste brasileiro, a agricultura tem papel de destaque na economia regional. Cerca de 82% da mão de obra do campo localizada nessa região é advinda da agricultura familiar. Inserida nesse setor, a fruticultura exerce um papel determinante no montante agrícola produzido na região, de forma que, no âmbito nacional, a região é a maior produtora de banana. Além disso, o Nordeste é responsável por cerca de um terço da produção frutícola total do país (CASTRO, 2012).

Gomes et al. (2015) afirmam que a fruticultura nordestina possui enorme potencial no que se refere à oferta de emprego e renda. As condições climáticas da sub-região semiárida, que representam um obstáculo ao cultivo de grãos e à produção pecuária, transformam-se em vantagem quando se trata da fruticultura, principalmente no que concerne às atividades irrigadas desse setor. Para Alves e Souza (2015), foi possível mostrar a possibilidade de enriquecimento dos pequenos produtores da região, comparando-se o semiárido nordestino ao Sul do país. As políticas públicas para o semiárido foram definidas com pouca participação das instituições locais, a exceção daquelas em um período mais recente, e a irrigação foi decisiva no fomento produtivo.

Quintino, Khan e Lima (2010) afirmam que a referida região tem um papel relevante no desempenho da fruticultura brasileira, destacando ainda que esta é uma atividade intensa que contribui para a economia da região Nordeste, visto que as frutas tropicais são produzidas principalmente nas áreas semiáridas, viabilizando a possibilidade de desen-

volvimento dessas economias historicamente fragilizadas.

O estudo desenvolvido por Alves e Souza (2015) também enfatiza os efeitos da desigualdade de quantidades produzidas em termos distintos pelos produtores do setor agrícola nas regiões brasileiras, apontando que a região Nordeste se destaca por apresentar uma maior situação de pobreza e vulnerabilidade, mesmo os produtores mais pobres sendo responsáveis por um elevado percentual da produção agrícola.

A partir de uma visão voltada para o semiárido nordestino, Alves e Souza (2015) destacam que a pobreza e extrema pobreza nessa região se apresentam em maiores números, quando comparadas a outras regiões do Brasil. Para esses autores, a evolução tecnológica agrícola ocorreu de forma menos intensa no semiárido, principalmente no que diz respeito à agricultura de sequeiro. Os autores apontam que esse fato pode ter agido como mecanismo de perduração da pobreza rural, principalmente, na parte semiárida da região, uma vez que a agricultura de sequeiro compõe uma das principais fontes de renda da agricultura familiar do semiárido nordestino.

Quintino, Khan e Lima (2010) indicam que a fruticultura no Nordeste necessitava de apoio político-institucional, pois esse setor apresentava atividades de grande importância no contexto socioeconômico regional. É preciso, contudo, implementar ferramentas de apoio e incentivo produtivo, principalmente no que concerne aos pequenos produtores da região.

Em termos de valor de produção, a fruticultura irrigada do Nordeste brasileiro se destaca. Tal fato pode advir da viabilização da irrigação por meio da implantação de infraestrutura hídrica pelo Governo Federal, a qual possibilitou a criação e consolidação de polos de fruticultura no semiárido de Pernambuco, da Bahia, do Ceará e do Rio Grande do Norte (VIDAL; XIMENES, 2016).

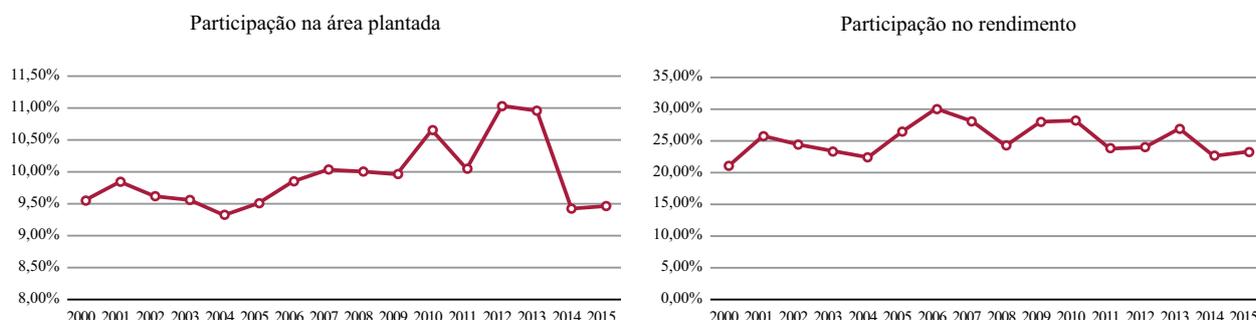
Um dos grandes destaques da produção frutícola da região Nordeste é o estado da Bahia, que é o segundo maior produtor de frutas no Brasil, apresentando uma produção que, em 2015, chegou a aproximadamente 4,9 milhões de toneladas. Os principais produtos da fruticultura baiana são banana (1,1 milhão de toneladas), laranja (962 mil toneladas) e mamão (723 mil toneladas). No que diz respeito ao valor da produção, em 2015, a Bahia

contribuiu com 11,9%, valor avaliado em R\$ 3,2 bilhões, sendo: banana (28%), mamão (17,7%) e coco-da-baía (11,2%) (CARVALHO et al., 2017).

Uma das principais características da fruticultura na região Nordeste é a sua rentabilidade, a qual torna essa atividade mais atrativa do que a agricultura convencional da região. Por meio do

Gráfico 1 é possível visualizar essa afirmação.<sup>1</sup> Dentre os anos de 2000 e 2015, a fruticultura na região Nordeste representou um percentual da área plantada que oscilou entre 9 e 11%, de maneira que a maior participação ocorreu em 2012, quando 12% da área plantada da região foi destinada às culturas frutícolas.

Gráfico 1 – Participação da fruticultura na área plantada e no rendimento agrícola total da região Nordeste

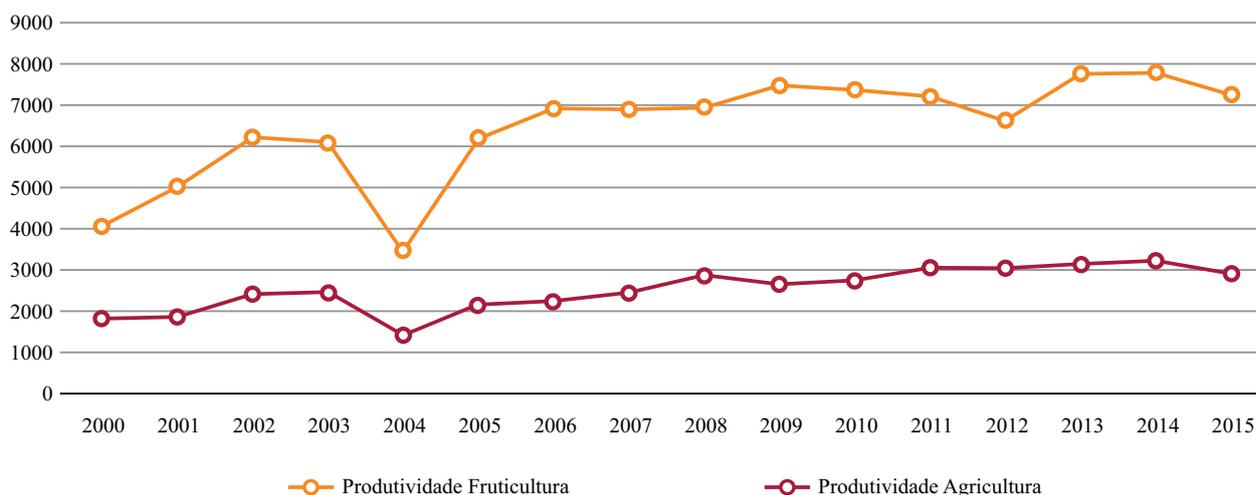


Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da PAM (IBGE - SIDRA, 2016).

Apesar de um baixo percentual da área plantada com essas culturas, a participação do rendimento da fruticultura no rendimento total da agricultura mantém uma porcentagem elevada, atingindo 30,21% no ano de 2006. As oscilações nesses valores ocorrem, em grande parte, devido à fluatuabilidade climática da região e à sensibilidade hídrica das culturas. Esses aspectos influenciam diretamente na produtividade desse setor, conforme

demonstrado no Gráfico 2. Haja vista a razão entre o valor da produção<sup>2</sup> e a área plantada, observa-se que, desde o ano 2000 até o ano 2015, a produtividade da fruticultura é superior à produtividade do setor agrícola em geral. Para todos os anos dispostos no Gráfico 2, a produtividade da fruticultura ultrapassa o dobro da produtividade do setor agrícola, chegando a ser mais do que três vezes maior no ano de 2006.

Gráfico 2 – Produtividade média da agricultura e da fruticultura na região Nordeste



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da PAM (IBGE - SIDRA, 2016).

Diante dos aspectos históricos de rendimento e produtividade, a fruticultura ganha espaço

<sup>2</sup> Em reais (R\$), de agosto de 2017.

<sup>1</sup> Para as estimativas da fruticultura presentes nos Gráficos 1 e 2, consideraram-se os dados referentes às seguintes culturas: abacate, abacaxi, banana, castanha de caju, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, marmelo, melancia, melão, pera, pêssego, tangerina, tomate e uva. Para representar a agricultura como um todo, utilizam-se os dados referentes a todos os produtos agrícolas dispostos na PAM.

no Nordeste brasileiro, gerando maior atratividade do que a agricultura tradicional de sequeiro característica da região. Assim, a adesão dos agricultores à produção frutícola e o seu recente crescimento passam a ter impacto mais intenso sobre o desenvolvimento da região Nordeste, principalmente nas áreas rurais, conforme apontam Vieira Filho e Fishlow (2017).

Verifica-se, todavia, que não é apenas o rendimento e a produtividade que atuam como determinantes do potencial frutícola da região Nordeste. Segundo conclusões obtidas por Xavier, Costa R. e Costa E. (2006), o desenvolvimento recente da fruticultura nordestina está ligado, dentre outros fatores, à alocação eficiente dos recursos hídricos disponíveis. Nesse sentido, a eficiência produtiva tende a ser mais elevada nos locais onde o planejamento é mais adequado, gerando, assim, ganho de produtividade e, conseqüentemente, de competitividade.

Bustamante (2009) afirma que, de maneira geral, os fruticultores brasileiros estão organizados em polos produtivos, que se caracterizam pela baixa presença de capital, elevada especialização da mão de obra e inovações tecnológicas do tipo incremental, geralmente baseadas na difusão, no aprendizado e na adaptação. Conforme apontam Silva, Ferreira e Lima (2017), os fruticultores do Nordeste se concentram, em boa parte, nos polos irrigados e nas regiões com viabilidade estrutural e produtiva mais adequada. Os produtores que estão assim localizados demonstram um desenvolvimento produtivo mais eficiente em relação aos seus competidores.

De acordo com Vidal e Ximenes (2016), a fruticultura é uma atividade bastante heterogênea no Nordeste brasileiro, de maneira que a região agrupa uma grande diversidade de culturas frutícolas. Embora o setor frutícola tenha uma grande abrangência regional, para grande parte das culturas, os grandes polos de produção se concentram nos perímetros irrigados. Esses polos produtivos reúnem a maioria significativa da produção de uma vasta camada de culturas, sendo responsável também por grande parte do total exportado desse segmento. Essa estrutura produtiva vem se tornando um padrão moderno que se configura na integração entre agricultura e indústria, entre rural e urbano (LIMA; MIRANDA, 2001).

### 3 A FRUTICULTURA COMO MECANISMO PROPULSOR DO DESENVOLVIMENTO NO NORDESTE RURAL

A fruticultura é um dos principais subsetores da agricultura, tendo em vista que essa atividade consiste em uma ferramenta de captação e distribuição de renda, principalmente, no que diz respeito aos pequenos e médios produtores. Nesse sentido, a fruticultura atua como mecanismo capaz de gerar renda e manter os produtores no campo, proporcionando, assim, boas condições de sobrevivência às famílias, configurando-se como uma boa alternativa principalmente para as pequenas propriedades (PETINARI; TERESO; BERGAMASCO, 2008).

Conforme apontado por Vieira Filho e Fishlow (2017), grande parte da pobreza extrema no meio rural se concentrava no Nordeste brasileiro, com uma agricultura familiar desigual e concentrada, que representava algo em torno de 61% do total nacional. Porém, observam também que existiam ilhas de excelência produtiva, tal como a fruticultura irrigada.

A fruticultura se destaca como importante geradora de empregos formais no setor rural nordestino. Entre 2011 e 2015, os empregos formais apresentaram um crescimento de 4,11% ao ano. Ao final de 2015, o segmento empregava mais de 43 mil trabalhadores, 31,15% do total no Brasil. O crescimento da demanda por mão de obra foi acompanhado por um intenso desenvolvimento da produção, atrelado às condições ambientais e aos financiamentos constitucionais implementados na região (VIDAL; XIMENES, 2016).

Ainda para Vidal e Ximenes (2016), destaca-se o cultivo de fruteiras permanentes, que correspondem à grande maioria do território destinado ao plantio de frutas na região. No ano de 2014, por exemplo, as fruteiras permanentes ocuparam mais de 90% da área cultivada com fruticultura. Não obstante, os autores destacam que as culturas permanentes possuíam uma alta variação produtiva em decorrência da variabilidade climática da região. A partir de 2012, ocorreu uma redução desse tipo de cultivo, que se acentuou devido ao agravamento da crise hídrica.

Para Lima e Miranda (2001), o desenvolvimento da fruticultura no Nordeste se apoia em condições climáticas singulares, combinando a constância de calor e insolação, característica dos

trópicos, com a baixa umidade relativa do ar registrada no semiárido. Assim, a agricultura em bases irrigadas pode se desenvolver nas melhores condições de sanidade das plantas, permitindo várias colheitas anuais.

De acordo com o exposto por Correia, Araújo e Cavalcanti (2001), a fruticultura atua na região Nordeste como um importante mecanismo gerador de desenvolvimento no meio rural. Os autores destacam que aliada à irrigação, a fruticultura é o principal vetor de desenvolvimento de algumas áreas, a exemplo da região do Submédio São Francisco, com ênfase maior às cidades de Petrolina e Juazeiro, as quais são citadas pelos autores como “paraísos” de desenvolvimento do semiárido brasileiro.

É fato que o setor agrícola da região Nordeste do Brasil, principalmente no tocante ao semiárido, apresenta uma defasagem produtiva e tecnológica se comparado às demais regiões (ALVES; SOUZA, 2015). Entretanto, Bustamante (2009) destaca que a produção frutícola da região vem apresentando recentes ganhos de produtividade provindos do aprimoramento tecnológico e de inovações dos sistemas de produção e vendas, principalmente no que se refere aos pequenos e médios produtores que compõem a agricultura familiar e de subsistência, o que contribui para uma melhoria nos níveis de desenvolvimento local.

Gomes et al. (2015) destacam também a importância regional da atividade frutícola para o país. A fruticultura possui enorme potencial para a região no que se refere à oferta de emprego e renda, de forma que essa atividade vem se mostrando uma alternativa aos métodos e às atividades tradicionais desenvolvidos no setor agrícola da região.

Lima e Simões (2010) analisaram as principais áreas da região Nordeste que desempenham papel central para o seu desenvolvimento e para a dinâmica do emprego local. Os autores verificaram que os municípios que mais contribuíram economicamente para o desenvolvimento da região possuem como atividades econômicas principais a indústria ou a agricultura, tendo como destaque o polo agroindustrial de Petrolina/Juazeiro, o polo de fruticultura irrigada do Vale do Açu, a área de agricultura de grãos nos cerrados do extremo Oeste baiano, do Sul do Maranhão e do Piauí.

Dado o caráter desenvolvimentista da fruticultura, esse setor vem obtendo cada vez mais adeptos na região Nordeste, ao passo que os pequenos

agricultores abrem mão da produção agrícola convencional e aderem à produção frutícola, gerando uma recente expansão desse setor nos municípios nordestinos (VIDAL; XIMENES, 2016).

## 4 METODOLOGIA

Esta seção se destina a apresentar os instrumentos utilizados para buscar resposta para o problema ora abordado, sendo expostos os métodos utilizados e o tratamento auferido aos dados em questão.

Para responder a problemática descrita na seção introdutória, faz-se uma adaptação ao método proposto por Almeida e Haddad (2004). A técnica em questão consiste em modelar a autocorrelação e/ou heterogeneidade espacial referente à produção de uma determinada cultura agropecuária de forma a captar suas relações determinísticas com a produção total do setor e sua expansão no espaço. Para tanto, faz-se necessário o uso de um conjunto de técnicas responsáveis pelo tratamento dos dados esboçados no espaço e no tempo. Essas técnicas são especificadas nas subseções a seguir.

### 4.1 Matriz de proximidade espacial

O primeiro passo a ser considerado é modelar a vizinhança das unidades espaciais de uma maneira numérica. Para tanto, será construída uma matriz de proximidade espacial, que consiste em um instrumento capaz de identificar vizinhos de uma determinada região por meio da representação de áreas em termos numéricos. Com base na especificação dada por Almeida (2012), a matriz de vizinhança possui a seguinte estrutura:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } i \text{ e } j \text{ são vizinhos} \\ 0 & \text{se } i \text{ e } j \text{ não são vizinhos} \end{cases} \quad (1)$$

### 4.2 Autocorrelação espacial global

Para análises espaciais, faz-se necessário obter características da distribuição dos dados no espaço estudado. Utiliza-se, então, a Análise Exploratória de Dados Espaciais (Aede). Essa abordagem metodológica consiste em um conjunto de ferramentas que permite identificar a melhor técnica a ser utilizada para explicar os fenômenos estudados, incluindo as características de proximidade na distribuição dos dados. Esse procedimento é utilizado

por Gonçalves (2007) e por Cancian, Vidigal V. e Vidigal C. (2013).

Uma das principais funções desenvolvida na Aede é a possibilidade de diagnosticar a existência de correlação espacial por meio do cálculo de indicadores baseados na proximidade dos dados observados. Nesse sentido, Almeida (2012) destaca que a autocorrelação espacial é medida por meio do cálculo de indicadores gerais e locais, em que a primeira abordagem esboça a autocorrelação em um único valor para todas as unidades espaciais verificadas. Já os indicadores locais apontam um valor específico para cada localidade, possibilitando a identificação de *clusters* ou *outliers*.

No presente trabalho, a autocorrelação espacial global é verificada por meio do cálculo do Índice Global de Moran, apontado por Anselin (1994) como:

$$I = \frac{\sum_i \sum_j W_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_i (z_i - \bar{z})^2} \quad (2)$$

Onde  $n$  representa o número de regiões estudadas,  $z_i$  é o valor da variável estudada na área  $i$ ,  $\bar{z}$  é o valor médio da variável em uma determinada área e  $W_{ij}$  representa os valores indicados pela matriz de proximidade espacial utilizada.

O Índice Global de Moran varia de -1 a 1, de maneira que os valores positivos indicam a presença de autocorrelação espacial direta e os valores negativos a dispersão dos dados. A hipótese nula do referido indicador ( $H_0$ ) é de ausência de autocorrelação espacial. Dessa forma, a maior proximidade do valor 1 indica uma alta autocorrelação espacial, já uma maior proximidade do valor -1 indica uma alta dispersão dos dados. Nesse sentido, a presença de autocorrelação espacial na variável estudada se dá pela rejeição de  $H_0$ , tendo a estatística Global de Moran assumido um valor positivo.

### 4.3 Autocorrelação espacial local

Para indicar os níveis de correlação local referente à produção agrícola das culturas estudadas, o presente trabalho utiliza o Índice de Moran Local que, segundo Almeida (2012), é calculado por meio do produto dos desvios em relação à média como uma medida de covariância. Sendo assim, a probabilidade de que existam áreas com correlação espacial nas regiões com altos ou baixos

valores interligados é indicada por valores significativamente altos do índice. O I de Moran Local é dado por:

$$I = \frac{z_i \sum_{j=1}^n W_{ij} z_j}{\sum_{j=i}^n z_j^2} \quad (3)$$

Sendo  $Z_i = Y_i - \bar{Y}$  e  $z_j = Y_j - \bar{Y}$  e  $Z_i = Y_i - \bar{Y}$  e  $Z_i = Y_i - \bar{Y}$ .

Onde  $W_{ij}$  é um elemento da matriz de vizinhança  $W$ ,  $Y_i$  é a variável analisada no município  $i$ ,  $Y_j$  é a variável analisada na região  $j$ ,  $\bar{Y}$  é a média amostral e  $n$  corresponde ao número de observações.

### 4.4 Tratamento econométrico

O arcabouço econométrico dado à presente pesquisa consiste em uma adaptação do método proposto por Almeida e Haddad (2004) para um conjunto de dados mais abrangentes. Na abordagem desenvolvida pelos referidos autores, considera-se um conjunto de dados de corte transversal advindos do Censo Agropecuário de 2006, os quais, por meio de um método econométrico-espacial, fornecem uma previsão de projeção de um grupo de culturas agropecuárias estudadas.

O método aqui utilizado consiste em utilizar as ferramentas propostas por Almeida e Haddad (2004), adaptadas para dados dispostos em tempo e espaço, a fim de fornecer uma previsão de projeção espacial mais consistente. Para tanto, utiliza-se uma abordagem espacial para dados em painel.

Inicialmente, considera-se o modelo convencional de efeitos fixos, dado por:

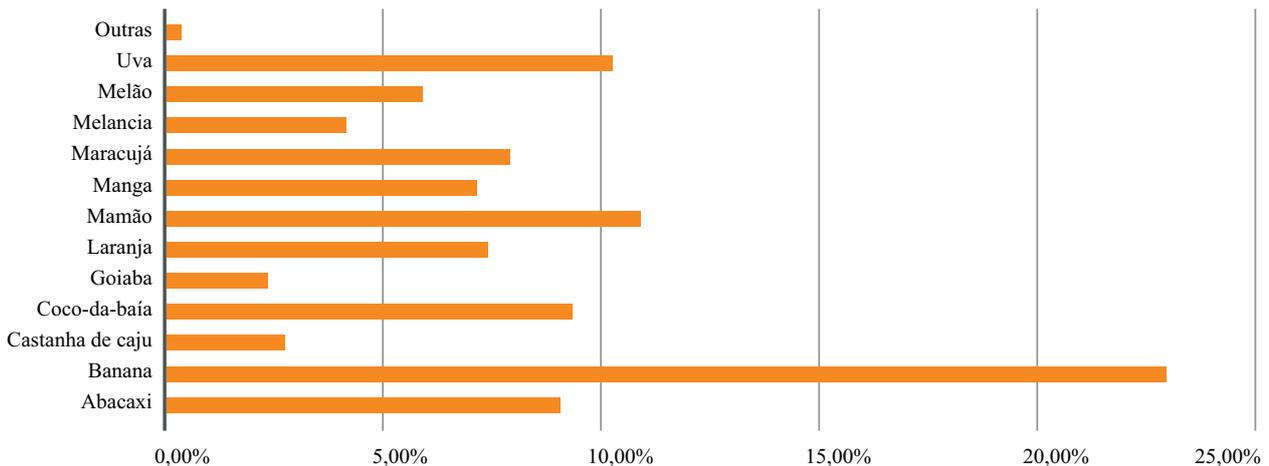
$$y_t = \alpha_t + X_t \beta + \varepsilon_t \quad (4)$$

De forma que  $\{\alpha_1, \dots, \alpha_n\}$  é um vetor que corresponde aos efeitos fixos,  $y$  é o logaritmo natural do valor da produção de uma determinada cultura e  $X$  é a matriz de variáveis independentes contendo o logaritmo natural do valor total da produção agrícola e as interações espaciais do logaritmo natural da produção, segundo as coordenadas geográficas de cada unidade de espaço. As variáveis utilizadas foram escolhidas com base na abordagem de Almeida e Haddad (2004).

A partir da utilização do procedimento de incorporação dos efeitos espaciais dados por Elhorst (2010), chega-se a um modelo geral de efeitos fi-



Gráfico 3 – Participação do somatório do valor da produção das culturas na produção frutícola da região Nordeste entre 2011 e 2015 (%)



Fonte: IBGE - SIDRA (2016).

## 5 RESULTADOS

A fruticultura vem se tornando um setor de grande importância para a economia brasileira. Dados da PAM (IBGE - SIDRA, 2016) mostram que, no ano de 2011, o valor total da produção frutícola no país chegou a superar R\$ 30 bilhões. A principal representante da produção frutícola brasileira é a região Sudeste, a qual aparece como a região com maior valor da produção em todo o período estudado.

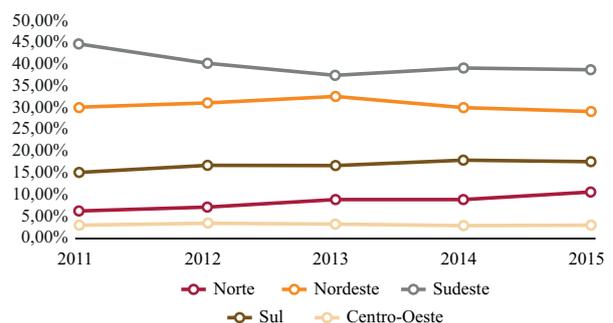
A região Nordeste ganha destaque enquanto a segunda maior produtora do país. Os dados da PAM (IBGE - SIDRA, 2016) demonstram que a produção de frutas no Nordeste beira os R\$ 10 bilhões em cada ano do período estudado. Contudo, a produção nessa região apresentou uma queda nos anos de 2014 e 2015, fato que pode ser explicado pelo agravamento da escassez hídrica enfrentada pela região nesse período.

A partir do Gráfico 4 é possível obter a dimensão da importância da fruticultura da região Nordeste, que detém a segunda maior participação na produção frutícola nacional, ficando atrás apenas de região Sudeste. Além disso, mesmo com todas as restrições e limitações enfrentadas pelas atividades agrícolas na região, a participação na produção nacional apresentou um aumento no final do período, quando confrontado ao ano inicial.

Cabe ressaltar que o setor frutícola nordestino representa maior participação na produção nacional, quando comparado a regiões como o Centro-Oeste (destacado por possuir um dos melhores níveis tecnológicos no setor agrícola nacional) e Sul

(destacado pela boa organização agrícola familiar e clima propício à produção frutícola), confirmando o crescimento produtivo do setor na região, destacado por Vidal e Ximenes (2016).

Gráfico 4 – Participação das regiões brasileiras na produção frutícola total



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da PAM (IBGE - SIDRA, 2016).

Haja vista a importância da fruticultura nordestina frente à produção frutícola nacional e o crescimento dessa atividade na região em questão, ressalta-se a necessidade de se conhecer a dinâmica expansiva da fruticultura, a fim de se obter melhorias nos planejamentos e execuções de ferramentas voltadas para o desenvolvimento desse setor.

Nesse sentido, analisa-se inicialmente os efeitos do fator proximidade, por meio da Aede. A autocorrelação espacial é um fenômeno característico de dados distribuídos no espaço. Esse fenômeno denota uma situação de dependência espacial de determinada variável. Para verificar a existência desse fenômeno na produção frutícola do Nordeste brasileiro, utiliza-se o Índice Global de Moran, especificado na Equação 2.

Para o cálculo do Índice Global de Moran e das estimações econométricas a seguir, utilizou-se uma matriz de vizinhança do tipo *K*-vizinhos, com  $K = 2$ . A matriz foi escolhida com base nos critérios de Baumont (2004) para estimações do tipo *cross-sectional*, bem como tendo em conta os instrumentos indicados por Almeida (2012)<sup>5</sup>.

O valor positivo e a significância estatística do Índice Global de Moran, esboçados na Tabela 1,

fornece um indício da existência de aglomerações espaciais da produção das culturas frutícolas em cada um dos anos analisados. Esse resultado indica a formação de concentrações espaciais da produção frutícola, ou seja, indica que existem municípios com grandes níveis de produção, os quais possuem vizinhos com altos níveis de produção ou vice-versa.

Tabela 1 – Autocorrelação espacial global do valor da produção das culturas estudadas

	Banana	Laranja	Manga	Mamão	Coco-da-baía	Maracujá	Melão
2011	0,1939 (0,000)	0,2050 (0,000)	0,2644 (0,000)	0,6271 (0,002)	0,3238 (0,000)	0,4876 (0,0001)	0,032 (0,014)
2012	0,2187 (0,001)	0,2346 (0,000)	0,2566 (0,000)	0,5449 (0,000)	0,2904 (0,000)	0,5708 (0,000)	0,0387 (0,042)
2013	0,2545 (0,000)	0,2364 (0,000)	0,2003 (0,000)	0,6083 (0,000)	0,1903 (0,000)	0,5542 (0,000)	0,0332 (0,022)
2014	0,1594 (0,000)	0,3024 (0,000)	0,1731 (0,000)	0,5494 (0,000)	0,2551 (0,001)	0,4043 (0,000)	0,1197 (0,003)
2015	0,0675 (0,007)	0,3488 (0,000)	0,1285 (0,002)	0,4428 (0,000)	0,2142 (0,000)	0,4179 (0,000)	0,1219 (0,002)

Fonte: elaborada pelos autores.

Nota: valores em parênteses representam a probabilidade de ocorrência do erro.

Entretanto, uma das fragilidades do índice global de Moran, indicada por Almeida (2012), é que esse indicador fornece um único valor para a autocorrelação espacial em todas as áreas estudadas, dificultando uma análise mais precisa das aglomerações espaciais. Para reforçar os resultados demonstrados na Tabela 1, calculou-se o Índice local de Moran, o qual fornece um valor para a autocorrelação espacial referente a cada unidade de espaço, permitindo a identificação de *clusters* e *outliers*. Os resultados desse procedimento estão esboçados no Apêndice F.

A partir desse procedimento, verifica-se a existência de municípios com altos níveis de produção, os quais possuem vizinhos com essa mesma característica. Esse resultado pode ser observado para: a banana, no Sul da Bahia, Sudoeste de Pernambuco, Norte do Ceará e Nordeste do Rio Grande do Norte; a laranja, no Nordeste da Bahia; a manga, no Oeste da Bahia, Norte da Bahia e Sudoeste de Pernambuco; o mamão, no extremo Sul e Sudoeste da Bahia e no Leste do Rio Grande do Norte; o coco-da-baía,

ao longo do litoral da Bahia, de Sergipe, de Pernambuco e do Ceará; o maracujá, no extremo Sul da Bahia, litoral Leste do Rio Grande do Norte e Norte do Ceará; e o melão, no Norte da Bahia, Litoral Leste do Ceará e Noroeste do Rio Grande do Norte.

A explicação para a existência dessas aglomerações pode residir em fatores como a elevada atratividade e rentabilidade dessas culturas em alguns municípios, bem como as políticas públicas de apoio à produção de algumas culturas<sup>6</sup> e a disponibilidade hídrica de algumas regiões que atuam como fator de atração dos produtores frutícolas.

Constatada a existência de aglomerações espaciais das culturas ora estudadas, esses resultados fornecem indícios de que as políticas públicas de apoio à fruticultura nos municípios do Nordeste do Brasil podem surtir efeitos que se estendam para além do município de aplicação. Salienta-se que essas medidas devem ter em vista essas aglomerações para que se tenha uma maior eficiência em sua aplicabilidade. Esse indício, contudo, poderá ser melhor explorado por meio dos parâmetros de autocorrelação espacial das estimações subsequentes.

Buscando-se verificar a projeção espacial da produção frutícola na região Nordeste do Brasil, estimou-se um modelo espacial para dados em

5 Estimou-se o modelo para dados em painel sem efeitos espaciais, cujos resultados estão dispostos no Apêndice 2; escolheu-se o melhor modelo por meio do teste de Hausman; testou-se a autocorrelação espacial dos resíduos por meio do Índice Global de Moran e se escolheu a matriz de vizinhança que proporcionou a maior autocorrelação espacial para os resíduos. Os resultados desse procedimento estão esboçados no Apêndice 4.

6 Destaque para os perímetros irrigados e o crédito rural direcionado ao setor frutícola.

painel, seguindo as especificações indicadas por Almeida e Haddad (2004). Essa técnica é capaz de fornecer indícios estatísticos do direcionamento espacial das culturas ora estudadas, uma vez que as interações com as coordenadas geográficas possibilitam a obtenção de um indicativo estatístico desse direcionamento, ao passo que atuam como ferramenta de controle da heterogeneidade espacial. Os resultados desse procedimento estão esboçados nos Apêndices B e C.

É importante destacar que o estudo da projeção espacial dessas culturas permite conhecer o direcionamento da expansão territorial da fruticultura na região Nordeste. Tendo em vista aspectos advindos da fruticultura nessa região – como a geração de emprego e renda, conforme indicado por Gomes et al. (2015), assim como a importância desse setor para a redução da pobreza e intensificação do desenvolvimento regional, indicada por Vieira Filho e Fishlow (2017) – o conhecimento da projeção espacial das culturas ora estudadas, permitiria a obtenção do direcionamento territorial adequado para a implantação de políticas públicas de apoio ao desenvolvimento regional por meio da fruticultura.

As estimações foram feitas considerando a produção de banana, laranja, manga, mamão, coco-da-baía, maracujá e melão. Para decidir qual estimador deve ser empregado para a análise de projeção espacial, utilizou-se um teste F para verificar a possibilidade de estimação dos modelos via Mínimos Quadrados Ordinários, mediante um modelo *pooled*. Com esse procedimento, rejeitou-se a hipótese nula de não haver efeitos significativos. Além disso, efetuou-se um teste de Breusch-Pagan e se verificou que não é possível ignorar a presença de efeitos significativos, os quais só podem ser tratados adequadamente por meio do estimador de Efeitos Fixos.

Obtidas as estimações, é necessário verificar se os efeitos devem ser tratados como fixos ou aleatórios. Para tanto, no presente trabalho, é utilizado o teste de Hausman. Observa-se que o referido teste obteve significância estatística em todas as estimações feitas, indicando que os efeitos aleatórios não devem ser considerados.

Mediante um teste Multiplicador de Lagrange, aplicado no modelo de erro espacial, observou-se que não existe indicação de especificação em forma de dependência de erro espacial, o que indica que o modelo de defasagem espacial com efeitos

fixos deve ser considerado para a especificação apropriada. Tal ponderação pode ser feita também por meio do valor do critério de Akaike. Nesse sentido, as análises referentes às projeções espaciais das culturas estudadas serão feitas por meio dos modelos de defasagem espacial.

Para a cultura da banana, os sinais dos coeficientes ocorreram de acordo com o esperado. O coeficiente do valor da produção agrícola indica que a elevação de 1% no valor da produção da banana se dá por meio do aumento de 2,0552% na produção agrícola total. As interações com as coordenadas geográficas, por sua vez, indicam que esse coeficiente apresenta uma tendência de expansão negativa à medida que é deslocado no sentido Oeste-Leste.

Em relação à produção de coco-da-baía, verifica-se que o aumento de 1% na produção agrícola total está relacionado com a elevação de 1,9587% na produção dessa cultura. As interações entre localização e produção, entretanto, indicam que esse coeficiente apresenta uma tendência positiva no sentido Norte-Sul e negativa no sentido Oeste-Leste. Esse resultado pode ser explicado pela intensa produção nos estados da Bahia e no Sul do Piauí e do Maranhão.

Em relação à cultura do maracujá, verifica-se que o sinal das interações entre produção e latitude foi negativo, indicando que o a produção de maracujá tende a ser reduzida conforme a produção agrícola total se desloca no sentido Norte-Sul.

No que diz respeito à cultura do melão, percebe-se que o aumento de 1% na produção agrícola total advém da elevação de 0,4110% na produção da referida cultura. Os sinais obtidos com as coordenadas geográficas indicam que o coeficiente da produção agrícola tende a se elevar conforme é deslocado nos sentidos Norte-Sul e Oeste-Leste. Esse resultado pode ser explicado pela expansão da produção no Norte do estado do Ceará e Noroeste do estado do Rio Grande do Norte.

Haja vista a tendência de expansão espacial, encontrada por meio das estimações efetuadas, ressalta-se que as políticas de apoio à fruticultura no Nordeste brasileiro devem ser formuladas de maneira a considerar seus efeitos em decorrência desses resultados. Em suma, deve-se ter em conta que, dado o aumento da produção agrícola total em um determinado município, o impacto na produção de banana tende a se estender para os

municípios vizinhos, situados ao Oeste do município de origem. Em relação ao coco-da-baía, essa expansão se dá para os municípios ao Sul e Oeste do município de origem. Em decorrência desse suposto aumento no valor da produção, a expansão daquele ocorre para os municípios ao Sul, no caso da cultura do Maracujá, bem como ao Norte e Oeste, em relação à cultura do melão.

Quanto ao parâmetro de autocorrelação espacial ( $\rho$ ), observa-se que, com exceção das estimações referentes ao mamão e ao maracujá, aquele obteve sinal positivo e apresentou significância estatística. Esse resultado demonstra que as alterações na produção dessas culturas em um determinado município transbordam espacialmente, gerando alterações na produção dos municípios vizinhos.

Nesse sentido, os resultados encontrados determinam que uma política de incentivo à produção frutícola no Nordeste brasileiro deve ter em vista o fator proximidade e a expansão espacial proporcionada por esse fenômeno.

Uma das vantagens de se estimar o modelo de defasagem espacial para dados em painel é a possibilidade de quantificação do transbordamento espacial por meio da obtenção dos efeitos marginais diretos, indiretos e totais, sendo: os efeitos diretos responsáveis por informar as modificações locais na variável dependente, provocada por uma mudança em uma determinada variável independente; e efeitos indiretos os que quantificam o transbordamento espacial e os efeitos totais, que constam da soma dos efeitos diretos e indiretos<sup>7</sup>. Esse procedimento é demonstrado para todas as culturas estudadas no Apêndice B.

No que se refere ao PIB agrícola, os efeitos diretos demonstram que o aumento de 1% na produção agrícola total em determinado município eleva no âmbito municipal a produção da banana em 2,06%, do coco-da-baía em 1,96% e do melão em 0,41%. Já os efeitos indiretos demonstram que uma elevação na produção agrícola total em determinado município transborda espacialmente, ocasionando uma elevação de 0,12% na produção da banana e de 0,06% na de coco-da-baía nos municípios vizinhos. Já os efeitos totais demonstram que a elevação de 1% no PIB agrícola de determinado município acarreta em um aumento global –tendo em conta o município gerador da mudança

e seus vizinhos – de 2,18% na produção da banana, 2,02% na do coco-da-baía e 0,41% na do melão.

Para as interações entre PIB e latitude, o sinal dos efeitos diretos indicam que dado um aumento na produção agrícola total, existe um deslocamento municipal no sentido Norte-Sul para as elasticidades encontradas nas culturas da laranja e uma tendência de expansão municipal no sentido Sul-Norte para o coeficiente encontrado na cultura do melão. Já os sinais dos efeitos indiretos indicam que existe uma tendência de deslocamento intermunicipal no sentido Norte-Sul para a elasticidade encontrada na cultura da laranja. Além disso, os efeitos totais demonstram que o aumento da produção das culturas aqui estudadas em decorrência da elevação da produção agrícola total apresenta uma expansão global no sentido Norte-Sul para a cultura da laranja, além de uma tendência de expansão no sentido Sul-Norte para a cultura do melão.

Em relação às interações entre PIB e longitude, os sinais dos efeitos diretos indicam que existe uma tendência de deslocamento municipal no sentido Leste-Oeste para os coeficientes da produção agrícola total referente as culturas da banana e do coco-da-baía. Já os efeitos indiretos para essa variável indicam que existe uma tendência de expansão intermunicipal no sentido Leste-Oeste para o referido coeficiente dessas culturas.

Além disso, os efeitos diretos relacionados à cultura do maracujá indicam que a elevação da produção agrícola total eleva a produção da referida cultura, de maneira que, esse impacto é superior na parte Norte municípios analisados.

O que se pode verificar a partir desses resultados é que as políticas públicas de apoio à fruticultura nos municípios da região Nordeste devem ser aplicadas em âmbito global. Do contrário, a abrangência da política poderá ser ineficiente com o decorrer do tempo, tendo em vista os efeitos provindos do deslocamento espacial das culturas. Além dos resultados encontrados em relação aos efeitos diretos e indiretos, cabe destacar que as medidas de apoio à fruticultura no Nordeste devem considerar tanto a expansão intramunicipal quanto intermunicipal, a fim de se obter uma abrangência mais eficiente.

Conforme constatado por Almeida e Haddad (2004), a verificação e o estudo das expansões espaciais desse setor auxiliam no planejamento, na formulação e execução de ferramentas de incentivo à produção, uma vez que torna possível imple-

<sup>7</sup> Mais detalhes sobre esse procedimento são demonstrados por LeSage e Pace (2009).

mentar determinada medida com maior precisão de abrangência e impacto.

A principal conclusão, adotada mediante este trabalho, é que as políticas públicas que visem aspectos como redução da pobreza, obtenção de renda e elevação do desenvolvimento por meio da fruticultura na região Nordeste devem ser formuladas tendo em vista não apenas as unidades produtoras locais, mas a sua tendência de expansão espacial, permitindo, assim, uma abrangência mais eficiente.

No caso das culturas estudadas, uma política pública de incentivo à produção de maracujá e/ou coco-da-baía em determinado município deve ser formulada de maneira a englobar, ao longo do tempo, os municípios circunvizinhos no sentido Norte-Sul. Para a implantação de políticas de apoio às culturas da banana e do coco-da-baía, deve-se ter em vista também os municípios circunvizinhos no sentido Leste-Oeste. Em relação à cultura do melão, os resultados obtidos demonstram que as medidas de incentivo à produção dessa cultura em determinado município devem ser aplicadas tendo em conta também as áreas vizinhas nos sentidos Norte-Sul e Oeste-Leste. Partindo-se desses pressupostos, o incentivo político à produção dessas culturas seria mais eficiente na medida em que englobaria uma área mais efetiva ao longo dos anos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho se analisou a existência de uma expansão espacial dos principais produtos advindos da fruticultura da região Nordeste do Brasil. Para tanto, foi utilizada uma metodologia econométrica-espacial com intuito de englobar as interações entre a fruticultura e os componentes econômicos espaciais. Haja vista a geolocalização da produção, o método utilizado foi capaz de verificar a existência de uma tendência de expansão espacial para cada cultura estudada.

Mediante uma análise exploratória de dados espaciais, verificou-se que a produção das culturas estudadas forma aglomerações espaciais, seja de municípios com altos níveis de produção, seja dos com baixa produção dessas culturas.

A partir das estimações econométricas efetuadas, concluiu-se ainda a elevação da produção total gera alterações positivas nas culturas da banana, coco-da-bahía, e melão, de maneira que, essas relações apresentam uma tendência de expandirem

espacialmente no sentido Norte-Sul e Leste-Oeste para a cultura do coco-da-bahía e no sentido Leste-Oeste para a cultura da banana. Já em relação à cultura do melão, os resultados demonstram uma tendência de expansão do impacto positivo da produção total no cultivo da referida cultura nos sentidos Sul-Norte e Leste-Oeste.

Dessa maneira, infere-se que a aplicação de uma política pública de apoio à produção frutícola deve ser formulada de maneira a contemplar, ao longo do tempo, os produtores que surgem em decorrência da expansão dessas culturas, a qual se dá de acordo com os resultados ora esboçados.

Os valores dos parâmetros de autocorrelação espacial das estimações feitas fornecem um indicativo de que as produções das culturas estudadas apresentam uma situação de dependência espacial. Esse resultado foi mais precisamente calculado com os efeitos marginais diretos, indiretos e totais, por meio dos quais foi possível concluir que as variações locais na produção frutícola provocam um efeito de transbordamento, gerando alterações também nas proximidades das áreas afetadas. Esses resultados demonstram que as medidas de apoio à fruticultura no Nordeste devem considerar tanto a expansão intramunicipal quanto intermunicipal, a fim de se obter uma abrangência mais eficiente.

Os resultados obtidos indicam que a utilização da fruticultura como ferramenta de desenvolvimento econômico no Nordeste brasileiro deve ter em conta a sua tendência de expansão no espaço. Munido do direcionamento espacial das principais culturas produzidas na fruticultura do Nordeste, o formulador de políticas públicas poderá criar mecanismos que englobem, ao longo do tempo, as áreas advindas da expansão dessas atividades.

Por fim, ressalta-se a importância do conhecimento da expansão espacial da fruticultura para a formulação de políticas públicas de apoio a esse setor, uma vez que, tendo em vista a importância da fruticultura na economia nordestina, o real conhecimento do direcionamento espacial das culturas ora estudadas proporcionaria melhores planejamentos, estratégias de formulação e execução de medidas de incentivo à produção frutícola no Nordeste brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. S. de. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.

ALMEIDA, E. S. de.; HADDAD, E. A. MEECA: um modelo econométrico espacial para projeção consistente de culturas agropecuárias. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 507-527, jul./set. 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032004000300006>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

ALVES, E.; SOUZA, G. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano XXIV, v. 24, n. 3, p. 7-21, jul./ago./set. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138000/1/Pequenos-estabelecimentos.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

ANSELIN, L. Exploratory spatial data analysis and geographic information systems. In: PAINHO, M. (Ed.) **New tools for spatial analysis: proceedings of the workshop**. Luxemburgo: Euro Stat, 1994. p. 45-54.

BAUMONT, C. **Spatial effects in housing price models: do housing prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999)?** [Research Report] Laboratoire d'Économie et de Gestion (LEG), 2004. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01525664>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

BUSTAMANTE, P. M. A. C. A Fruticultura no Brasil e no Vale do São Francisco: vantagens e desafios. **Revista Econômica do Nordeste**. v. 40, n. 1, p. 153-171, jan./mar. 2009. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd\\_artigo\\_ren=1120](https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=1120)>. Acesso em: 05 set. 2017.

CANCIAN, V.; VIDIGAL, V. G.; VIDIGAL, C. B. R. Pobreza e desigualdade de renda nos municípios da região sul do Brasil: uma análise espacial. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 16., 2013. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2013. p. 1-20. Disponível em: <[\[missao/files\\\_I/i2-684ef15f644f55db017e44fb306f5a27.pdf\]\(http://missao/files\_I/i2-684ef15f644f55db017e44fb306f5a27.pdf\)>. Acesso em: 12 out. 2017.](http://www.anpec.org.br/sul/2013/sub-</a></p></div><div data-bbox=)

CARVALHO, C. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura 2017**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2017.

CASTRO, C. N. **A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2012. Textos para discussão. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1011/1/TD\\_1786.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1011/1/TD_1786.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P.; CAVALCANTI, E. de B. **A fruticultura como vetor de desenvolvimento: o caso dos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39., 2001, Recife. **Anais...** Recife: SOBER/ESALQ/EMBRAPA/UFPE/URFPE, 2001. p. 1-8. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/134327/1/OPB427.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2017.

ELHORST, J. P. Spatial panel data models. In: FISCHER, M. F.; GRETIS, A. (Eds.). **Handbook of applied spatial analysis: software tools, methods and applications**. Nova York: Springer, 2010. p. 377-407.

GOMES, O. P.; CAMPOS, K. C.; JUSTO, W. R.; ROJAS, G. G.; SANTOS, M. D. C. dos. Análise do perfil socioeconômico e tecnológico dos produtores de fruticultura irrigada na região Sul cearense. In: BARRETO, F. A. F. D.; Menezes, A. S. B. de.; ASSIS, D. N. C. de.; SOUSA, F. J. de. (Orgs.). **Economia do Ceará em Debate 2015**. Fortaleza: IPCE, 2015. p. 192-215.

GONÇALVES, E. O padrão espacial da atividade inovadora brasileira: uma análise exploratória. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 405-433, abr./jun. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-41612007000200007>>. Acesso em: 14. out. 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra). **Produção agrícola**

- la municipal:** PAM 2016. Brasília: IBGE - Sidra, 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **IpeaGEO:** malhas. Brasília: Ministério do Planejamento/IPEA, [20--]. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br/ipea-geo/malhas.html>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- LESAGE, J.; PACE, R. K. **Introduction to spatial econometrics**. [S. l.]: Chapman and Hall/CRC, 2009.
- LIMA, A. C. da C.; SIMÕES, R. F. Centralidade e emprego na região Nordeste do Brasil no período 1995/2007. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 20, n. 1, p. 39-83, jan./abr. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512010000100002>>. Acesso em: 05 jul. 2017.
- LIMA, J. P. R.; MIRANDA, E. A. de A. Fruticultura irrigada no Vale do São Francisco: incorporação tecnológica, competitividade e sustentabilidade. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. especial, p. 611-632, nov. 2001. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd\\_artigo\\_ren=237](https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/artigoRenPDF.aspx?cd_artigo_ren=237)>. Acesso em: 14 out. 2017.
- PETINARI, R. A.; TERESO, M. J. A.; BERGAMASCO, S. M. P. P. A importância da fruticultura para os agricultores familiares da região de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 356-360, jun. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000200015>>. Acesso em: 10 set. 2017.
- QUINTINO, H. M. da S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. S. Benefícios sociais da política de incentivos à cultura de mamão no estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 48, n. 1, jan./mar. 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032010000100006>>. Acesso em: 05 ago. 2017.
- SILVA, J. de S.; FERREIRA, M. de O.; LIMA, J. R. F. de. Análise da eficiência técnica dos produtores de manga do Vale do São Francisco. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 15, n. 1, p. 27-49, 2017. Disponível em: <<https://revistarea.ufv.br/index.php/rea/article/view/367/269>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
- VIDAL, M. F.; XIMENES, L. J. F. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. **Caderno Setorial ETENE**, ano 1, n. 2, p. 18-26, out. 2016. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/3\\_fruta.pdf/e5f76cc8-c25a-ff08-6402-9d75f3708925](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/3_fruta.pdf/e5f76cc8-c25a-ff08-6402-9d75f3708925)>. Acesso em: 24 set. 2017.
- VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, 2017.
- XAVIER, L. F.; COSTA, R. de F.; COSTA, E. de F. Adoção de tecnologias poupadoras de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco: uma comparação entre percepções de colonos e empresas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 219-241, abr./jun. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032006000200004>>. Acesso em: 26 jun. 2017.

## APÊNDICE A – RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES PARA OS EFEITOS FIXOS SEM ESPECIFICAÇÃO ESPACIAL

	Efeito fixo						
	Lnbanana	Lnlaranja	Lnmanga	Lnmamão	Lncoco	Lnmaracujá	Lnmelão
Constante	4,7424***	2,5329***	2,2684***	0,7694**	3,8779***	0,9799**	-00884
Lnplib	2,0662***	-0,1559	0,0297	-0,1378	1,9712***	0,3311	0,4159**
LnPib*lat	0,0041	-0,0123	0,0087	0,0052	-0,0045	-0,0191**	0,0099**
LnPib*long	0,0450***	-0,0037	-0,0051	-0,0074	0,0466***	0,0094	0,0076
Hausman	242,67***	227,49***	72,71***	124,26***	142,07***	156,99***	19,05***

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: resultados sucedidos dos símbolos \*\*\*, \*\*, e \* indicam significância estatística a nível de 1, 5 e 10% de confiabilidade, respectivamente.

Lat = Latitude; Long = Longitude.

## APÊNDICE B – RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES DO MODELO DE DEFASAGEM ESPACIAL

	Modelo de defasagem espacial						
	Efeito fixo						
	Lnbanana	Lnlaranja	Lnmanga	Lnmamão	Lncoco	Lnmaracujá	Lnmelão
Constante	-	-	-	-	-	-	-
Lnplib	2,0552***	-0,1405	0,0374	-0,1376	1,9587***	0,3345	0,4110**
LnPib*lat	0,0035	-0,0127	0,0086	0,0052	-0,0047***	-0,0192**	0,0099***
LnPib*long	0,0450***	-0,0032	-0,0048	-0,0074	0,0463***	0,0094	0,0075**
$\rho$	0,0548***	0,0244**	0,0200**	0,0084	0,0293**	0,0018	0,7900***
$\Lambda$	-	-	-	-	-	-	-
ED_Lnplib	2,0604***	-0,1393	0,0393	-0,1362	1,9622***	0,3364	0,4119**
ED_Pib*lat	0,0023	-0,0136**	0,0076	0,0043	-0,0057	-0,0203**	0,0097**
ED_Pib*long	0,0455***	0,0029	-0,0045	-0,0072	0,0467***	0,0098	0,0076**
EI_Lnplib	0,1206***	-0,0034	0,0009	-0,0012	0,0620*	0,0011	0,0007
EI_Pib*lat	0,0001	-0,0004**	0,0001	0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0001
EI_Pib*long	0,0027**	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0015*	0,0001	0,0001
ET_Lnplib	2,181***	-0,1426	0,0402	-0,1375	2,0243***	0,3375	0,4126**
ET_Pib*lat	0,0024	-0,0139**	0,0077	0,0044	-0,0059	-0,0203**	0,0097**
ET_Pib*long	0,0481	-0,0030	-0,0046	-0,0072	0,0482***	0,0098	0,0076**
Akaike	37267,72	32874,33	34604,17	34422,95	35803,7	37018,36	23264,45
Hausman	138,47***	101,12***	74,10***	79,47***	102,65***	112,96***	18,16***

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: resultados sucedidos dos símbolos \*\*\*, \*\*, e \* indicam significância estatística a nível de 1, 5 e 10 de confiabilidade, respectivamente.

Lat = Latitude; Long = Longitude; ED = Efeitos diretos; EI = Efeitos indiretos; ET = Efeitos totais.

## APÊNDICE C – RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES DO MODELO DE ERRO ESPACIAL COM EFEITOS FIXOS

	Modelo de erro espacial						
	Efeito fixo						
	Lnbanana	Lnlaranja	Lnmanga	Lnmamão	Lncoco	Lnmaracujá	Lnmelão
Constante	-	-	-	-	-	-	-
Lnplib	-0,2826	-0,5976***	-0,6799***	-0,6284***	0,4423	-0,5821***	0,0755
LnPib*lat	0,0077	-0,0141*	0,0095	0,0057	-0,0012	-0,0196*	0,0115**
LnPib*long	-0,0171**	-0,0155***	-0,0246***	-0,0211***	0,0066	-0,0151***	-0,0015
$\rho$	-	-	-	-	-	-	-
$\lambda$	0,0459***	0,0212	0,0138	0,0073	0,0252**	-0,0005	0,0006
Akaike	37282,6	32883,6	35591,14	35412,22	35812,86	37020,58	24260,99
Hausman	147,15**	112,22***	98,46***	101,40***	137,15***	129,32***	69,87***

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: resultados sucedidos dos símbolos \*\*\*, \*\*, e \* indicam significância estatística a nível de 1, 5 e 10% de confiabilidade, respectivamente.

Lat = Latitude; Long = Longitude; ED = Efeitos diretos; EI = Efeitos indiretos; ET = Efeitos totais.

## APÊNDICE D – AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL DOS RESÍDUOS DO MODELO SEM EFEITOS ESPACIAIS

	<b>Lnbanana</b>	<b>Lnlaranja</b>	<b>Lnmanga</b>	<b>Lnmamão</b>	<b>Lncoco</b>	<b>Lnmaracujá</b>	<b>Lnmelão</b>
<b>Queen</b>							
2011	0,3494***	0,3233***	0,3485***	0,3461***	0,3295***	0,3244***	0,3344***
2012	0,4031***	0,3962***	0,4023***	0,4015***	0,3986***	0,3882***	0,3897***
2013	0,3939***	0,3854***	0,3919***	0,3905***	0,3861***	0,3876***	0,3907***
2014	0,4006***	0,3994***	0,3988***	0,3974***	0,3921***	0,3822***	0,3843***
2015	0,4313***	0,4243***	0,4322***	0,4323***	0,4302***	0,4046***	0,4054***
<b>Rook</b>							
2011	0,3554***	0,3283***	0,3547***	0,3523***	0,3351***	0,3290***	0,3398***
2012	0,4111***	0,4047***	0,4102***	0,4094***	0,4069***	0,3964***	0,3977***
2013	0,3999***	0,3914***	0,3979***	0,3964***	0,3919***	0,3942***	0,3973***
2014	0,4097***	0,3986***	0,4076***	0,4059***	0,4099***	0,3920***	0,3940***
2015	0,4376***	0,4295***	0,4387***	0,4388***	0,4357***	0,4105***	0,4116***
<b>K = 1</b>							
2011	0,3944***	0,3663***	0,3939***	0,3916***	0,3732***	0,3662***	0,3757***
2012	0,4714***	0,4605***	0,4715***	0,4709***	0,4649***	0,4229***	0,4561***
2013	0,4201***	0,4122***	0,4167***	0,4148***	0,4107***	0,4190***	0,4212***
2014	0,4522***	0,4351***	0,4525***	0,4513	0,4417***	0,4218***	0,4269***
2015	0,4989***	0,4943***	0,4996***	0,4999***	0,5005***	0,4687***	0,4672***
<b>K = 2</b>							
2011	0,4156***	0,3840***	0,4166***	0,4146***	0,3939***	0,3789***	0,3904***
2012	0,4837***	0,4722***	0,4834***	0,4824***	0,4759***	0,4659***	0,4695***
2013	0,4696***	0,4597***	0,4679***	0,4666***	0,4612***	0,4595***	0,4627***
2014	0,4690***	0,4525***	0,4687***	0,4674***	0,4583***	0,4417***	0,4464***
2015	0,5108***	0,5037***	0,5118***	0,5120***	0,5102***	0,4802***	0,4800***
<b>K = 3</b>							
2011	0,3928***	0,3609***	0,3925***	0,3899***	0,3689***	0,3637***	0,3757***
2012	0,4596***	0,4500***	0,4588***	0,4547***	0,4528***	0,4442***	0,4469***
2013	0,4570***	0,4474***	0,4547***	0,4531***	0,4482***	0,4496***	0,4526***
2014	0,4397***	0,4239***	0,4395***	0,4384***	0,4296***	0,4146***	0,4188***
2015	0,4748***	0,4687***	0,4752***	0,4751***	0,4740***	0,4485***	0,4482***
<b>K = 4</b>							
2011	0,3875***	0,3595***	0,3871***	0,3849***	0,3671***	0,3575***	0,3678***
2012	0,4445***	0,4366***	0,4438***	0,4429***	0,4394***	0,4283***	0,4302***
2013	0,4367***	0,4279***	0,4342***	0,4328***	0,4285***	0,4303***	0,4332***
2014	0,4262***	0,4108***	0,4259***	0,4247***	0,4160***	0,4022***	0,4064***
2015	0,4489***	0,4442***	0,4488***	0,4487***	0,4486***	0,4254***	0,4248***
<b>K = 5</b>							
2011	0,3675***	0,3389***	0,3673***	0,3650***	0,3463***	0,3390***	0,3497***
2012	0,4279***	0,4202***	0,4275***	0,4268***	0,4232***	0,4116***	0,4134***
2013	0,4164***	0,4079***	0,4148***	0,4136***	0,4093***	0,4080***	0,4110***
2014	0,4061***	0,3927***	0,4057***	0,4046***	0,3974***	0,3829***	0,3863***
2015	0,4282***	0,4229***	0,4281***	0,4280***	0,4274***	0,4052***	0,4049***
<b>K = 10</b>							
2011	0,3066***	0,2834***	0,3059***	0,3038***	0,2887***	0,2847***	0,2931***
2012	0,3789***	0,3726***	0,3783***	0,3777***	0,3749***	0,3647***	0,3661***
2013	0,3609***	0,3529***	0,3595***	0,3583***	0,3539***	0,3536***	0,3566***
2014	0,3526***	0,3420***	0,3515***	0,3504***	0,3450***	0,3351***	0,3307***
2015	0,3799***	0,3742***	0,3802***	0,3802***	0,3786***	0,3590***	0,3594***

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: resultados sucedidos dos símbolos \*\*\*, \*\*, e \* indicam significância estatística a nível de 1, 5 e 10% de confiabilidade, respectivamente.

## APÊNDICE E – PARTICIPAÇÃO DE CADA CULTURA NA PRODUÇÃO FRUTÍCOLA DO NORDESTE (2011-2015)

	Abacaxi	Banana	Castanha de caju	Coco-da baía	Goiaba	Laranja	Mamão	Manga	Maracujá	Melancia	Melão	Outros
MA	0.38%	1.02%	0.06%	0.07%	0.00%	0.05%	0.02%	0.03%	0.00%	0.23%	0.00%	0.01%
PI	0.00%	0.43%	0.37%	0.12%	0.04%	0.03%	0.01%	0.05%	0.01%	0.36%	0.43%	0.02%
CE	0.16%	3.98%	1.57%	1.74%	0.19%	0.10%	0.88%	0.34%	2.66%	0.53%	1.99%	0.17%
RN	1.68%	1.24%	0.56%	0.34%	0.04%	0.02%	0.60%	0.37%	0.09%	0.87%	2.77%	0.02%
PB	4.29%	1.38%	0.02%	0.40%	0.02%	0.05%	0.42%	0.11%	0.14%	0.03%	0.00%	0.22%
PE	0.17%	2.96%	0.06%	0.81%	1.71%	0.02%	0.06%	2.85%	0.23%	0.55%	0.19%	7.67%
AL	0.39%	0.34%	0.01%	0.49%	0.01%	0.22%	0.06%	0.03%	0.04%	0.02%	0.01%	0.00%
SE	0.28%	0.46%	0.00%	1.67%	0.10%	2.37%	0.17%	0.20%	0.41%	0.03%	0.00%	0.16%
BA	1.65%	10.98%	0.06%	3.62%	0.21%	4.45%	8.40%	3.05%	4.16%	1.46%	0.42%	3.06%

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: a tabela denota valores obtidos por meio da soma do valor da produção entre 2011 e 2015.

**APÊNDICE F – AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL LOCAL PARA AS CULTURAS ESTUDADAS**

