

Publicação da Secretaria de Política Agrícola
do Ministério da Agricultura e Pecuária,
editada pela Embrapa

e-ISSN 2317-224X
ISSN 1413-4969
Página da revista: www.embrapa.br/rpa

Artigo

Produtividade do cacau no sul da Bahia

Resumo – A produtividade do cacau no sul da Bahia tem enfrentado desafios significativos ao longo dos anos. A produção de cacau na região sofreu queda significativa decorrente de pragas, doenças e mudanças climáticas, especialmente a vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*. A Bahia, que já foi o principal produtor de cacau no Brasil, viu sua produção cair significativamente e a necessidade de importação para abastecer as indústrias. A análise da produção, área colhida e produtividade na Região Geográfica Intermediária Ilhéus-Itabuna, de 1974 a 2021, revelou tendência de declínio. A análise exploratória de dados espaciais (Aede) foi utilizada para identificar padrões de associação espacial na produtividade do cacau. A produção de amêndoas de cacau caiu 64,97% na região, com as maiores quedas registradas nas RGIme Ilhéus/Itabuna e Camacan. A área colhida também recuou, especialmente na RGIme Ilhéus/Itabuna, e a produtividade média de cacau exibiu queda acentuada. A crise da vassoura-de-bruxa, as mudanças climáticas, a redução da assistência técnica e a competição com novos centros produtores são fatores que contribuíram para esse cenário. A Aede indicou a presença de autocorrelação espacial positiva, revelando tendência de agrupamento espacial das produtividades. Investimentos em pesquisa, tecnologias e assistência técnica são essenciais para reverter a tendência e melhorar a produtividade do cacau na região.

Palavras-chave: amêndoas de cacau, autocorrelação espacial, distribuição espacial, I de Moran.

Cocoa productivity in South Bahia

Abstract – The productivity of cocoa in southern Bahia has faced significant challenges over the years. Cocoa production in the region has experienced a substantial decline due to pests, diseases, and climate change, particularly the witches' broom disease caused by the fungus *Moniliophthora perniciosa*. Bahia, once the leading cocoa producer in Brazil, has seen its production drop significantly, resulting in a product deficit and the need for

Clayton Alexandre do Amaral 
Universidade Federal do Sul da Bahia
Autor correspondente clayton.amaral@ufsb.edu.br

Rafael Henrique de Freitas Noronha 
Universidade Federal do Sul da Bahia

Murilo Magalhães Santos Passos 
Universidade Federal do Sul da Bahia

Danusa Oliveira Campos 
Universidade Federal do Sul da Bahia

Naiara de Lima Silva 
Universidade Federal do Sul da Bahia

Recebido
5/4/2024

Aceito
24/10/2024

Como citar
AMARAL, C.A. do; NORONHA, R.H. de F.; PASSOS, M.M.S.; CAMPOS, D.O.; SILVA, N. de L. Produtividade do cacau no sul da Bahia. **Revista de Política Agrícola**, v.33, e01957, 2024. DOI: <https://doi.org/10.35977/2317-224X.rpa2024.v33.01957>.

imports to supply industries. The analysis of production, harvested area, and cocoa productivity in the Intermediate Geographic Region of Ilhéus-Itabuna from 1974 to 2021 revealed a declining trend. Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) was used to identify spatial association patterns in cocoa productivity. Cocoa bean production fell by 64.97% in the region, with the largest declines recorded in the Ilhéus/Itabuna and Camacan IGREs. The harvested area also decreased, especially in the Ilhéus/Itabuna IGRE, and the average cocoa productivity showed a sharp decline. The witches' broom crisis, climate change, reduced technical assistance, and competition with new production centers are some of the factors that contributed to this decline. Exploratory spatial data analysis indicated the presence of positive spatial autocorrelation, revealing a tendency for spatial clustering of productivities. Investments in research, technologies, and technical assistance are essential to reverse this trend and improve cocoa productivity in the region.

Keywords: cocoa beans, spatial autocorrelation, spatial distribution, Moran's I.

Introdução

O cacaueiro (*Theobroma cacao*) é uma árvore perenifólia pertencente à família Malvaceae, originária da Bacia Amazônica no Brasil (Wood, 1985). Por meio da torra e moagem das suas amêndoas secas, obtém-se o chocolate, seu principal subproduto.

O cacaueiro pode chegar a 20 metros quando cultivado em ambientes sombreados de floresta e sem manejo; com o manejo, sua altura é mantida entre 3 e 5 metros (Müller & Rodrigues, 2012). É uma planta de clima quente e úmido, prefere solo argilo-arenoso e possui duas fases de produção: na do cacau temporão, os frutos amadurecem em momentos diferentes, de março a agosto; na safra, a maioria dos frutos amadurece, geralmente de setembro a fevereiro (EOL, 2022). Sua propagação pode ser por sementes ou de forma vegetativa, com o uso de partes da planta.

Os principais produtores mundiais de cacau são Costa do Marfim (38%), Gana (14%), Indonésia (13%), Nigéria (6%), Equador (6%), Camarões (5%) e, em sétimo lugar, Brasil, com 5% (Brainer, 2021). No Brasil, a produção tem oscilado em decorrência principalmente das pragas e doenças.

O Nordeste detém 69% da área cultivada, mas o Norte lidera a produção, com 53% do total (IBGE, 2024). A Bahia é o único produtor do Nordeste e ocupa a área de 403 mil ha. Por volta de 1990, iniciou-se no estado um processo de redução da produção (62%) e da área colhida (24%), com a produtividade chegando a 274 kg/ha, enquanto o Sudeste registra 651 kg/ha, o Centro-Oeste, 777 kg/ha e o Norte, 892 kg/ha (Brainer, 2021). A Bahia, principal produtor da época, sofreu redução

de quase metade da sua capacidade (Xavier et al., 2021).

A Bahia foi dividida pelo IBGE, em 1990, em sete mesorregiões, sendo o sul baiano composto por três microrregiões: Ilhéus/Itabuna, Valença e Porto Seguro. Em 2017, o IBGE divulgou nova divisão regional do Brasil: as Regiões Geográficas Intermediárias (RGIInt) e as Regiões Geográficas Imediatas (RGIIme) substituíram as unidades mesorregionais e microrregionais. Portanto a antiga mesorregião Sul Baiano se tornou a RGIInt Ilhéus/Itabuna, dividida em quatro RGIIme.

As RGIIme são as áreas com centros urbanos próximos para necessidades imediatas, como emprego, saúde, educação, compras de bens de consumo e prestação de serviços públicos, enquanto as RGIInt organizam as RGIIme, oferecendo serviços mais complexos como serviços especializados ou grandes universidades (Loschi & Ferreira, 2017).

A produção da microrregião de Ilhéus/Itabuna, principal produtora da Bahia, sofreu considerável redução, o que gerou a necessidade de importar para abastecer as indústrias nacionais (Zugaib & Andrade, 2015) e trouxe significativas transformações na dinâmica dos seus municípios (Aguiar & Pires, 2019).

A principal doença da cacauicultura, a vassoura-de-bruxa, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*, reduziu a produção a partir da década de 1990 (Aguiar & Pires, 2019).

O cultivo de cacau enfrenta também os desafios das mudanças climáticas. O aumento da temperatura e a alteração nos padrões de precipitação podem reduzir a área adequada para o cultivo de

cacau (Igawa et al., 2022). Afetam tanto a fisiologia das plantas quanto a distribuição de pragas e doenças (Cilas & Bastide, 2020).

A produção de uma cultura é medida pela quantidade total de produto colhido, que pode ser expressa em quilogramas, toneladas, arrobas ou sacas (IBGE, 2024). Na cultura do cacau, a produção é medida pela quantidade de amêndoas secas que são obtidas das sementes dos frutos (Serra & Sodré, 2021). A  rea colhida, ou a colher, é a área efetivamente destinada à colheita do produto, que pode ser diferente da área total plantada, por causa de perdas, abandono ou replantio, por exemplo (IBGE, 2024).

J  a produtividade ou rendimento médio do cacau   medida pela quantidade de am doas secas produzidas por hectare de área plantada, expressa em quilogramas por hectare. A produtividade média do cacau no Brasil   de cerca de 400 kg/ha e, em 2020, o País produziu 269 mil toneladas de cacau em 756 mil hectares, ou seja, rendimento

médio de 356 kg/ha. A Bahia foi o maior produtor nacional, com 175 mil toneladas em 469 mil hectares, seguida do Pará, com 91 mil toneladas em 279 mil hectares. (IBGE, 2024).

A cadeia produtiva do cacau tem potencial para estimular o desenvolvimento rural sustentável, podendo gerar rentabilidade associada   preservação ambiental. O objetivo deste trabalho foi fazer uma análise da produção, área colhida e produtividade do cacau na RGInt Ilhéus/Itabuna, para a série histórica de 1974 a 2021.

Materiais e métodos

 rea de estudo

A RGInt Ilhéus/Itabuna é dividida em quatro RGIme (Figura 1): Ilhéus/Itabuna; Teixeira de Freitas; Eunápolis/Porto Seguro; e Camacan. A Tabela 1 mostra os municípios de cada RGIme e sua distribuição por RGIme.

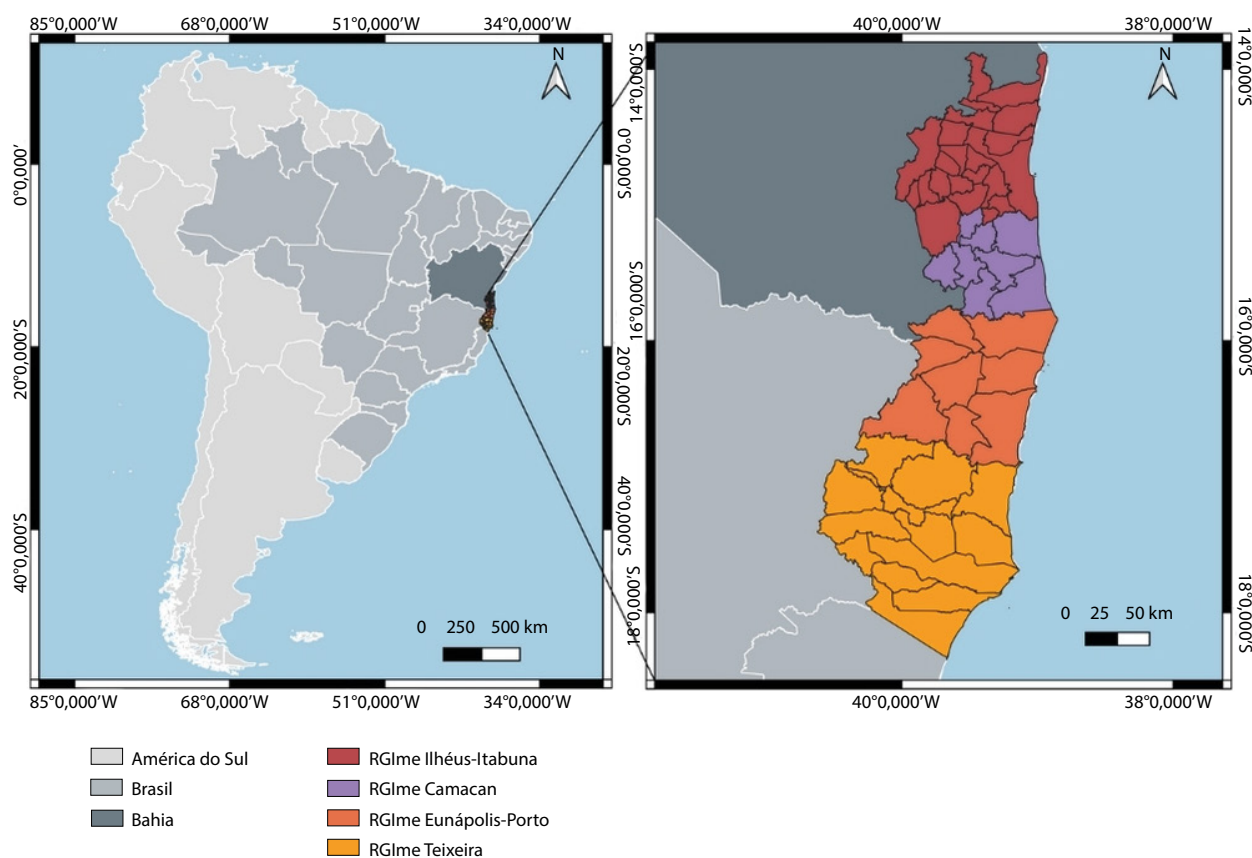


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2017) e Sirgas 2000 (2024).

Tabela 1. Distribuição dos municípios por Região Geográfica Imediata.

Ilhéus/Itabuna		Teixeira de Freitas	Eunápolis/Porto	Camacan
Almadina	Itaju do Colônia	Alcobaça	Belmonte	Arataca
Aurelino Leal	Itajuípe	Caravelas	Eunápolis	Camacan
Barro Preto	Itapé	Ibirapuã	Guaratinga	Canavieiras
Buerarema	Itapitanga	Itamaraju	Itabela	Jussari
Coaraci	Maraú	Itanhém	Itagimirim	Mascote
Firmino Alves	Sta Cruz da Vitória	Jucuruçu	Itapebi	Pau Brasil
Floresta Azul	S. José da Vitória	Lajedão	Porto Seguro	Santa Luzia
Ibicaraí	Ubaitaba	Medeiros Neto	Sta Cruz Cabrália	Una
Ibicuí	Uruçuca	Mucuri		
Ibirapitanga		Nova Viçosa		

Fonte: IBGE (2017).

Conforme a Figura 2, três climas predominam na área de estudo: Af, Am e Aw (Alvares et al., 2013). Todos são considerados climas tropicais, com temperaturas médias mensais acima de 18° C em todos os meses do ano. O clima Af não possui estação seca, e seu nível pluviométrico é superior a 60 mm no mês mais seco; o clima Am possui um mês mais seco (quase sempre no solstício de inver-

no ou logo depois dele), com precipitação menor que 60 mm; e o clima Aw tem uma estação mais seca no inverno, em que o mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm (McKnight & Hess, 2000).

A Figura 3, que adota o novo sistema brasileiro de classificação de solo, mostra que a área de estudo possui grande variedade de classes de solo.

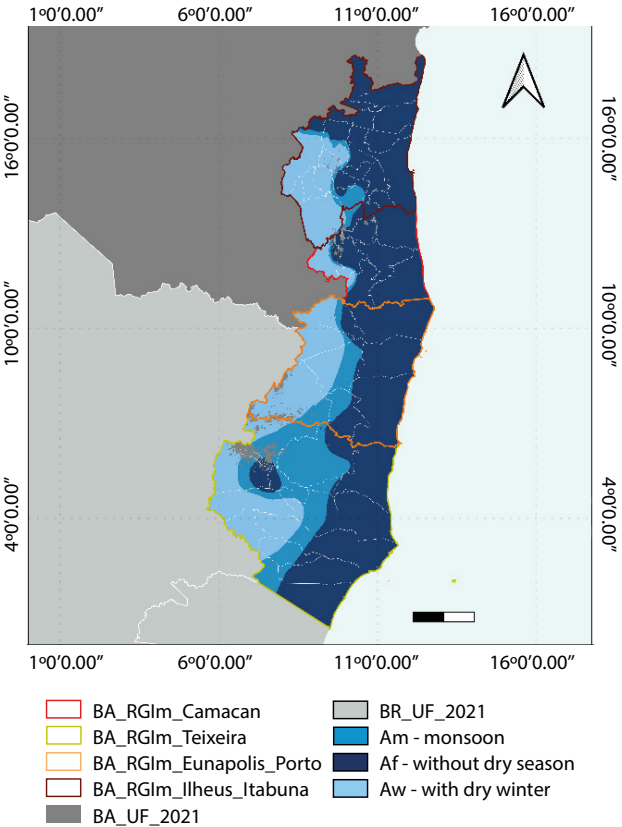


Figura 2. Mapa climático da RGIm Ilhéus/Itabuna.

Fonte: elaborado com dados de Álvares et al. (2013) e Sirgas 2000 (2024).

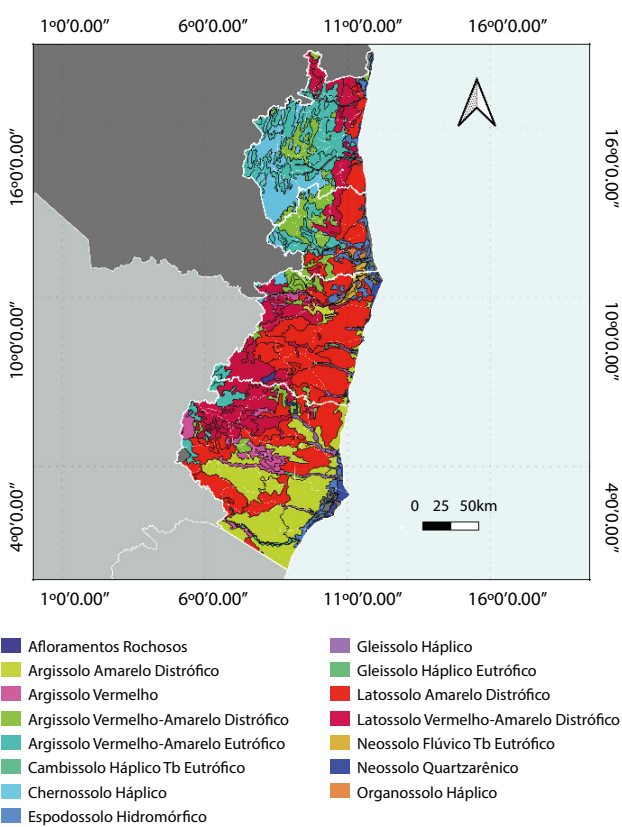


Figura 3. Mapa dos solos da RGIm Ilhéus/Itabuna.

Fonte: elaborado com dados de Inema (2024) e Sirgas 2000 (2024).

Para oito municípios, por causa da data de fundação – Arataca, fundado em 1985; Eunápolis, 1988; Itabela, 1989; Jucuruçu, 1989; Jussari, 1985; São José da Vitória, 1989; Teixeira de Freitas, 1985; e Vereda, 1989 – os respectivos valores de área plantada, produção e produtividade foram lançados sobre seus municípios de origem.

Coleta de dados

Os dados foram coletados no banco de informações da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE para 2024, com o auxílio do Sistema Sidra, onde foi gerada uma tabela, com uma série de dados conjugada geográfica/temporal, utilizando três variáveis: área colhida, em hectares, representando o total anual; quantidade colhida, em toneladas, também anual, e a produtividade, em quilograma por hectare. Os dados representam uma série histórica do período de 1974 a 2021 dos municípios incluídos na área de estudo (IBGE, 2024).

Análise da produção, área colhida e produtividade

Para a análise da produção, área colhida e produtividade de amêndoas de cacau, foram utilizadas planilhas eletrônicas e o banco de dados obtido do IBGE. Inicialmente, buscou-se verificar se os dados estavam completos e consistentes. Os dados obtidos foram agrupados conforme as quatro RGIme, para depois serem comparados entre si, por meio de técnicas descritivas, como tabelas, gráficos e medidas de tendência. Para a produtividade, foram produzidos mapas temáticos com o uso do software QGIS Desktop 3.22.1; três classes foram criadas adotando como critério o desvio padrão e

desvio médio com um pequeno arredondamento: menor do que 226 kg/ha, entre 226 kg/ha e 570 kg/ha, e maior do que 570 kg/ha. Criou-se também uma classe para os municípios sem dados, denominada Sem Produtividade.

Análise exploratória de dados espaciais

A análise exploratória de dados espaciais (Aede) é um conjunto de métodos e técnicas que buscam identificar padrões de associação espacial, para possibilitar a análise estatística de dados geográficos. Com ela, é possível descobrir se há dependência espacial entre duas ou mais regiões (Almeida, 2012).

Vedana et al. (2019), com o uso da Aede, examinaram a disposição geográfica da produtividade da cana-de-açúcar nas mesorregiões do Brasil em 2006 e 2017. O Estudo detectou a existência de correlação espacial na quantidade de cana-de-açúcar produzida entre as mesorregiões. Os mapas de significância e de aglomeração revelaram diferenças entre os dois anos, sugerindo uma mudança na distribuição espacial da cana-de-açúcar.

A autocorrelação espacial indica o grau de dependência ou similaridade entre variáveis, maximizando insights sobre um banco de dados e permitindo detectar anomalias e testar hipóteses, além de identificar localidades atípicas. Para definir os vizinhos em uma análise espacial, são utilizadas as matrizes de pesos espaciais, que podem ser do tipo rainha, quando suas fronteiras têm extensão diferente de zero – logo os vizinhos nos vértices são considerados contíguos –, ou do tipo torre, quando as fronteiras com extensão diferente de zero entre as regiões são consideradas (Figura 4).

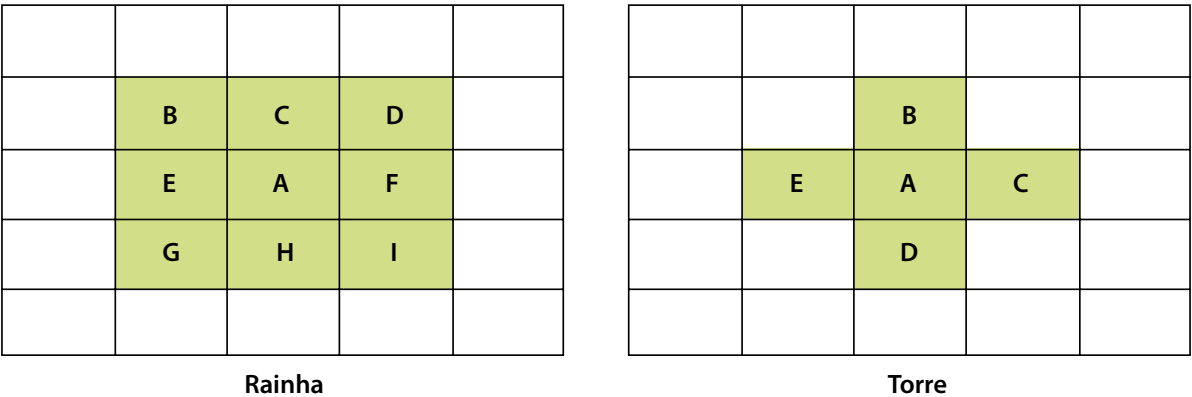


Figura 4. Convenções de contiguidade tipos rainha e torre.
Fonte: Almeida (2012).

Anselin & Bera (1998) consideram a autocorrelação espacial como a relação de similaridade entre as variáveis e a localização geográfica, que pode ser entendida também como dependência espacial. Para medir essa correlação, o teste indicado é o I de Moran (1950),

$$I = \frac{N}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} \quad (1)$$

em que

w_{ij} corresponde aos pesos da matriz de vizinhança.

X_i , a variável da região de interesse.

X_j , a variável da região vizinha.

$\bar{X}$, a média da variável de interesse.

As hipóteses são nulas quando apresentam valor igual a zero; a correlação é direta, para valores entre 0 e +1 e inversa, para valores entre 0 e -1 (Câmara et al., 2004). A classificação é feita para cada observação, por meio da matriz de pesos espaciais ou matriz de contiguidade (Anselin & Bera, 1998; Almeida, 2012).

Outra forma de entender a dependência ou autocorrelação espacial é via diagrama de dispersão de Moran (Figura 5). Ele permite analisar o comportamento da variável no espaço e possibilita identificar os quatro tipos de associação linear espacial: alto-alto (AA); baixo- baixo (BB); alto-baixo (AB); e baixo-alto (BA) (Câmara et al., 2004; Diniz, 2013).

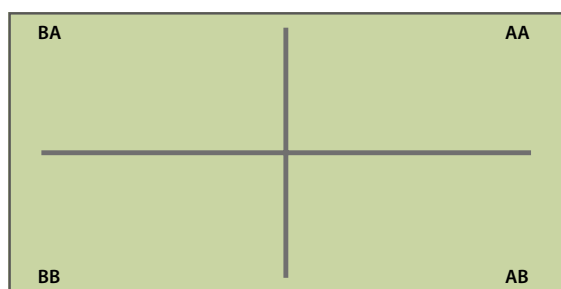


Figura 5. Diagrama de dispersão de Moran.

Fonte: Almeida (2012).

No quadrante AA, as unidades espaciais correspondem a valores acima da média, com vizinhos também acima da média. O quadrante BA representa regiões de baixo valor, rodeadas por regiões de alto valor. No quadrante BB, as variáveis possuem valores abaixo da média e são rodeadas por regiões também de valores abaixo da média. O quadrante

AB corresponde a regiões com alto valor, mas rodeadas por vizinhos com baixo valor (Almeida, 2012).

O I de Moran mostra uma estatística global, podendo ser interpretado como a porcentagem de municípios espacialmente relacionados entre si, mas ele não dá subsídio para uma avaliação local. Uma forma de visualizar essa disparidade é por meio da local indicators of spatial association (Lisa) (Anselin, 1995).

Com base na variável produtividade de amêndoas de cacau, foram feitas duas análises a partir dos indicadores de autocorrelação. Uma referente ao cálculo do índice de Moran global tradicional e outra referente ao cálculo do índice de Moran local, que também apresenta, em forma de mapas, a significância dos dados.

Adotou-se a convenção de contiguidade do tipo rainha, considerando-se fronteiras com qualquer extensão e os municípios localizados nos vértices como vizinhos contíguos. Os valores de I maiores do que zero indicam autocorrelação positiva; os menores do que zero, correlação negativa. A autocorrelação espacial positiva revela que existe uma similaridade entre os valores do atributo estudado, e a negativa informa que existe dissimilaridade entre os valores e a localização espacial (Almeida, 2012).

Resultados

Produção, área colhida e produtividade

A produção de amêndoas de cacau caiu 64,97% na RGIIt Ilhéus/Itabuna no período estudado (Tabela 2). Houve quedas desde as primeiras séries, com redução da intensidade a partir da série 2002–2011. A RGIIm Ilhéus/Itabuna perdeu 67,44% da capacidade de produção; Camacan, 67,31%; Eunápolis/Porto Seguro, 54,79%; e Teixeira de Freitas, 28,36%. As quedas são mais acentuadas entre as séries 1982–1991 e 2002–2011.

A queda da área colhida foi de 10,15% em todo o período estudado. Na RGIIm Ilhéus/Itabuna, o recuo foi de 15,55%. Em Camacan houve aumento de 19,37%; Eunápolis/Porto Seguro, redução de 33,87%; e Teixeira de Freitas, redução de 3,4% (Tabela 3). A RGIIm Ilhéus/Itabuna é a que detém a maior área colhida, seguida de Camacan, Eunápolis/Porto Seguro e Teixeira de Freitas.

Tabela 2. Produção por Região Geográfica Imediata.

RGIme	1974–1981	1982–1991	1992–2001	2002–2011	2012–2021
Ilhéus/Itabuna	127,353	132,239	86,429	42,122	41,459
Camacan	46,610	56,107	37,037	16,451	15,234
Eunápolis/Porto	13,797	15,406	13,298	8,538	6,237
Teixeira de Freitas	7,750	15,186	9,513	7,969	5,552

Fonte: IBGE (2024).

Tabela 3. Área Colhida por Região Geográfica Imediata.

RGIme	1974–1981	1982–1991	1992–2001	2002–2011	2012–2021
Ilhéus/Itabuna	213,336	229,378	246,598	194,183	180,157
Camacan	63,333	81,864	113,185	95,006	75,603
Eunápolis/Porto	35,036	40,018	34,811	28,433	23,169
Teixeira de Freitas	16,766	30,965	25,368	22,975	16,196

Fonte: IBGE (2024).

A produtividade também caiu no período analisado (Tabela 4). Nas regiões onde havia maior área colhida e maior produção, foram registradas as maiores quedas. A RGIme Camacan saiu da maior para a menor média entre 2002 e 2011.

Em 1974–1981, 18 municípios ficaram com média entre 226 kg/ha e 570 kg/ha; 20, maiores do que 570 kg/ha; e 13, sem produtividade (Figura 6).

Para 1982–1991, 23 ficaram entre 226 kg/ha e 570 kg/ha; 23, acima de 570 kg/ha; e cinco, sem produtividade (Figura 7).

Entre 1992 e 2001, 48 municípios registraram produtividade entre 226 kg/ha e 570 kg/ha; nenhum registrou produtividade maior do que 570 kg/ha; e três ficaram sem produtividade (Figura 8).

Na série 2002–2011, a tendência de queda de produtividade ao norte persiste: 23 municípios exibiram produtividade menor do que 226 kg/ha; 25, entre 226 kg/ha e 570 kg/ha; nenhum registrou pro-

ductividade maior do que 570 kg/ha; e três ficaram sem produtividade (Figura 9).

Entre 2012 e 2021, 19 municípios tiveram produtividade menor do que 226 kg/ha; 29, entre 226 kg/ha e 570 kg/ha; apenas um, maior do que 570 kg/ha; e dois ficaram sem produtividade (Figura 10).

As séries temporais analisadas revelam tendência de médias decrescentes de produtividade. Alguns municípios, que inicialmente exibiam as maiores médias nas duas primeiras séries, passaram a figurar entre os de menor desempenho nas duas últimas séries. Essa mudança de padrão é evidenciada nas Tabela 5 e 6.

Nota-se que as maiores produtividades registradas entre 2012 e 2021 estão muito próximas das piores médias de produtividade observadas entre 1974 e 1981. Essa proximidade temporal e a variação nos índices de produtividade ao longo dos anos destacam a importância de realizar uma análise espacial detalhada dos dados encontrados.

Tabela 4. Produtividade por Região Geográfica Imediata.

RGIme	1974–1981	1982–1991	1992–2001	2002–2011	2012–2021
Ilhéus/Itabuna	461	516	332	231	254
Camacan	736	665	322	164	212
Eunápolis/Porto	393	373	371	273	316
Teixeira de Freitas	532	496	380	351	339

Fonte: IBGE (2024).

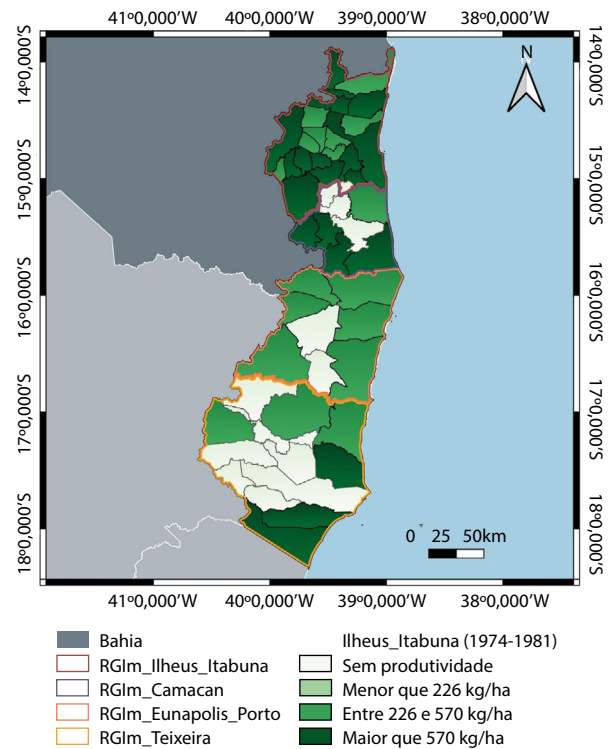


Figura 6. Produtividade de amêndoas de cacau (1974 a 1981).

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2017) e Sirgas 2000 (2024).

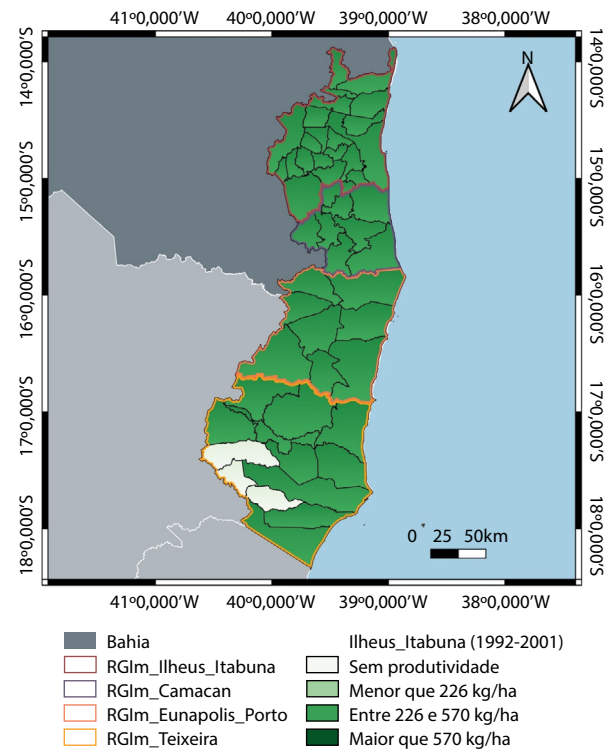


Figura 8. Produtividade de amêndoas de cacau (1992 a 2001).

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2017) e Sirgas 2000 (2024).

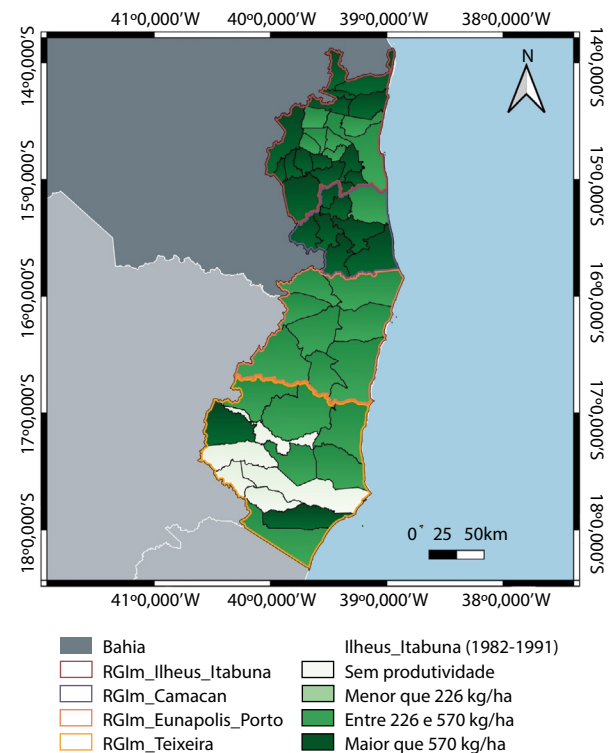


Figura 7. Produtividade de amêndoas de cacau (1982 a 1991).

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2017) e Sirgas 2000 (2024).

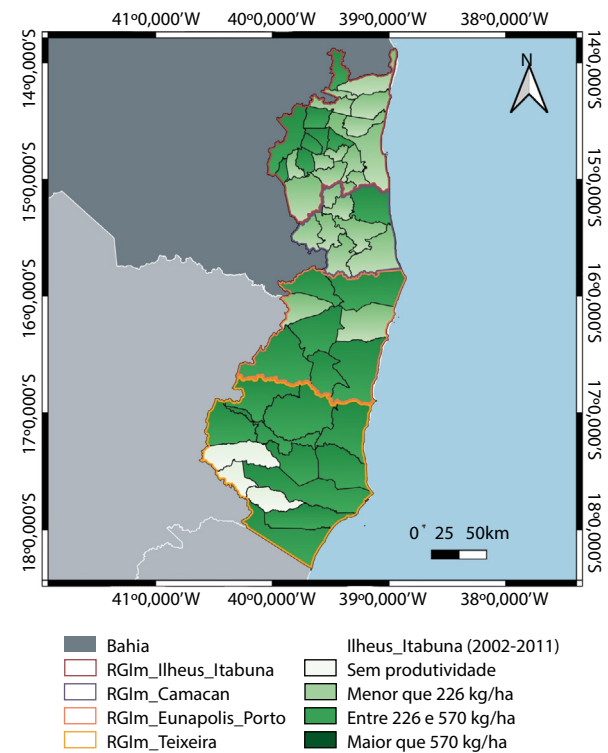


Figura 9. Produtividade de amêndoas de cacau (2002 a 2011).

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2017) e Sirgas 2000 (2024).

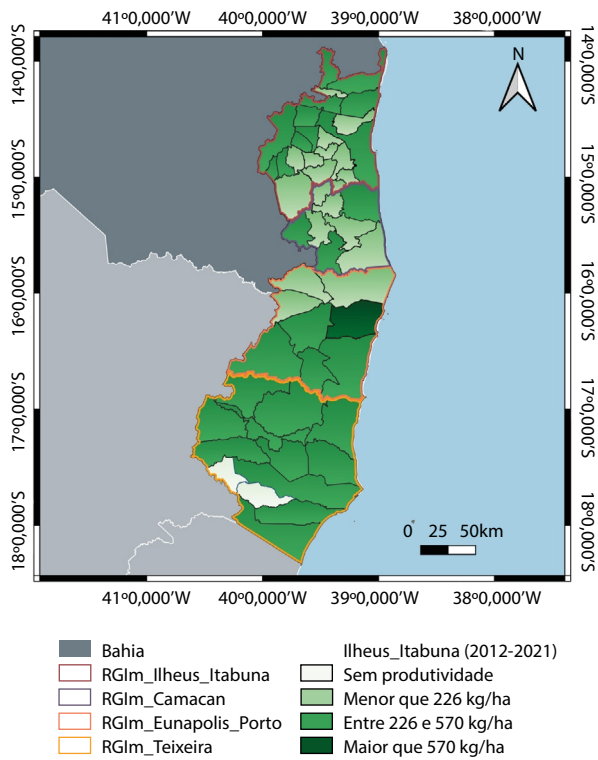


Figura 10. Produtividade de amêndoas de cacau (2012 a 2021).

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2017) e Sirgas 2000 (2024).

Tabela 5. Os dez municípios com as maiores médias de produtividade de amêndoas de cacau.

Município	1974–1981	Município	1982–1991	Município	1992–2001	Município	2002–2011	Município	2012–2021
Itapé	832,5	Floresta Azul	754,1	Caravelas	446,7	Itanhém	451,9	Sta Cruz Cab	584,0
Camacan	806,1	Pau Brasil	744,0	Guaratinga	421,1	Vereda	446,6	Med, Neto	400,0
Canavieiras	802,1	Mascote	740,1	Itapitanga	404,1	Guaratinga	426,5	Firmino Alves	381,3
Mascote	796,9	Camacan	733,3	Alcobaça	397,1	Mucuri	371,2	Prado	371,5
Itabuna	787,9	Santa Luzia	687,3	Mucuri	393,2	Caravelas	368,5	Porto Seguro	370,3
Buerarema	760,6	Itabuna	681,8	Itabela	387,9	N, Viçosa	366,2	Jucuruçu	355,9
Pau Brasil	725,8	Aurelino Leal	675,7	Una	384,0	Itapitanga	361,4	Ibicuí	353,8
Ibirapitanga	718,3	Ibicaraí	660,3	Prado	379,1	Prado	352,6	Caravelas	349,2
Aur Leal	661,4	Itaju Colônia	656,9	Eunápolis	378,5	Itamaraju	342,3	Eunápolis	348,8
Ibicuí	657,5	Canavieiras	656,8	Itajuípe	375,0	Itabela	330,6	Vereda	345,0

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2024).

Tabela 6. Os dez municípios com as menores médias de produtividade de amêndoas de cacau.

Município	1974–1981	Município	1982–1991	Município	1992–2001	Município	2002–2011	Município	2012–2021
Sta Cruz Cab	368,4	Itabela	330,0	Camacan	262,9	Canavieiras	132,9	Santa Luzi	164,0
Porto Segur	375,1	Eunápolis	336,7	Arataca	298,5	Sta Luzia	141,2	Camacan	164,3
Guaratinga	383,1	Itagimirim	356,5	Ibirapitanga	305,5	Pau Brasil	141,5	Itaju Col	169,0
Belmonte	394,6	Belmonte	360,0	Santa Luzia	310,3	Itaju do Col	143,9	Arataca	170,8
Itagimirim	403,8	Alcobaça	383,3	Itaju Col	314,8	Barro Preto	154,2	Itapé	171,0
Itapebi	434,5	Porto Seguro	387,8	Pau Brasil	323,0	Camacan	154,3	S Jos da Vit	181,8
Itamaraju	450,5	Sta Cruz Cab	389,1	Mascote	324,7	Jussari	156,7	Buerarema	183,8
Coaraci	459,9	Itapebi	410,7	Jussari	326,3	Arataca	166,6	Itabuna	184,6
Almadina	466,0	Guaratinga	414,0	Sta Cruz Vit	329,2	Mascote	173,5	Ibicaraí	185,4
Itajuípe	475,4	Jucuruçu	449,0	Ibicuí	332,4	Uruçuca	178,0	Itagimirim	188,9

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2024).

Análise exploratória de dados espaciais

O diagrama de dispersão de Moran revelou autocorrelação espacial positiva para todas as séries estudadas (Figura 11). Esse resultado indica que há uma tendência de agrupamento espacial das produtividades, em que áreas com produtividades semelhantes tendem a estar próximas umas das outras.

Os mapas de autocorrelação local (Lisa) e de significância (Figuras 12, 13 e 14) apresentaram inversão a partir de 1992–2001. O *cluster* AA, que inicialmente aparecia ao norte da área de estudo, passou a se localizar mais ao sul, enquanto o *cluster* BB desapareceu, voltando a surgir nas séries subsequentes.

Discussão

As análises da produção, área colhida e produtividade de amêndoas de cacau na RGI Int Ilhéus/Itabuna revelaram tendência de declínio significativo no período estudado (1974–2021). A Aede, através do índice de Moran, indicou a presença de autocorrelação espacial positiva para alguns municípios. Também foram registradas alterações na distribuição espacial da produtividade de amêndoas de cacau ao longo das séries estudadas, com a inversão dos agrupamentos de baixa e alta produtividades.

Produção, área colhida e produtividade

A produção de cacau na RGI Int Ilhéus/Itabuna caiu 64,97% durante o período estudado. As RGI me

Ilhéus/Itabuna e Camacan foram as mais afetadas, com quedas de 67,44% e 67,31%, respectivamente. Em contraste, a RGI me Teixeira de Freitas foi a de menor redução, com 28,36%. Outros autores registraram essa redução na produção do cacau, como Zugaib & Andrade (2015), Aguiar & Pires (2019), Brainer (2021) e Xavier et al. (2021).

A área colhida também caiu, especialmente na RGI me Ilhéus/Itabuna, com redução de 15,55%, um pouco menor do que a encontrada por Brainer (2021) no período de 1990 a 2021 para todo o Nordeste. A região de Camacan foi a única que exibiu aumento da área colhida no período estudado. Embora a área colhida tenha caído, a redução foi significativamente menor do que a queda na produção, indicando que não houve abandono das plantações de cacau (Aguiar & Pires, 2019).

A produtividade média de cacau também sofreu queda acentuada (Brainer, 2021). A RGI me Camacan, que inicialmente detinha a maior produtividade, apresentou a pior média geral de produtividade entre 2002 e 2011.

O declínio da produção, área colhida e produtividade de amêndoas de cacau pode ser atribuído a diversos fatores, entre eles as mudanças climáticas, a crise da vassoura-de-bruxa, a redução da assistência técnica, a crise fiscal e a competição com novos centros produtores.

As mudanças climáticas têm afetado a produção agrícola globalmente, e o cacau não é exceção. Alterações nos padrões de chuva, o aumento das temperaturas e eventos climáticos extremos

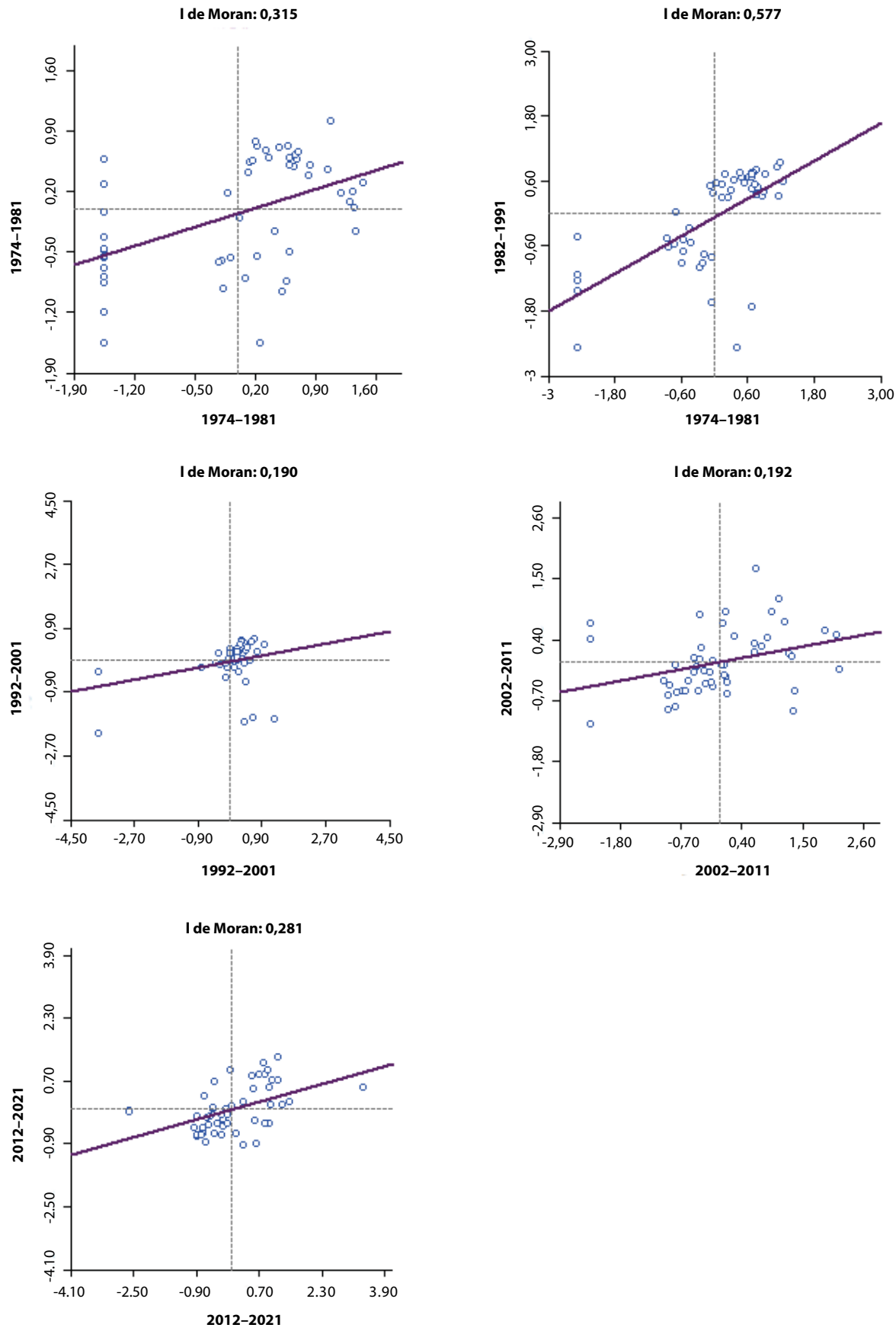


Figura 11. Diagramas de dispersão da produtividade de amêndoas de cacau.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2024).

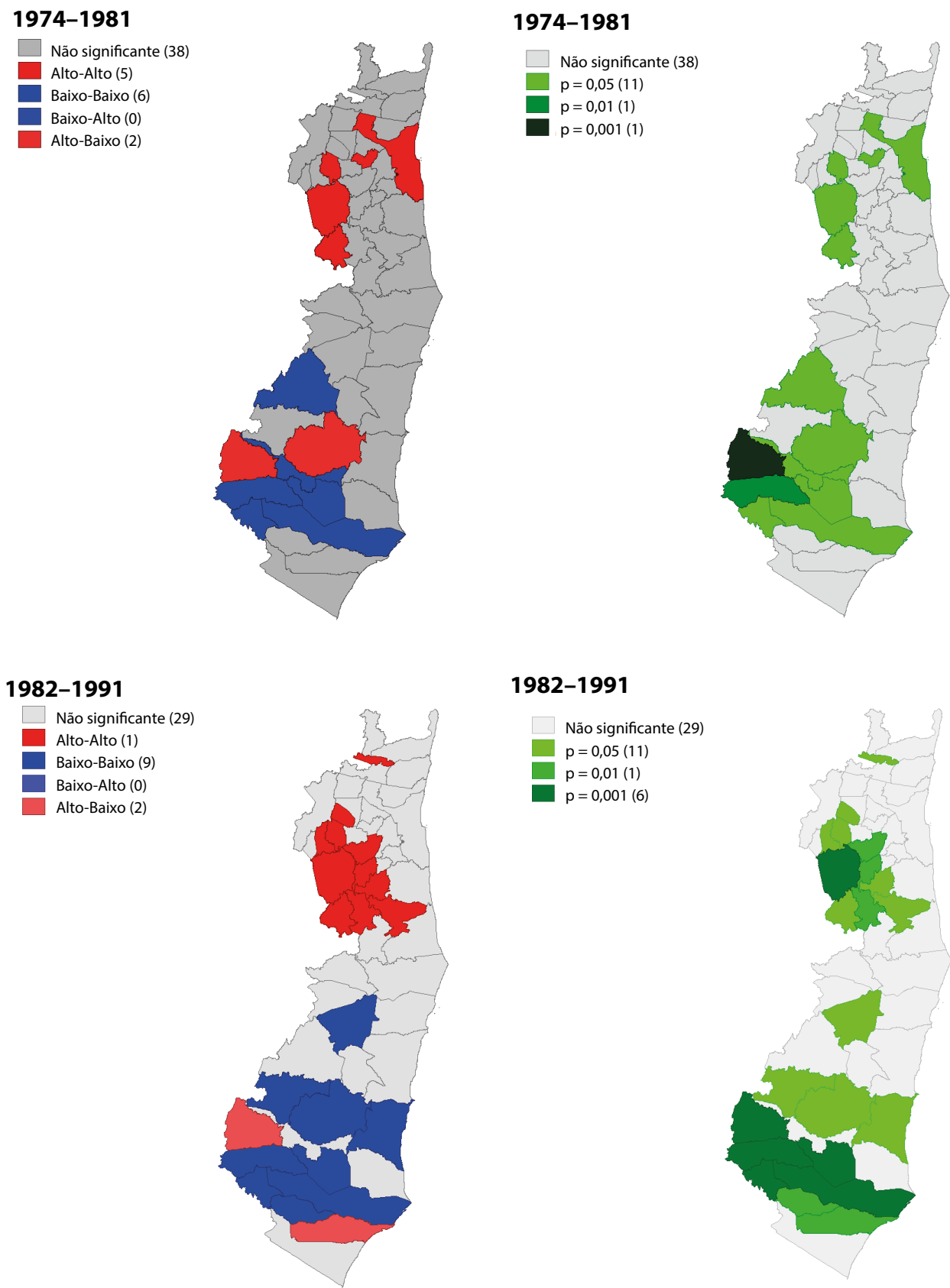
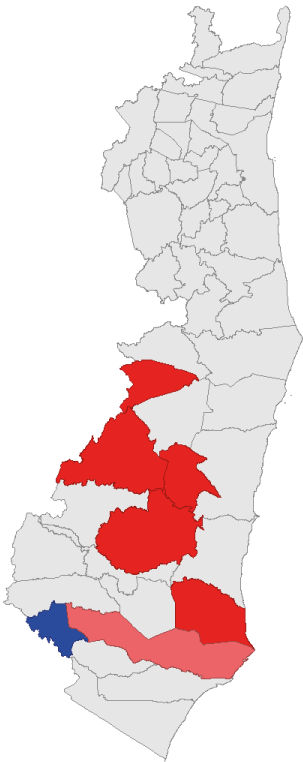


Figura 12. Mapa Lisa e *cluster* da produtividade de amêndoas de cacau em 1974–1981 e 1982–1991.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2024).

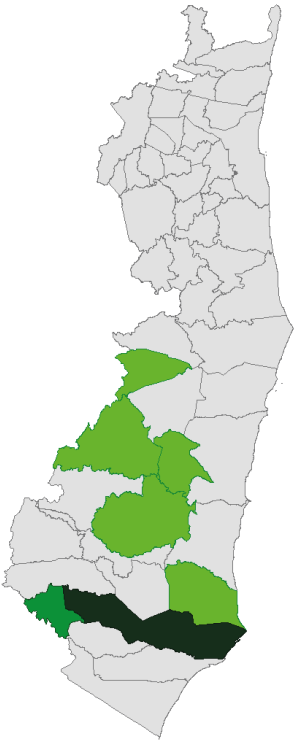
1992–2001

- Não significativa (44)
- Alto-Alto (5)
- Baixo-Baixo (1)
- Baixo-Alto (0)
- Alto-Baixo (1)



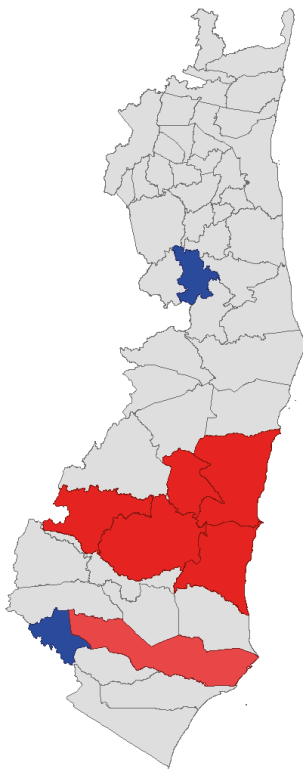
1992–2001

- Não significativa (44)
- $p = 0,05$ (5)
- $p = 0,01$ (1)
- $p = 0,001$ (1)



2002–2011

- Não significativa (43)
- Alto-Alto (5)
- Baixo-Baixo (2)
- Baixo-Alto (0)
- Alto-Baixo (1)



2002–2011

- Não significativa (43)
- $p = 0,05$ (6)
- $p = 0,01$ (1)
- $p = 0,001$ (1)

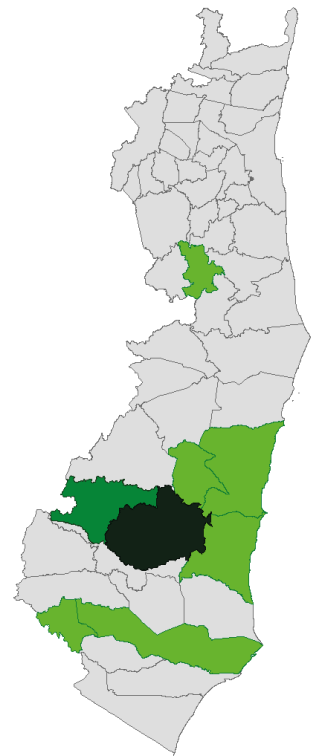
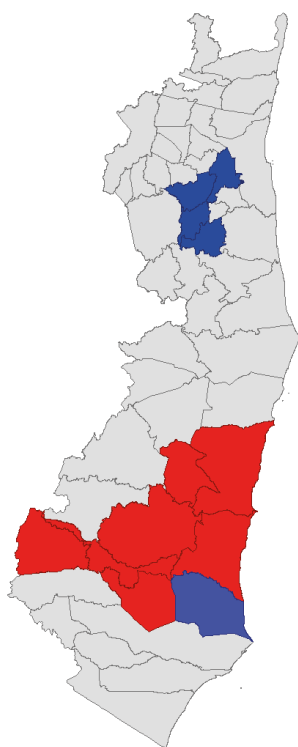


Figura 13. Mapa Lisa e *cluster* da produtividade de amêndoas de cacau em 1992–2001 e 2002–2011.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2024).

2012–2021

- Não significativa (39)
- Alto-Alto (7)
- Baixo-Baixo (4)
- Baixo-Alto (1)
- Alto-Baixo (0)



2012–2021

- Não significativa (39)
- p = 0,05 (10)
- p = 0,01 (1)
- p = 0,001 (1)

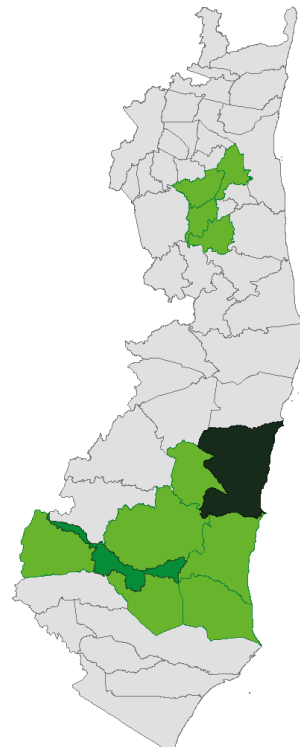


Figura 14. Mapa Lisa e *cluster* da produtividade de amêndoas de cacau em 2012–2021.

Fonte: elaborado com dados de IBGE (2024).

podem ter contribuído para a redução da produtividade. Mudanças no clima podem alterar significativamente as condições de cultivo, afetando a produção de culturas sensíveis, como o cacau (Igawa et al., 2021).

A crise da vassoura-de-bruxa foi um dos principais fatores que contribuíram para a queda na produção, área colhida e produtividade de amêndoas de cacau na Bahia, especialmente na década de 1990 (Aguiar & Pires, 2019). Estudos recentes destacam que a vassoura-de-bruxa continua sendo uma das doenças mais devastadoras para a cacauicultura, afetando significativamente a produção (Marelli et al., 2019; Ferraz et al., 2021).

Pesquisas têm explorado algumas abordagens para combater o problema, como o uso de leveduras, que se tem mostrado eficaz contra o fungo *Moniliophthora perniciosa* in vitro. (Ferraz et al., 2021). Outras estratégias incluem o melhoramento genético para aumentar a resistência e a durabilidade das plantas de cacau (Santos et al., 2020; Pires et al., 2022).

A crise fiscal da década de 1990 afetou a oferta de crédito e os investimentos na agricultura,

prejudicando a produtividade e a rentabilidade das lavouras de cacau (Xavier et al., 2021). A redução na assistência técnica e no suporte aos agricultores, especialmente após a crise fiscal, dificultou a implementação de práticas agrícolas mais eficientes (Baiardi & Teixeira, 2010).

A competição com novos centros produtores e a volatilidade dos preços no mercado internacional também contribuíram para a queda na produção, tornando o cacau menos rentável e levando ao abandono de plantações (Xavier et al., 2021).

A queda nas variáveis estudadas envolve aspectos climáticos, biológicos, agrícolas e econômicos. A combinação desses fatores cria um cenário desafiador para os produtores de cacau, exigindo estratégias integradas para reverter a tendência de queda. Investimentos em pesquisa e tecnologias são essenciais para o desenvolvimento de ferramentas e metodologias que visem melhorar a produtividade. A assistência técnica e o acesso ao crédito também podem ajudar os agricultores a adotar práticas mais eficientes e a recuperar a produtividade das lavouras.

Análise exploratória de dados espaciais

A Aede utilizando o índice de Moran indicou a presença de autocorrelação espacial positiva para os municípios estudados. A análise espacial revelou que os municípios ao norte da área de estudo foram os mais afetados, com queda significativa na produtividade. Os mapas Lisa e de significância mostraram mudanças na distribuição espacial da produtividade ao longo das séries, indicando uma alteração na dinâmica da produção de cacau na região, com inversão na distribuição espacial dos *clusters* AA e BB.

Vedana et al. (2019) empregaram a Aede para avaliar os agrupamentos espaciais e encontrou mudanças na distribuição espacial da produtividade da cana-de-açúcar entre 2006 e 2017.

Igawa et al. (2022) destacam a importância de considerar a perspectiva espacial na agricultura, especificamente na produção de cacau. Essas informações são cruciais para entender a distribuição espacial da produtividade do cacau e podem ter várias implicações, como identificar padrões regionais, direcionar políticas públicas, auxiliar no planejamento e na gestão agrícola e promover o desenvolvimento sustentável da cacauicultura.

Além disso, Igawa et al. (2022) correlacionaram a distribuição do cacau com o clima e o solo, buscando entender como as mudanças no clima podem promover mudanças espaciais na produção do cacau. Cilas & Bastide (2020) observaram que as mudanças climáticas não afetam apenas o cacau, mas também a distribuição de pragas e doenças da cultura.

O método de cultivo também pode influenciar as alterações espaciais observadas na área de estudo. No norte da área estudada, predominam sistemas agroflorestais sem irrigação, enquanto no sul e no interior, em áreas mais secas, o cultivo é realizado a pleno sol com irrigação (Piasentin & Saito, 2014). O cacau é uma planta típica do clima tropical e demanda ampla quantidade de água. Em períodos de déficit hídrico, a necessidade de irrigação suplementar pode influenciar significativamente o desenvolvimento da cultura (Medauar et al., 2020).

Nesse contexto, políticas públicas podem ser direcionadas para áreas com baixa produtividade, fornecendo suporte técnico e financeiro para melhorar as práticas agrícolas e combater pragas e doenças (Ahmadzai et al., 2021). Identificar regiões

com alta produtividade pode ajudar a replicar práticas bem-sucedidas, promovendo o desenvolvimento regional de maneira mais equilibrada (Ahmadzai et al., 2021).

Considerações finais

Para a análise da distribuição espacial da média de produtividade do cacau nas regiões estudadas, fez-se, em termos metodológicos, uma Aede na qual o *I* de Moran exibiu sinal positivo, indicando a existência de autocorrelação espacial para todos os períodos de análise. Os mapas de significância Lisa apresentaram diferenças com o passar das séries, bem como os mapas de *clusters*. A distribuição espacial do cacau se alterou, principalmente com a inversão dos *clusters*.

A Aede se mostrou uma ferramenta eficiente na busca por alterações espaciais em torno de uma variável de interesse, permitindo que o foco fosse voltado para o local específico onde ocorreram as variações. Nesse contexto, este trabalho pode ser utilizado em pesquisas futuras que queiram estudar mais a fundo a queda de produtividade na região.

Referências

- AGUIAR, P.C.B. de; PIRES, M. de M. A região cacaueira do sul do estado da Bahia (Brasil): crise e transformação. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v.28, p.192-208, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.67437>.
- AHMADZAI, H.; TUTUNDJIAN, S.; ELOUAFI, I. Policies for sustainable agriculture and livelihood in marginal lands: a review. **Sustainability**, v.13, art.8692, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13168692>.
- ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M. de; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
- ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association - LISA. **Geographical Analysis**, v.27, p.93-115, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>.
- ANSELIN, L.; BERA, A.K. Introduction to spatial econometrics. In: ULLAH, A.; GILES, E.R.A. (Ed.). **Handbook of applied economic statistics**. New York: Marcel Dekker, 1998. p.237-289.
- BAIARDI, A.; TEIXEIRA, F. **O desenvolvimento dos territórios do Baixo Sul e do litoral Sul da Bahia: a rota da sustentabilidade, perspectivas e vicissitudes**. Salvador: [s.n.], 2010.
- BRAINER, M.S. de C.P. Produção de cacau: crescer é preciso! **Caderno Setorial Etene**, v.6, p.1-20, 2021. Disponível em: <<https://>

www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1042>. Acesso em: 28 dez. 2022.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S.; CRUZ, O.G.; CORREA, V. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

CILAS, C.; BASTIDE, P. Challenges to cocoa production in the face of climate change and the spread of pests and diseases. **Agronomy**, v.10, art.1232, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091232>.

DINIZ, S.S. **Análise espacial da produtividade da laranja dos municípios do estado de São Paulo: 2002 a 2010**. 2013. 118p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. Disponível em: <<https://repositorio.uel.br/srv-c0003-s01/api/core/bitstreams/55b4e033-464b-4854-8c0a-16ff64ca695b/content>>. Acesso em: 22 nov. 2024.

EOL. Encyclopedia of Life. *Theobroma cacao* L. Disponível em: <<https://eol.org/pages/484592>>. Acesso em: 15 dez. 2022.

FERRAZ, P.; BRANDÃO, R.L.; CASSIO, F.; LUCAS, C. *Moniliophthora perniciosa*, the Causal Agent of Cacao Witches' Broom Disease Is Killed in vitro by *Saccharomyces cerevisiae* and *Wickerhamomyces anomalus* Yeasts. **Frontiers in Microbiology**, v.12, art.706675, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.706675>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/#/home>. Acesso em: 20 nov. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>>. Acesso em: 14 out. 2024.

IGAWA, T.K.; ANJOS, L.J.S. dos; TOLEDO, P.M. de. Mudanças climáticas e a produção de cacau no bioma amazônico brasileiro. **Revista Agroecossistemas**, v.13, p.120-134, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18542/ragros.v13i2.10092>.

IGAWA, T.K.; TOLEDO, P.M. de; ANJOS, L.J. S. Climate change could reduce and spatially reconfigure cocoa cultivation in the Brazilian Amazon by 2050. **PLoS ONE**, v.17, e0262729, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262729>.

LOSCHI, M.; FERREIRA, D. Compreendendo o território através de suas articulações. **Agência IBGE Notícias**, 29 junho 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/10542-compreendendo-o-territorio-atraves-de-suas-articulacoes>>. Acesso em: 22 nov. 2024.

MARELLI, J.-P.; GUEST, D.I.; BAILEY, B.A.; EVANS, H.C.; BROWN, J.K.; JUNAID, M.; BARRETO, R.W.; LISBOA, D.O.; PUIG, A.S. Chocolate under threat from old and new cacao diseases. **Phytopathology**, v.109, p.1331-1343, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-18-0477-RVW>.

MCKNIGHT, T.L.; HESS, D. Climate Zones and Types. In: MCKNIGHT, T.L.; HESS, D. **Physical Geography: a landscape appreciation**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. p.198-241.

MEDAUAR, C.C.; MENEZES, A.A.; RAMOS, A.; GALVÃO, Í.M.; SILVA, S. de A. Climatic characterization and evaluation of the need for supplementary irrigation for cacao in southern Bahia, Brazil. **Agronomia Colombiana**, v.38, p.272-279, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n2.84700>.

MORAN, P. Notes on Continuous Stochastic Phenomena. **Biometrika**, v.37, p.17-23, 1950. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/37.1-2.17>.

MÜLLER, M.W.; RODRIGUES, A.C.G. Sistemas Agroflorestais com cacauero. In: VALLE, R.R. (Ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacauero**. 2.ed. Brasília: Ceplac/Cepec, 2012. p.407-435.

PIASENTIN, F.B.; SAITO, C.H. Os diferentes métodos de cultivo de cacau no sudeste da Bahia, Brasil: aspectos históricos e percepções. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v.9, p.61-78, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1981-81222014000100005>.

PIRES, J.L.; MELO, G.R.P.; YAMADA, M.M.; MARTINS, E.D.; LUZ, N. Resistance of cocoa to *Moniliophthora perniciosa*: progenitors and progenies selection. **Revista Ceres**, v.69, p.544-552, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202269050007>.

SANTOS, E.C. dos; PIROVANI, C.; CORREA, S.C.; MICHELI, F.; GRAMACHO, K.P. The pathogen *Moniliophthora perniciosa* promotes differential proteomic modulation of cacao genotypes with contrasting resistance to witches' broom disease. **BMC Plant Biology**, v.20, art.1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-019-2170-7>.

SERRA, W.S.; SODRÉ, G.A. **Manual do cacaucultor: perguntas e respostas**. Ilhéus: Ceplac/Cepec, 2021. (Ministério da Agricultura e Pecuária. Boletim técnico, 221). Disponível em: <<https://repositorio-dspace.agricultura.gov.br/handle/1/432>>. Acesso em: 25 jun. 2024.

SIRGAS 2000. **Sistema de Referência Geodésico para as Américas**. Disponível em: <<https://sirgas.ipgh.org/pt/realizacoes/sirgas2000/>>. Acesso em: 22 nov. 2024.

VEDANA, R.; RODRIGUES, K.C.T.T.; PARRÉ, J.L.; SHIKIDA, P.F.A. Distribuição espacial da produtividade de cana-de-açúcar no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, ano28, p.121-133, 2019.

WOOD, G.A.R. History and development. In: WOOD, G.A.R.; LASS, R.A. **Cocoa**. 4th ed. Agawam: Blackwell Science, 1985. p.1-10.

XAVIER, L.B.; NASCIMENTO JUNIOR, F. das C. do; CHIAPETTI, J. Da crise regional às novas dinâmicas de especialização da produção de cacau no sul da Bahia. **Revista Caminhos de Geografia**, v.22, p.77-96, 2021. DOI: <http://doi.org/10.14393/RCG227953461>.

ZUGAIB, A.C.C.; ANDRADE, F.C. Uma análise dos mercados nacional e internacional de cacau e chocolate. In: GOMES, A. da S.; PIRES, M. de M. (Org.). **Cacaucultura: estrutura produtiva, mercados e perspectivas**. Ilhéus: Editus, 2015. p.207-227.