



Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

**UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA ESPACIAL PARA ANALISAR A DINÂMICA DO
FEIJÃO E DA SOJA NO BRASIL, ENTRE OS ANOS DE 1990 A 2013**

Augusto Monso Clemente

Dissertação de Mestrado

Brasília – DF
Dezembro/2015



**Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

**UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA ESPACIAL PARA ANALISAR A DINÂMICA DO
FEIJÃO E DA SOJA NO BRASIL, ENTRE OS ANOS DE 1990 A 2013**

Augusto Monso Clemente

Orientador: Renato Fontes Guimarães

Co-Orientador: Osmar Abílio de Carvalho Junior

Dissertação de Mestrado

**Brasília – DF
Dezembro/2015**



Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA ESPACIAL PARA ANALISAR A DINÂMICA DO FEIJÃO E DA SOJA NO BRASIL, ENTRE OS ANOS DE 1990 A 2013

AUGUSTO MONSO CLEMENTE

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial, opção Acadêmica.

Aprovador por:

Renato Fontes Guimarães,
(Orientador)

Osmar Abílio de Carvalho Junior, Doutor (Universidade de Brasília – UnB)
(Co-Orientador)

Concepta Margaret McManus Pimentel, Doutora (Universidade de Brasília – UnB)
(Examinador Externo)

Potira Meirelles Hermuche, Doutora (Universidade de Brasília – UnB)
(Examinador Externo)

Brasília-DF, 10 de dezembro de 2015.



Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Ciências Humanas – IH
Departamento de Geografia – GEA
Programa de Pós-Graduação em Geografia

FICHA CATALOGRÁFICA

CLEMENTE, AUGUSTO MONSO

Utilização da Estatística Espacial para analisar a dinâmica do Feijão e da Soja no Brasil, entre os anos de 1990 a 2013. 66 p., 297 mm (UnB-IH/GEA, Mestre, Gestão Ambiental e Territorial, 2015).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Humanas/Departamento de Geografia

- | | | | |
|----|-----------------|----|----------------------------|
| 1. | Agrupamentos | 2. | Estatística Espacial |
| 3. | Índice de Moran | 4. | Dinâmica espacial-temporal |

UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA ESPACIAL PARA ANALISAR A DINÂMICA DO FEIJÃO E DA SOJA NO BRASIL, ENTRE OS ANOS DE 1990 A 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Augusto Monso Clemente

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me deu a força, perseverança e o discernimento necessário para superar os obstáculos encontrados no caminho.

Agradeço também minha família, especialmente minha mãe que me fortaleceu imensamente com palavras de apoio, principalmente nos momentos turbulentos dessa trajetória.

Agradeço meus orientadores: Professor Renato Fontes Guimarães que desde o início acreditou nesse trabalho me dando todo suporte e arcabouço necessário para a construção desta análise; e na fase final o apoio importantíssimo do Professor Osmar Abílio de Carvalho Junior no qual sua orientação foi imprescindível para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Agradeço aos amigos com os quais compartilhei momentos de tribulações e alegrias, especialmente ao auxílio impagável na construção dessa dissertação de Ronessa Souza, Edson Guiducci, Kilvia Craveiro, Assunta Sicoli, Dione Melo, Caroline Turazi, Leonardo Santana e Murilo Caldas.

A Deus e a estes, meus sentimentos de profundo valor e admiração em tê-los como companhia durante esse tempo de grande dedicação minha à vida acadêmica. Muito obrigado!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

Neste trabalho foi analisada a dinâmica espacial-temporal de duas lavouras temporárias importantes para o Brasil, o feijão e a soja, para o período de 1990 a 2013. A escolha da soja foi justificada por ser responsável por inúmeras transformações no espaço agrário brasileiro recentemente, enquanto o feijão foi devido sua abrangência nacional e o predomínio de agricultores familiares. Foram verificadas as alterações em variáveis vinculadas ao crescimento agrícola: área colhida, produção e produtividade. Os dados secundários utilizados foram coletados junto à base PAM/IBGE. Investigou-se a existência da autocorrelação espacial com a utilização do Índice de Moran Global (*I*), em seguida, identificado o perfil dos agrupamentos com aplicação do algoritmo Getis-OrdGi*; e, por fim, identificadas as regiões dos agrupamentos locais com a utilização do Índice de Moran Local. Como análise complementar foi utilizada a ferramenta Tabulação Cruzada (crosstab), o Teste Qui-Quadrado de Pearson e a Metodologia do Crescimento e Aceleração do Crescimento. Os resultados demonstraram que, para o feijão, houve uma considerável redução da área destinada ao cultivo, porém houve aumentos significativos na produção e na produtividade. Ficou evidente também a existência de diferenças e peculiaridades regionais na análise da produção dessa cultura no Brasil. A polarização da produção de feijão abrange regiões que compreendem a Região Central do PR, Sul de SP, Noroeste de MG, Sudeste de GO, Oeste da BA e recentemente a região central do MT. Para a cultura da soja verificou a manutenção e formação de novos agrupamentos Alto-Alto, nos Estados da Região Sul e Centro Oeste, como também a expansão para o Estado de RO e, mais recentemente, nas áreas de abrangência dos Cerrados, em TO, BA, MA e PI (MATOPIBA). Identificou-se nessa análise um valor crescente da área colhida, produção e produtividade. As causas desse aumento podem ser explicadas, principalmente, pela implementação de políticas públicas e avanços tecnológicos.

Palavras Chaves: Índice de Moran, Algoritmo Getis-Ord Gi*, Tabulação Cruzada, Crescimento e Aceleração do Crescimento, Agrupamentos, Culturas Temporárias.

ABSTRACT

In this work, we aimed to analyze spatial-temporal dynamics related to two important temporary crops in Brazil, bean and soybean for the period 1990 to 2013. The choice soybean is justified due to its role in recent changes in the Brazilian agrarian space. As for beans, its choice was due to its national coverage being produced on the family farms. The study analyses the changes in variables related to agricultural growth: Harvested area, production and productivity. Secondary data were collected from the base PAM/ IBGE. Autocorrelation was calculated using the Global Moran Index (R), the profile of the groups identified with application of Getis-Ord G_i^* algorithm; and finally, identified regions of local cluster using the Local Moran Index. A complementary analysis is the Cross Tabulation (crosstab), the Pearson Chi-Square Test and Growth Methodology and Growth Acceleration tools were used. The results showed that, for beans, there was a considerable reduction of the area farmed, but there were significant increases in production and productivity. There are regional differences and peculiarities in analyzing the production of this crop in Brazil. The polarization of bean production covers more favored regions comprising the Central Region of PR, Southern SP, Northwest MG, Southeast GO, West BA and recently Central MT. For soybean the maintenance and formation of new clusters High-High in Southern and Midwest Regions States, as well as the expansion to the state of RO and, more recently, in areas covered by Cerrado, in TO, BA, MA and PI (MATOPIBA) an increasing amount of harvested area, production and productivity were found in this analysis. The causes of this increase can be explained mainly by the implementation of public policies and technological advances.

Key Words: Moran Index, Getis-Ord G_i^* Algorithm, Cross Tabulation, Growth and Growth Acceleration, clusters, Cultures Temporary.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Diagrama de dispersão de Moran.....	5
Figura 02 -	Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Área Colhida (ha) de Feijão (1990-2013) – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.....	12
Figura 03 -	Taxa do Crescimento da Área Colhida de Feijão no Brasil (1990-2013). (a)1990-1994/1995-1999; (b) 1995-1999/2000-2004; (c) 2000-2004/2005-2009; (d) 2005-2009/2010-2013; e) 1990-1994/2010-2013.....	15
Figura 04 -	Aceleração do crescimento da Área Colhida (ha) de Feijão (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 com período 2005-2013.....	16
Figura 05 -	Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Quantidade Produzida (t) de Feijão (1990-2013) – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.....	18
Figura 06 -	Taxa do Crescimento da Quantidade Produzida de Feijão no Brasil (1990-2013). (a)1990 a 1999; (b) 1995 a 2004; (c) 2000 a 2009; (d) 2005 a 2013; e) Comparação período 1990 a 1994 e com período 2010 a 2013.....	20
Figura 07 -	Aceleração do crescimento da Quantidade Produzida (t) de Feijão (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990 a 1999 e com período 2005 a 2013.....	21
Figura 08 -	Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Rendimento Médio (kg/ha) de Feijão – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.....	23
Figura 09 -	Taxa do Crescimento do Rendimento Médio de Feijão no Brasil (1990-2013). (a)1990-1999; (b) 1995-2004; (c) 2000-2009; (d) 2005-2013; e) Comparação período 1990-1994 com período 2010-2013.....	25
Figura 10 -	Aceleração do crescimento do Rendimento Médio (kg/ha) de Feijão de ovinos (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 e com período 2005-2013.....	26
Figura 11 -	Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Área Colhida (ha) de Soja – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.....	28
Figura 12 -	Taxa do Crescimento da Área Colhida de Soja no Brasil (1990-2013). (a)1990-1999; (b) 1995-2004; (c) 2000-2009; (d) 2005-2013; e) Comparação período 1990-1994 com período 2010-2013.....	30

Figura 13 -	Aceleração do crescimento Área Colhida (ha) de Soja (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 e com período 2005-2013.....	31
Figura 14 -	Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Quantidade Produzida (t) de Soja – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.....	33
Figura 15 -	Taxa do Crescimento da Quantidade de Soja no Brasil (1990-2013). (a)1990-1999; (b) 1995-2004; (c) 2000-2009; (d) 2005-2013; e) Comparação período 1990-1994 com período 2010-2013.....	35
Figura 16 -	Aceleração do crescimento Quantidade Produzida (t) de Soja (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 com período 2005-2013.....	36
Figura 17 -	Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Rendimento Médio (kg/ha) de Soja – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.....	38
Figura 18 -	Taxa do Crescimento do Rendimento Médio de Soja no Brasil (1990-2013). (a)1990-1999; (b) 1995-2004; (c) 2000-2009; (d) 2005-2013; e) Comparação período 1990-1994 com período 2010- 2013.....	40
Figura 19 -	Aceleração do crescimento da variável Rendimento Médio (kg/ha) de Soja (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990 -1999 com período 2005-2013.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de feijão no Brasil, média dos períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	10
Tabela 2.	Aplicação do algoritmo Getis-Ord Gi* para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de feijão no Brasil, média por períodos, 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	10
Tabela 3.	Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a área de feijão colhida (ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010-2013.....	13
Tabela 4.	Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Quantidade Produzida (t) de feijão no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	17
Tabela 5.	Aplicação do algoritmo Getis-Ord Gi* para o conjunto de dados municipais da Quantidade Produzida (t) de feijão no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	17
Tabela 6.	Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a produção de soja (t) nos períodos de 1990-1994 e 2010- 2013.....	19
Tabela 7.	Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de feijão no Brasil, média anuais, por períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	22
Tabela 8.	Aplicação do algoritmo Getis-Ord Gi* para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de feijão no Brasil, média anuais 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	22
Tabela 9.	Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a rendimento médio de soja (kg/ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010-2013.....	24
Tabela 10	Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013	27
Tabela 11.	Aplicação do algoritmo Getis-Ord Gi* para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013	27
Tabela 12.	Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a área colhida de soja (ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010- 2013	29
Tabela 13.	Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Quantidade	

	Produzida (t) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013	32
Tabela 14.	Aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* para o conjunto de dados municipais da Quantidade Produzida (t) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	32
Tabela 15.	Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a produção de soja (kg/ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010- 2013	34
Tabela 16.	Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	37
Tabela 17.	Aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.....	37
Tabela 18.	Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando o rendimento médio de soja (kg/ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010- 2013	29
Tabela 19.	Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio, principais estados produtores, perfil dos agricultores e preço médio recebido pelo produtor das culturas de Feijão e Soja nos anos de 1990 e 2013.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	- Aceleração do Crescimento
Embrapa	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fig.	- Figura
GIS	- Geographic Information System
Ha	- Hectare
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	- Instituto de Economia Agrícola
kg/ha	- Quilos por hectare
LISA	- Índice Local de Associação Espacial
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MATOPIBA	- Acrônimo formado com as iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.
MERCOSUL	- Mercado Comum do Sul
OCDE	- Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento
Pág.	- Página
PTF	- Produtividade Total de Fatores
PAM	- Produção Agrícola Municipal
PRODECER	- Programa Nipo-Brasileiro de Cooperação para o Desenvolvimento do Cerrado
SIDRA	- Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG	- Sistema IBGE de Recuperação Automática
SPSS	- Statistical Package for the Social Sciences
TC	- Taxa de Crescimento
T	- Tonelada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. METODOLOGIA.....	4
2.1. DADOS DAS PRODUÇÕES AGRÍCOLAS MUNICIPAIS DE FEIJÃO E SOJA.....	4
2.2. ÍNDICES DE CORRELAÇÃO ESPACIAL.....	4
2.2.1. Estatística I de Moran Global.....	4
2.2.2. Estatística I de Moran Local.....	6
2.2.3. Algoritmo de Getis-Ord G_i^*	7
2.3. TABULAÇÃO CRUZADA.....	7
2.4. TESTE DO QUI-QUADRADO DE PEARSON.....	7
2.5. ANÁLISE DA TAXA DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	8
3. RESULTADOS.....	10
3.1. CULTURA TEMPORÁRIA DO FEIJÃO.....	10
3.1.1. Variável Área Colhida (ha).....	10
3.1.2. Variável Quantidade Produzida (t).....	16
3.1.3. Variável Rendimento Médio (kg/ha)	21
3.2. CULTURA TEMPORÁRIA DA SOJA.....	27
3.2.1. Variável Área Colhida (ha).....	27
3.2.2. Variável Quantidade Produzida (t).....	31
3.2.3. Variável Rendimento Médio (kg/ha)	36
4. DISCUSSÃO.....	42
5. CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

O processo de expansão da agricultura brasileira tem suscitado questionamentos quanto aos seus impactos positivos (avanços socioeconômicos) e negativos (aspectos sociais e ambientais). Investigar a questão da evolução agrícola e da ocupação do território nacional verificando a dinâmica espacial-temporal das lavouras é uma importante ferramenta nos estudos de avaliação de impactos, tanto positivos quanto negativos.

A agricultura do país após 1990 modernizou as técnicas de cultivo, formando redes complexas de armazenamento, processamento, industrialização e distribuição (FURTOSO e GUILHOTO, 2003). Simultaneamente houve mudanças políticas como maior abertura ao mercado externo, a criação do MERCOSUL, a desregulamentação dos mercados e as novas políticas públicas para o campo, fazendo com que o setor passasse a operar dentro de uma estrutura mais competitiva. Tais mudanças aumentaram a concorrência, tanto interna como externamente, resultando em um aumento de produtividade agrícola e redução de custos (REZENDE, 2003). Neste período, a política de substituição de importações cede lugar à de uma economia aberta, nos aspectos comercial, tecnológico, financeiro e de investimentos (MELO, 2001).

Essas mudanças políticas proporcionaram uma estrutura mais competitiva com repercussões no sistema agroindustrial brasileiro que buscou: (a) adotar novas formas de organização, (b) utilizar novos mecanismos impulsionadores de novas bases de competitividade e rentabilidade, e (c) obter maiores ganhos de produtividade através da maior eficiência na coordenação dos recursos produtivos, o que pode garantir um bom posicionamento no mercado. O Brasil aumentou sua participação no comércio internacional de produtos do agronegócio e está se consolidando como um dos maiores exportadores de *commodities* agrícolas, devido entre outros fatores, a investimentos em pesquisa tecnológica e aos altos índices de rentabilidade do setor (PEROBELLI et al., 2007; ALVIM, 2003).

Nestas últimas décadas, a expansão da produção ocorreu não somente com a incorporação de novas áreas de produção (avanço da fronteira agrícola), mas houve também um crescimento da produtividade total (GASQUES et al., 2004, 2007, 2011, FORNAZIER E VIEIRA FILHO, 2013). Conforme Buainain e Garcia (2010), o Brasil é praticamente autossuficiente na produção dos produtos da cesta agrícola, e mesmo com a recente expansão da demanda doméstica, o País ainda teria potencial para atender a essa crescente demanda e expandir suas exportações agrícolas, sem necessariamente recorrer à abertura de novas áreas. Assim, o setor contribui para o equilíbrio das contas externas.

Estima-se que o país tenha uma área cultivável de 340 milhões de hectares, dos quais apenas 63 milhões são atualmente dedicados a cultivos, e algo em torno de 200 milhões de hectares são destinados a pastagens. Baseados nessas informações, cerca de 77 milhões de hectares de fronteira agrícola ainda estão disponíveis para serem utilizados. Além disso, avanços em produtividade vão liberar grandes áreas que atualmente estão dedicadas a pasto (WILKINSON, 2010).

A chamada “integração competitiva” condicionou o processo de desconcentração produtiva regional, em uma perspectiva nacional de desenvolvimento, reforçando os mecanismos de incentivo estaduais ao avanço da agricultura na periferia nacional. A disponibilidade de terras, o avanço na pesquisa tecnológica e as técnicas modernas de manejo de lavouras e rebanhos expandiram as atividades agropecuárias para novas fronteiras, como por exemplo, a região de Cerrados. Assim, a dinâmica regional brasileira apresentou ao longo de sua evolução uma forte concentração industrial acompanhada de uma contínua expansão da fronteira agrícola (MIRANDA, 2012).

Nesse contexto, cita-se com exemplo de avanço de lavouras temporárias no Brasil o município de Luís Eduardo Magalhães, localizado dentro do Bioma Cerrado no Estado da Bahia, que entre 1987 a 2008 teve uma expansão da agropecuária de aproximadamente 50% sobre o Cerrado nativo (MENKE et al., 2009).

As estimativas no Brasil de produção de grãos em 2014/15 apontam para uma safra de 206,3 milhões de toneladas, numa área plantada de 57,5 milhões de hectares (MAPA, 2015). Essas duas variáveis atingiram neste ano, os maiores valores já alcançados no Brasil ao longo dos anos. Esse volume de produção representa um aumento de 6,6% (ou 12,7 milhões) em relação ao ciclo 2013/14, quando alcançou 193,62 milhões de toneladas. Contudo a conversão de coberturas nativas em áreas agrícolas é umas das principais causas de impactos nas paisagens (MATSUSHITA et al., 2006).

Portanto, a ampliação do setor nas últimas décadas tem redefinido as áreas geográficas, tornando um grande desafio compreender a dinâmica espacial-temporal agrícola (FREITAS et al., 2004). Neste propósito, a adoção de técnicas de sensoriamento remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e Estatística Espacial (PRASAD et al., 2006; DORIGO et al., 2007) têm auxiliado na compreensão dos fenômenos antrópicos, definição de diretrizes para aplicação de investimentos e formulação de políticas públicas, especialmente as que visam à incorporação/adoção de tecnologias.

A Estatística Espacial compreende métodos que incorporam nas análises informações sobre a localização, como as coordenadas geográficas do ponto em que a amostra foi coletada ou a localização do polígono que representa a região em estudo, sendo utilizada no monitoramento agrícola. Dentro da estatística espacial encontram-se diferentes abordagens para análise de dados georreferenciados, como por exemplo, a geoestatística e a estatística espacial de áreas (DALPOSSO, 2010).

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) consiste num conjunto de técnicas para a análise estatística de informações geográficas com os seguintes objetivos principais: descrever as distribuições espaciais, descobrir padrões de associação espacial, identificar possíveis agrupamentos espaciais, verificar a existência de diferentes regimes espaciais ou outras formas de instabilidade espacial (não-estacionariedade), identificar observações atípicas (*i.e. outliers*) e calcular medidas de autocorrelação espacial global e local (ALMEIDA, 2004; ALMEIDA et al., 2008; DINIZ, 2012; PEROBELLI, 2007, PINHEIRO e PARRÉ, 2007). Sumarizando, AEDE trata diretamente de efeitos decorrentes da dependência espacial e da heterogeneidade espacial. A dependência ocorre em todas as direções, mas está inversamente relacionada à distância. A heterogeneidade espacial diz respeito às próprias características das unidades espaciais, que naturalmente diferem entre si (ANSELIN, 1996).

Entre os diferentes métodos de análises espaciais, o Índice Global de Moran (*I*) e o Índice Local de Associação Espacial (LISA), se destacam pela sua larga utilização e pela sua forma de análise, onde por meio de uma matriz de peso (*W*), pode-se determinar se há autocorrelação espacial sobre os dados em análise (ANSELIN, 1995).

As culturas agrícolas se desenvolvem de maneira heterogênea no espaço, devido ao emprego de diferentes técnicas de produção, clima, topografia e condições do solo. Porém a interdependência tem várias formas de se manifestar de acordo com as regiões produtoras, entre essas formas destacam-se a ordenação geográfica dos dados, dispersão espacial dos fenômenos que influenciam os vizinhos e processos de disputa no espaço na esfera do crescimento da fronteiras agrícolas ou na formação cinturões agrícolas (TEIXEIRA e BERTELLA, 2015).

No Brasil, diversos estudos recentes utilizaram a AEDE para medir a correlação espacial-temporal de produtos agropecuários, tais como: produção do milho em municípios catarinenses entre 1990 e 2005 (VIEIRA E PARRÉ, 2008), produtividade média do café em Minas Gerais entre 1997 e 2006 (TEIXEIRA E BERTELLA, 2015), produtividade do setor agrícola brasileiro entre 1991 e 2003 (PEROBELLI et al., 2007), produtividade das culturas de feijão e milho sob a forma de agricultura familiar entre 2000 e 2010 (MEDEIROS et al., 2013), expansão da cana-de-açúcar do centro-leste para o oeste paulista entre 1973 e 2007 (RODRIGUES et al., 2012), e produção da cultura de soja no Paraná (PRUDENTE et al., 2011).

O presente estudo objetivou caracterizar as alterações espaciais-temporais ocorridas na produção das culturas de feijão e soja no Brasil, duas das principais lavouras temporárias, no período de 1990 a 2013, utilizando procedimentos da estatística espacial para investigar as variáveis vinculadas ao crescimento agrícola. Utilizou-se a base de dados Produção Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), contendo séries temporais anuais recentes e comparáveis nacionalmente. Como complemento e visando verificar as alterações ocorridas e as correlações entre as variáveis analisadas foram aplicados os métodos de tabulação cruzada, o teste Qui-Quadrado de Pearson (χ^2) e o cálculo do crescimento e aceleração da produção.

A escolha da cultura de soja é justificada por ser o principal produto agrícola da pauta das exportações brasileiras e a grande responsável pelo aumento da colheita nacional de grãos. Dessa forma, a cadeia produtiva da soja é o carro-chefe da agricultura de grande escala brasileira, chancelando o país como segundo maior produtor mundial e confirmando-o como o primeiro exportador de soja do mundo (ESPÍNDOLA e CUNHA, 2015).

Em contraposição, o feijão é uma cultura temporária cultivada por diversos tipos de produtores, em diversas regiões do país, utilizando diferentes níveis tecnológicos. Dentre estes produtores, destacam-se os agricultores familiares como os grandes responsáveis pela produção dessa lavoura no país (EMBRAPA, 2013). O feijão é um dos alimentos mais populares e um dos componentes básicos da dieta dos brasileiros, constituindo a sua principal fonte de proteína vegetal. Seu teor proteico pode alcançar a 33% com valor energético de 341 cal/100g (POMPEU, 1987).

2. METODOLOGIA

2.1. DADOS DAS PRODUÇÕES AGRÍCOLAS MUNICIPAIS DE FEIJÃO E SOJA

Os dados secundários utilizados são referentes às culturas temporárias de feijão e da soja no período de 1990 a 2013, coletados na base de dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), pertencente ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (<http://www.sidra.ibge.gov.br>, 2015). A PAM investiga um total de 64 produtos, incluindo as *commodities*, que são divididos em lavouras temporárias e permanentes (IBGE, 2015). Os dados da PAM são obtidos por intermédio de consulta a entidades públicas, iniciativa privada, produtores, técnicos e órgãos ligados direta ou indiretamente aos setores da produção, comercialização, industrialização e fiscalização de produtos agrícolas. A unidade de investigação é o município considerando informações dos 5564 municípios brasileiros. A coleta de dados é baseada num sistema de fontes de informação, representativo de cada município, gerenciado pelo agente de coleta do IBGE que obtém os informes e subsídios para a consolidação das estimativas finais da produção (IBGE, 2015).

Neste trabalho, analisaram-se três variáveis que abrangem aspectos relacionados à produção de feijão e soja: (a) área colhida em hectare (ha) que representa o total da área efetivamente colhida de cada produto agrícola no município, durante o ano civil de referência da pesquisa; (b) quantidade produzida em toneladas (t) que corresponde à quantidade total colhida de cada produto agrícola no município, durante o ano civil de referência da pesquisa; e (c) rendimento médio quilos por hectare (kg/ha) que consiste na razão entre a quantidade produzida e a área colhida.

Os dados de produções municipais com seus respectivos geocódigos foram tabulados no programa Excel®, visando à união com os dados vetoriais da malha municipal do IBGE. O período analisado foi dividido em cinco intervalos, sendo 4 de 5 anos e o último com 4 anos devido à disponibilidade dos dados do IBGE ser de até 2013, dessa forma os intervalos ficaram assim distribuídos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009, 2010-2013. A média aritmética anual das variáveis analisadas foi calculada para cada município, assim os valores analisados neste trabalho foram às médias desses períodos por município. A tabela de dados foi atrelada aos atributos espaciais no programa ArcGis 10.2.1, em formato shapfile.

2.2. ÍNDICES DE CORRELAÇÃO ESPACIAL

2.2.1. Estatística I de Moran Global

Para verificar a existência da autocorrelação espacial é utilizado o Índice Moral Global (*I*) para cada período da análise O Índice Global de Moran é uma medida geral de autocorrelação espacial entre áreas conectadas (ESRI, 2015). O índice de Moran é expresso por:

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_i \sum_j w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Em que “n” é o número de áreas; “ x_i ” é o valor do atributo considerado na área i ; “ \bar{x} ” é o valor médio do atributo na região de estudo; “ w_{ij} ” são os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial. A correlação é calculada somente para os municípios (polígonos) vizinhos de primeira ordem no espaço, de acordo com os pesos w_{ij} .

O Índice de Moran consiste em um teste em que a hipótese nula é de independência espacial; cujo valor seria zero. Este índice varia de -1 a 1, onde os valores positivos significam correlação direta e os negativos, correlação inversa. Assim, a estatística I de Moran fornece o grau de associação linear entre os vetores de valores observados em um tempo e a média ponderada dos valores dos seus vizinhos (ALMEIDA, 2004).

Por meio do diagrama de dispersão de Moran é possível visualizar a dependência espacial, onde o coeficiente I de Moran é a inclinação da curva de regressão entre “ w_z ” e “ z ” (ALMEIDA et al., 2008). Este diagrama é composto de quatro quadrantes: Alto-Alto (AA), Alto-Baixo (AB), Baixo-Alto (BA) e Baixo-Baixo (BB), onde cada quadrante corresponde a um grau de associação espacial entre uma dada área e seus vizinhos, conforme matriz de ponderação (ALMEIDA, 2004; PINHEIRO e PARRÉ, 2007; DINIZ et al., 2012) (Figura 1).

O quadrante AA, representa áreas que apresentam valores acima da média, bem como as suas áreas vizinhas, ou seja, ambos apresentam valores altos para a variável em estudo. O quadrante BA identifica áreas que apresentam baixos valores para a variável, contudo seus vizinhos apresentam altos valores para esta mesma variável em estudo. O quadrante BB é composto por áreas que apresentam baixos valores para a variável, bem como seus vizinhos também apresentam baixos valores para a variável de interesse. Finalmente, o quadrante AB, formado por áreas que apresentam altos valores, ou seja, acima da média, porém as suas áreas vizinhas registram baixos valores para a mesma variável de interesse.

Wz (Média dos vizinhos do desvio z normalizada)

BA <i>(segundo quadrante)</i>	AA <i>(primeiro quadrante)</i>	<i>Z (desvios normalizados)</i>
BB <i>(terceiro quadrante)</i>	AB <i>(quarto quadrante)</i>	

Figura 1. Diagrama de dispersão de Moran.

Dessa forma, áreas localizadas nos quadrantes AA e BB apresentam autocorrelação positiva, ou seja, áreas que se encontram nos referidos quadrantes detêm valores similares aos de seus vizinhos. Contrariamente, as áreas localizadas nos quadrantes BA e AB representam autocorrelação negativa, tendo em vista que uma dada área apresenta baixo (ou alto) valor, enquanto que seus vizinhos registram altos (ou baixos) valores, representando grupos com valores diferentes (ALMEIDA, 2004; PINHEIRO e PARRÉ, 2007; DINIZ et al., 2012).

2.2.2. Estatística I de Moran Local

Embora seja capaz de apontar a tendência geral de agrupamento dos dados, o Índice de Moran (I) é uma medida global e por isso não revela padrões locais de associação espacial, ou seja, da estrutura regional. A utilização estatística do I de Moran local é aplicada com o objetivo de verificar a existência de agrupamentos espaciais locais.

O Indicador Local de Associação Espacial (LISA) adota as seguintes características (ANSELIN, 1995): (a) possui para cada observação uma indicação de valores similares em torno da observação (e. g. região); e (b) o somatório dos índices LISA para todas as regiões é proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global. O índice de Moran Local é expresso por (ANSELIN, 1995):

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (2)$$

Sendo z_i e z_j são variáveis padronizadas e a somatória (\sum) sobre j é tal que somente os valores dos vizinhos $j \in J_i$ são incluídos. O conjunto J_i abrange os vizinhos da observação i (ANSELIN, 1995; ALMEIDA, 2004).

Ou ainda,

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2 / n} \quad (3)$$

Dessa forma, o I de Moran Local obtido (equação 2 ou 3), tem-se, sob a hipótese de aleatoriedade, que o valor esperado da estatística do I_i é obtido por: $E[I_i] = -w_i / (n - 1)$, sendo o w_i a soma dos elementos da linha (ANSELIN, 1995). Valores positivos de I_i significa que existem aglomerados espaciais com valores semelhantes, ou seja, uma dada área e seus vizinhos são similares (PEROBELLI et al., 2007). Em contraposição, valores negativos significam comportamentos distintos.

2.2.3. Algoritmo de Getis-Ord G_i^*

Após a utilização do Índice de Moran Global, caso há indício de autocorrelação espacial no conjunto de dados analisado é necessário verificar se as concentrações são de altos valores, baixos ou aleatórios, para isso o algoritmo de Getis-Ord G_i^* foi escolhido como indicador adequado para gerar o recorte espacial necessário à pesquisa.

Getis-Ord G_i^* é um indicador espacial que permite analisar os agrupamentos considerando a estatística esperada de um polígono e seus vizinhos em comparação à média de todas as observações. Getis-Ord G_i^* é ainda um indicador de informação local para o qual é possível calcular grau de significância para valores que estejam abaixo ou acima da média esperada para dada variável. Este índice é expresso pela seguinte equação:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_i} \cdot j \neq i \quad (4)$$

Onde " W_{ij} " valor na matriz de proximidade para região "i" com a região "j" em função da distância (d); " x_i " e " x_j " são os valores dos atributos considerados nas áreas "i" e "j"; "d" é distância entre pontos; n o número de áreas (polígonos). No presente trabalho, o cálculo dos Índices Moran Global (I) e Local (I_i) e Getis-Ord G_i^* foram realizados no módulo "*Spatial Statistic*" do programa Arcgis 10.2.1.

2.3. TABULAÇÃO CRUZADA

A tabulação cruzada, também conhecida como tabela de contingência é um método de análise da relação simultânea entre duas variáveis qualitativas ou a associação entre uma variável qualitativa e quantitativa (UESC, 2015). No presente trabalho, a Tabulação Cruzada foi realizada entre os mapas do primeiro período (1990-1994) e o último (2010-2013). A tabulação cruzada foi realizada no programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

2.4. TESTE DO QUI-QUADRADO DE PEARSON

O teste do Qui-Quadrado de Pearson (χ^2), identifica se duas variáveis (duas populações) têm a mesma distribuição. No presente estudo, este teste foi aplicado para verificar a associação das variáveis que medem produção agrícola (área colhida, produção e produtividade) entre os períodos 1990-1994 e 2010-2013. A aplicação deste teste deve considerar os seguintes passos: (a) determinar H_0 , onde as variáveis são independentes, ou as variáveis não estão associadas; (b) estabelecer o nível de significância (α); (c) determinar a região de rejeição de H_0 ; (d) determinar o valor dos graus de liberdade (φ), sendo $\varphi = (L - 1)(C - 1)$, onde L = números de linhas da tabela e C = ao número de colunas; (e) encontrar o valor do χ^2 tabelado; e (f) calcular o Qui Quadrado, através da fórmula:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \left(\frac{O_{ij} - E_{ij}}{E_{ij}} \right)^2 \quad (5)$$

Em que “O_{ij}” e “E_{ij}” são, respectivamente, as frequências observadas e esperadas da r-ésima linha e j-ésima coluna. Se a hipótese de independência (não associação) for verdadeira, o valor da estatística de teste será próximo de zero (USP, 2015). Para encontrar o valor esperado (E) foi utilizada a seguinte equação:

$$E = \frac{(\text{soma da linha 1})(\text{soma da coluna 1})}{(\text{soma das observações})} \quad (6)$$

Sendo o Qui Quadrado calculado, maior do que o tabelado rejeita-se H₀ em prol de H₁. No presente trabalho, o emprego do χ^2 considera as seguintes hipóteses: H₀ os resultados da formação dos grupos municipais para as variáveis estudadas de feijão e soja comparando-se os períodos 1990-1994 e 2010-2013 são independentes; e H₁ = os resultados da formação de agrupamentos municipais para as variáveis estudadas de feijão e soja comparando os períodos de 1990-1994 e 2010-2013 não são independentes. O Teste Qui-Quadrado de Pearson foi realizada no programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

2.5. ANÁLISE DA TAXA DE CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A dinâmica espaço- temporal das variáveis das culturas agrícolas no território brasileiro pode ser descrita pela análise da taxa de crescimento (TC) e da aceleração do crescimento (AC). O cálculo da TC considera os valores dentro de um período de tempo, expressa pela seguinte equação (HERMUCHE et al, 2013):

$$TC = \frac{V_f - V_i}{V_i} \quad (7)$$

Onde V_i é a variável do início do período e V_f, a do final do período. No presente trabalho, o período de tempo está dividido em intervalos de cinco anos, exceto para o último período com quatro anos da seguinte forma: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013, sendo que as médias de cada intervalo se torna o valor a ser analisado. As variáveis correspondem à área colhida (ha), produção (t) e produtividade (kg/ha) do feijão e da soja. A aceleração do crescimento (AC) consiste na diferença entre a TC final (f) e inicial (i):

$$AC = TC_f - TC_i \quad (8)$$

Visando a melhor compreensão da análise da dinâmica da taxa de crescimento e aceleração do crescimento foram elaboradas também análises comparativas do primeiro período com o último período da análise para cada uma dessas variáveis e para cada uma das culturas estudadas (feijão e soja).

Os valores de TC e AC foram calculados no Excel, transferidos para o programa ArcGis 10.2.1 para juntar a tabela com os atributos espaciais. Foram gerados 5 mapas da taxa de crescimento e 4 mapas da aceleração do crescimento.

3. RESULTADOS

3.1. CULTURA TEMPORÁRIA DO FEIJÃO

3.1.1. Variável Área Colhida (ha)

A Tabela 1 lista os valores do Índice de Moran Global, considerando os dados municipais da área colhida de feijão em hectares para as médias dos períodos analisados. O Índice de Moran Global obteve valor superior a zero e p-valor inferior a 0,01 para todos os períodos analisados, rejeitando a hipótese nula de aleatoriedade dos dados e concluindo que os municípios seguem a tendência de agrupamentos com 99% de confiabilidade. Além disso, o z-score sendo inversamente proporcional ao p-valor confirma a formação de agrupamentos de municípios produtores de feijão, conforme a área colhida em hectare.

Tabela 1. Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de feijão no Brasil, média dos períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.

Períodos	Índice de Moran	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,176640	28,952515	<0,01	Agrupado
1995 a 1999	0,187104	30,755577	<0,01	Agrupado
2000 a 2004	0,162593	26,800084	<0,01	Agrupado
2005 a 2009	0,146992	24,340548	<0,01	Agrupado
2010 a 2013	0,109171	18,185954	<0,01	Agrupado

Os resultados obtidos na aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* estão sumarizados na Tabela 2. O algoritmo Getis-Ord G_i^* foi aplicado visando definir quais são os perfis dos agrupamentos espaciais estatisticamente significativos. Nos anos analisados, a análise Getis-Ord G_i^* demonstrou p-valores significativos ($p < 0,01$), rejeitando dessa forma a hipótese de aleatoriedade dos dados e evidenciando a tendência de que municípios que detêm áreas colhidas relevantes estão rodeados por outros com características similares.

Tabela 2. Aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de feijão no Brasil, média por períodos, 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.

Períodos	Getis-Ord G_i^*	z-score	p-valor	Resultado
	Obs.			
1990 a 1994	0,000000	10,916476	<0,01	Altos agrupamentos
1995 a 1999	0,000000	11,962427	<0,01	Altos agrupamentos
2000 a 2004	0,000000	9,496958	<0,01	Altos agrupamentos
2005 a 2009	0,000000	8,410877	<0,01	Altos agrupamentos
2010 a 2013	0,000000	4,099617	<0,01	Altos agrupamentos

A Figura 2 apresenta os mapas do Índice de Moran Local da área colhida de feijão no período estudado, evidenciando a dispersão espacial dos quadrantes: AA; BB; AB; e BA (ANSELIN, 1996).

Os mapas demonstram um predomínio das seguintes autocorrelações espaciais: AA, AB e BA. Os grupos AA ocorrem em todos os períodos analisados para o Centro-Leste do PR, Sul de SP, entorno do DF, diversas regiões do Nordeste (CE, PB, PE, AL e SE) e Noroeste de MG, onde se destaca a Região de Paracatu. Verificam-se alguns aglomerados de municípios com classificação BA de pouca significância em RO, BA, PI e PR (1990-1994) (Figura 2A); BA, PE e PR (1995-1999) (Figura 2B), BA e PR (2000-2004 e 2005-2009) (Figura 2C e D); e, BA, PR e MT no período que corresponde a 2010-2013 (Figura 2E).

Os grupos AB ocorrem espalhados nos Estados do PA (1990-1994), MG (1990-1994, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013), TO (2005-2009 e 2010-2013), MA (1990-1994, 1995-1999), GO (1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013), MT (1990-1994, 2000-2004 e 2005-2009), SP (1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013), e RS (1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013) (Figura 2).

Percebe-se a diminuição de tamanho dos agrupamentos AA dos produtores de feijão em Rondônia, com redução entre 1990-1999 e 2000-2004 para apenas dois municípios: Alta Floresta do Oeste e Alto Alegre do Parecis. No período 2010-2013 (Figura 2C), percebe-se a formação de um agrupamento AA na Região Central do MT, destacando-se os municípios de Tabaporã, Primavera do Leste e Nova Ubiratã. Os municípios considerados não significativos, não se enquadram nos agrupamentos, pois apresentam valores variados de área colhida assim como os valores dos municípios vizinhos.

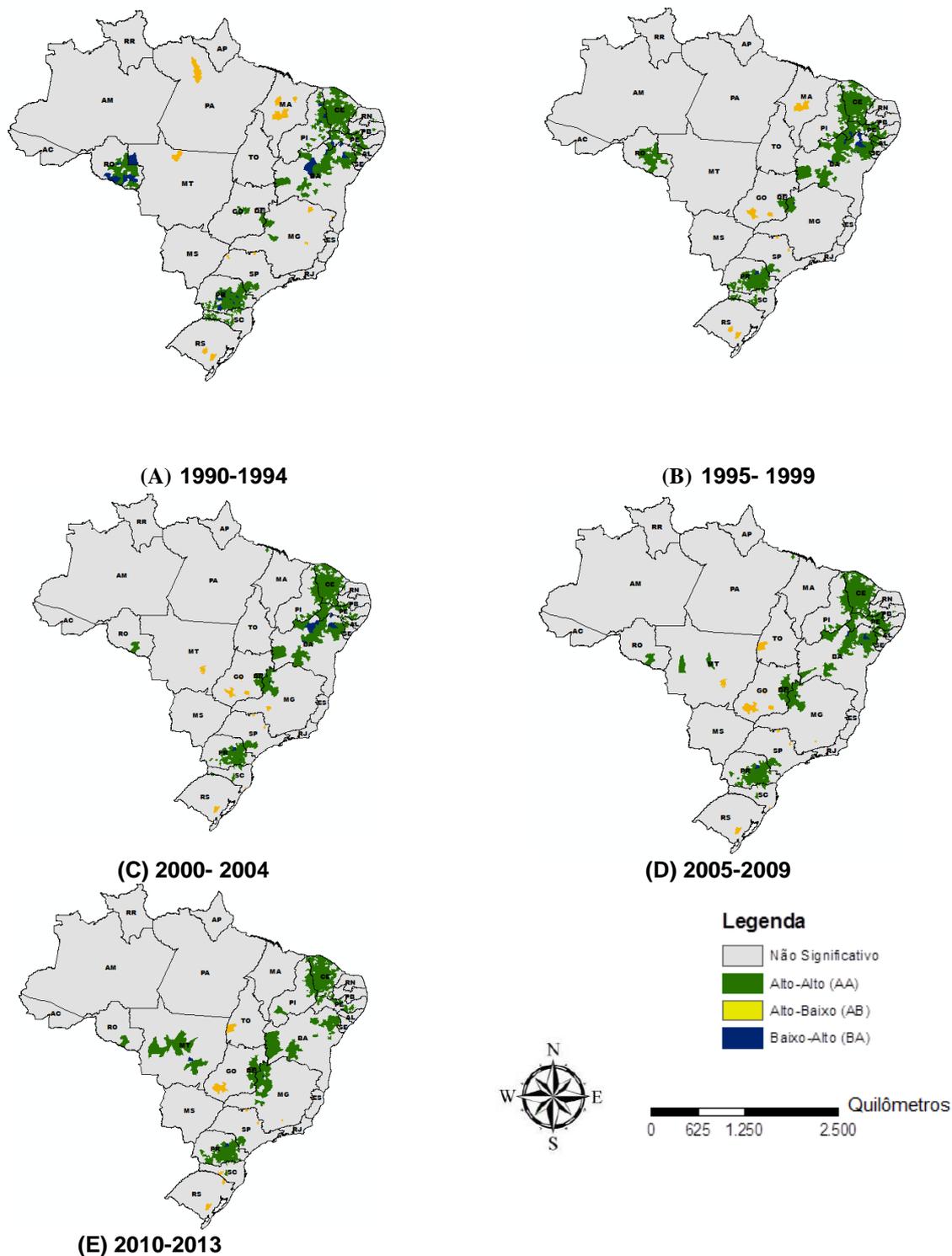


Figura 2. Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Área Colhida (ha) de Feijão (1990-2013) – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995 -1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.

A tabulação cruzada foi utilizada para detectar as mudanças dos agrupamentos do método LISA (AA, AB, BA, BB) para a variável área colhida de feijão entre as médias do período inicial (1990-1994) e final (2010-2013) de estudo (Tabela 3). Entre os 430 municípios com classe AA em 1990-1994, apenas 207 permaneceram na mesma classificação em 2010-2013 e 128 novos municípios

atingiram esta classe, totalizando 343 municípios no último período. O grupo AB possuía 13 municípios no primeiro período e apenas dois permaneceram em 2010-2013. Para os agrupamentos BA, dos 46 municípios no período 1990-1994 ficou no último período apenas um município. O número de municípios não significativos aumenta de 5075 (1990-1994) para 5208 (2010-2013).

Tabela 3: Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a área de feijão colhida (ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010-2013.

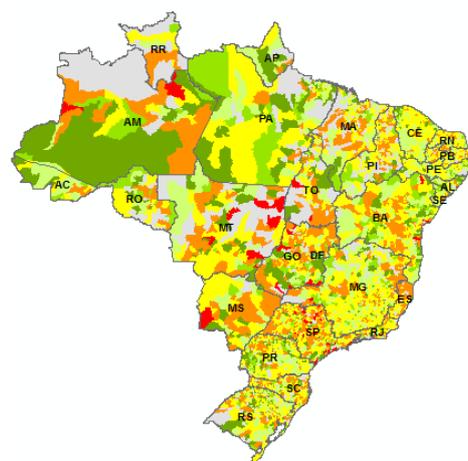
		Área colhida Feijão (ha) – (2010-2013)				Total
		Não Sig.	AA	AB	BA	
Área Colhida Feijão (ha) (1990-1994)	Não Sig.	4938	128	6	3	5075
	AA	222	207	1	0	430
	AB	11	0	2	0	13
	BA	37	8	0	1	46
Total		5208	343	9	4	5564

O emprego do χ^2 considera as seguintes hipóteses: H_0 os resultados da formação dos grupos municipais para a variável de área colhida de feijão comparando-se os períodos de 1990 a 1994 com o período de 2010 a 2013 são independentes; e H_1 = os resultados da formação de agrupamentos municipais para a variável área colhida de feijão comparando-se os períodos de 1990 a 1994 com o período de 2010 a 2013 não são independentes;

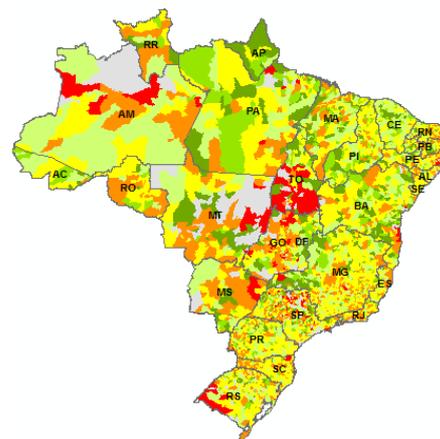
Os resultados do χ^2 para a variável área colhida de feijão. Para um nível de confiança de 95%, o valor do χ^2 foi de 1653,469 com 9 graus de liberdade. Com esse valor de χ^2 , com grau de liberdade igual a 9, tem-se que o valor $p = 0,000 < 0,05$. Esses valores indicam que se deve rejeitar H_0 , em favor de H_1 , ou seja, existe correlação entre as classificações de área colhida de feijão em 1990-1994 e 2010-2013. Portanto, essa distribuição espacial não sofreu alterações significativas entre os dois períodos, isso pode ser explicado devido à grande quantidade de municípios que não se enquadraram em nenhum tipo de agrupamento, bem como também, percebe-se que os municípios mais significativos do período 1990-1994 permaneceram geograficamente nas mesmas regiões durante 2010-2013.

A Figura 3 demonstra os municípios que obtiveram crescimento, estagnação ou redução da área colhida de feijão do Brasil para o período 1990-2013. A maioria dos municípios apresentou queda na área de colheita de feijão e vários municípios apresentaram estagnação (produção nula) nos Estados de MT, PI, PA AM, MA, TO e SP. Os municípios que apresentaram crescimento de área em todos os períodos estão espalhados por diversos Estados, porém a maior intensidade ocorre na Região Norte e Centro-Oeste, principalmente no Estado do MT.

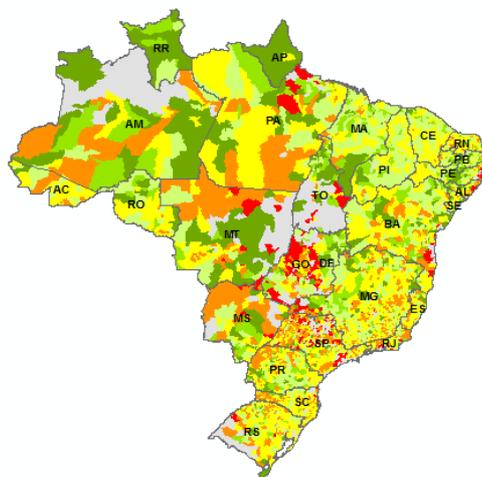
A Figura 4 apresenta os mapas de aceleração da área colhida de feijão, conforme os períodos analisados, incluindo a comparação entre 1990-1999 e 2005-2013 (Figura 4D). Os Estados com a maior quantidade de municípios com aceleração de área colhida de feijão estão localizados nos Estados do MT, MA, PI, GO, TO. No Estado da BA destaca a Região Oeste, onde se localizam os municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães. Os municípios que apresentaram aceleração nula para os períodos se concentram na grande parte entre os Estados do MT, TO, GO, SP e MG (Triângulo Mineiro). Nas Regiões Norte, Sul, e em parte das Regiões Nordeste, Centro-Oeste percebe-se grandes quantidades de municípios que apresentam desaceleração do crescimento na área colhida de feijão, porém, em contrapartida, não é desprezável para essas mesmas localidades a quantidade de municípios que obtiveram aceleração do crescimento da variável.



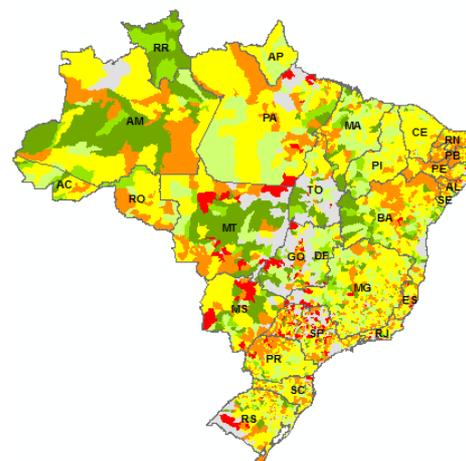
(A) 1990-1994/ 1995-1999



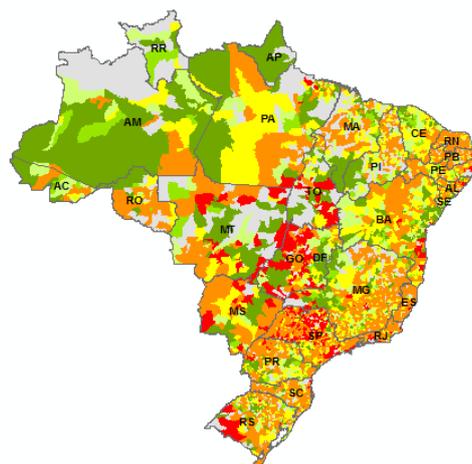
(B) 1995-1999/2000-2004



(C) 2000-2004/2005- 2009

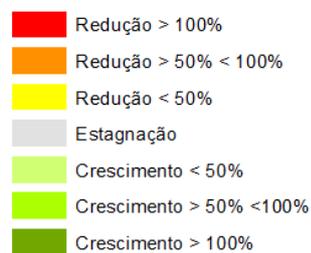


(D) 2005-2009/2010- 2013



(E) Comparação período 1990-1994 com período 2010- 2013

Taxa de Crescimento - Área Colhida Feijão (ha) (1990-2013)



0 625 1.250 2.500 Quilômetros

Figura 3. Taxa do Crescimento da Área Colhida de Feijão no Brasil (1990-2013). (a)1990 - 1994/1995-1999; (b) 1995-1999/2000-2004; (c) 2000-2004/2005/2009; (d) 2005-2009/2010-2013; e) 1990-1994/2010-2013.

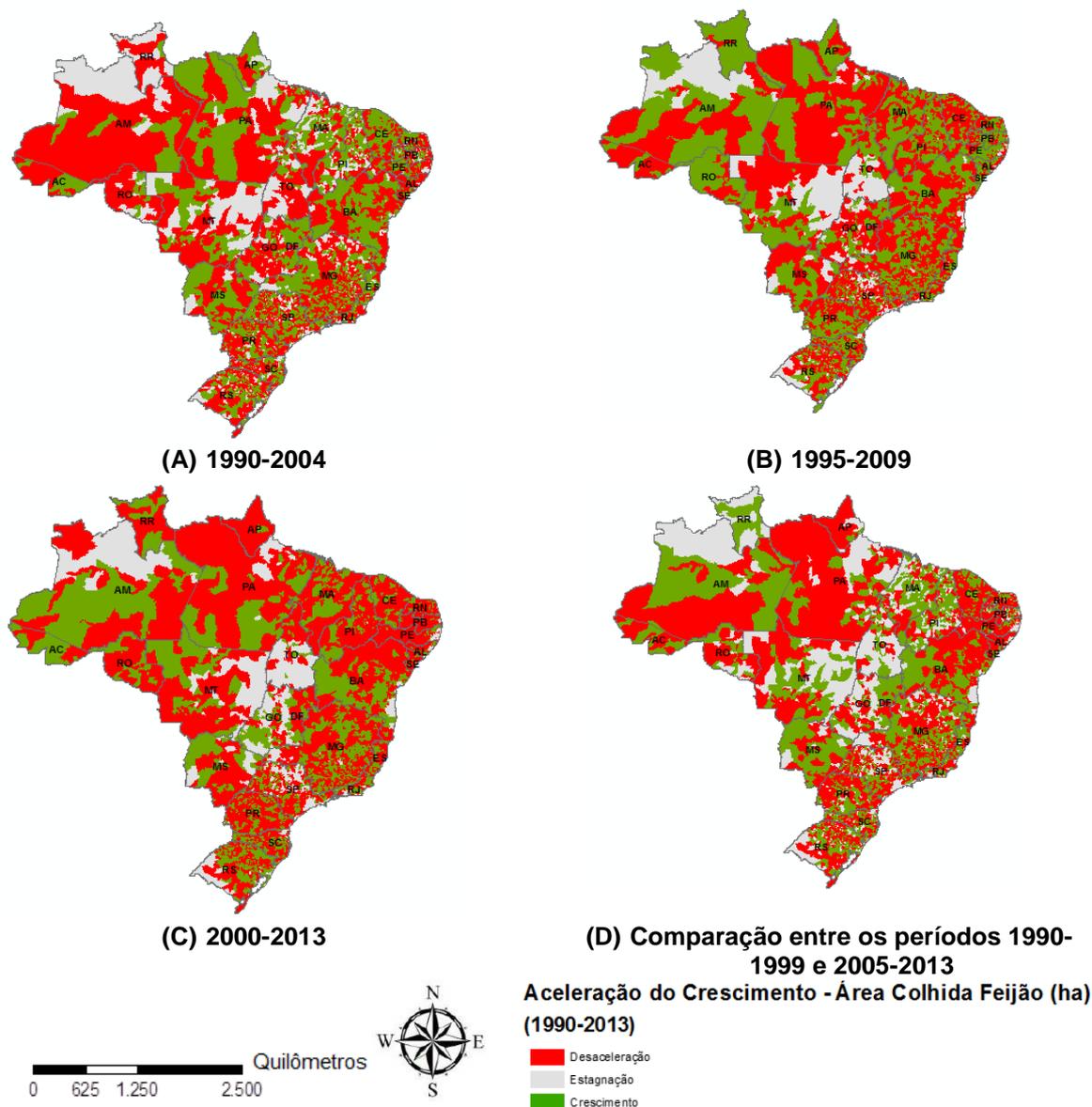


Figura 4. Aceleração do crescimento da Área Colhida (ha) de Feijão (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 e com período 2005-2013.

3.1.2. Variável Quantidade Produzida (t)

A Tabela 4 lista os resultados do Índice de Moran Global (I) da produção de feijão em toneladas relativo à média dos períodos estudados. Os Índices de Moran Global foram maiores que zero para todos os períodos médios calculados, demonstrando autocorrelação espacial positiva. Os p-valores foram significativos (p -valor $<0,01$), indicando formação de agrupados, a hipótese se confirma com a análise do z-score.

Tabela 4. Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Quantidade Produzida (t) de feijão no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.

Períodos	Índice de Moran	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,158307	26,023559	<0,01	Agrupado
1995 a 1999	0,124009	20,611277	<0,01	Agrupado
2000 a 2004	0,075855	13,132190	<0,01	Agrupado
2005 a 2009	0,066635	11,521104	<0,01	Agrupado
2010 a 2013	0,058155	10,015542	<0,01	Agrupado

O índice de Getis-Ord G_i^* evidencia um p-valor sem dígito significativo ($p < 0,01$) (Tabela 5). A distribuição espacial dos municípios relacionados à produção do feijão tem tendência de agruparem municípios de alta produção.

Tabela 5. Aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* para o conjunto de dados municipais da Quantidade Produzida (t) de feijão no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Períodos	Getis-Ord G_i^* Obs.	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,000000	12,166306	<0,01	Altos agrupamentos
1995 a 1999	0,000000	9,788716	<0,01	Altos agrupamentos
2000 a 2004	0,000000	5,354025	<0,01	Altos agrupamentos
2005 a 2009	0,000000	4,798809	<0,01	Altos agrupamentos
2010 a 2013	0,000000	4,165848	<0,01	Altos agrupamentos

A Figura 5 demonstra os mapas de Índice de Moran Local para a produção de feijão em toneladas para os períodos estudados. Percebe-se que o Centro-Leste do PR, Sul de SP e algumas regiões na zona central catarinense permaneceram todos os períodos com grande concentração de municípios produtores formando uma área *hot spot*, contendo agrupamentos AA estáveis em todo o período analisado. Ao longo do tempo, algumas regiões de aglomerados AA tornaram-se consolidadas contendo municípios produtores no Noroeste de MG, Centro-Leste e Sudoeste de GO, Região de entorno do DF, Região Central e Sudeste do Estado do MT, e Região Oeste da BA (municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães).

No Nordeste, alguns grupos AA se locomoveram ao longo dos anos, atingindo um ápice nos períodos 1990-1994 e 1995-1999 (Figura 5 A e B), Entretanto no período 2010-2013 ocorreu uma concentração significativa de municípios produtores na região do município de São Desiderio e Euclides da Cunha (Figura 5 E).

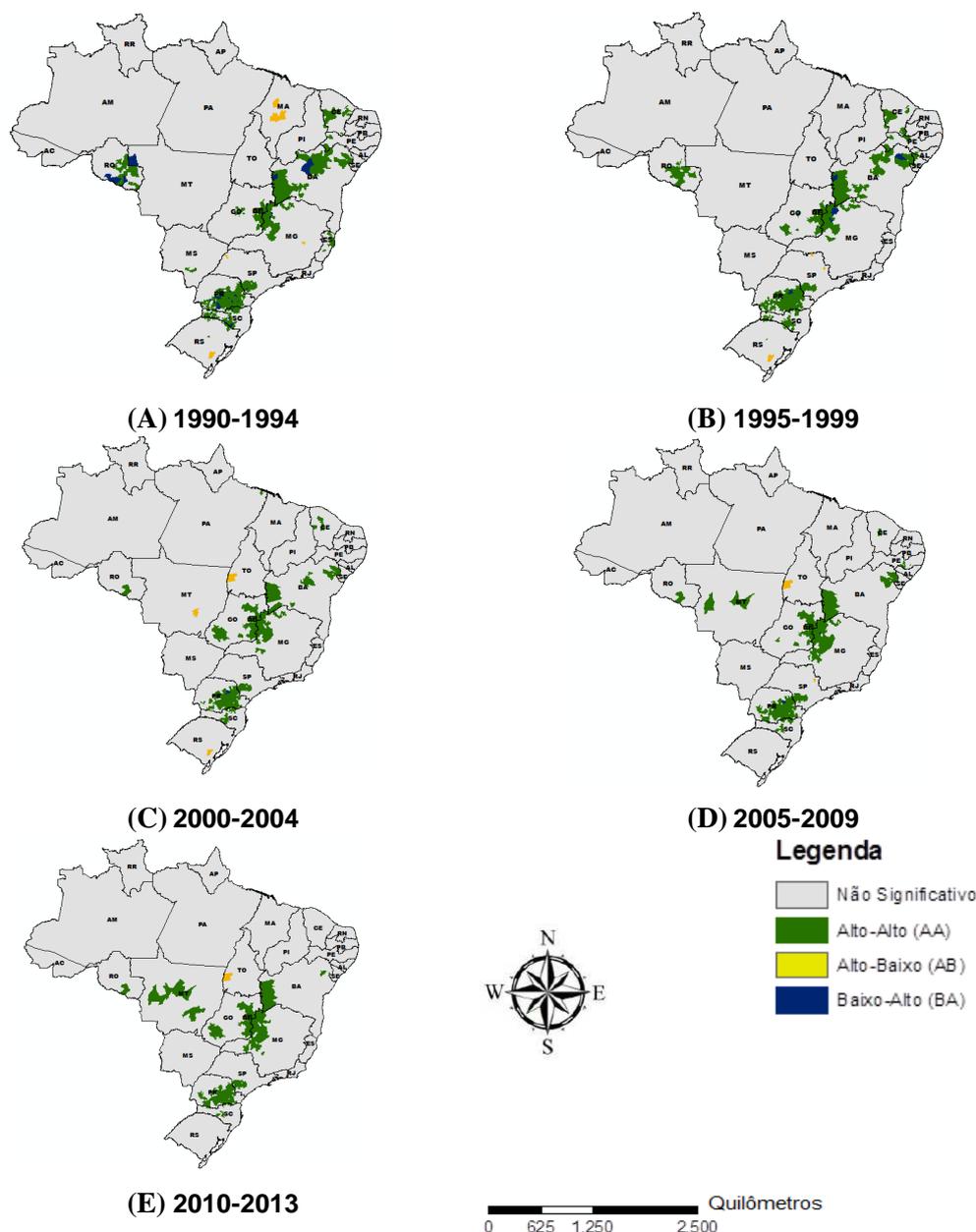


Figura 5. Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Quantidade Produzida (t) de Feijão (1990-2013) – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.

A aglomeração AA de produtores de feijão em RO nos períodos de 1990-1994 e 1995-1999 (Figura 5A e B) apresentaram um decréscimo nos anos de 2000-2004 (Figura 5 C), ficando restrito aos municípios de Alta Floresta do Oeste e Alto Alegre do Parecis. Nota-se ainda uma área de não-estacionariedade espacial na produção de feijão no CE, onde inicia uma intensificação na quantidade produzida a partir de 1990-1994 (Figura 5 A) tornam-se consolidada em 1995-1999 (Figura 5 B), porém deixa de ser significativa entre 2000-2004 (Figura 5C). Os municípios considerados não significativos, não se enquadram nos agrupamentos, pois apresentam valores de produção variados assim como os valores dos municípios vizinhos.

Tabela 6 lista os dados da tabulação cruzada entre os períodos 1990-1994 e 2010-2013. Entre 313 classificados como AA no período 1990-1994, apenas 108 permaneceram na mesma classificação no período 2010-2013, porém esse grupo no último período totaliza 180 municípios. Os agrupamentos AB passam de 6 no primeiro período para apenas 1 apenas entre 2010 a 2013. O agrupamento BA contava com 39 municípios no período de 1990 a 1994, no último período não apresentou nenhum município classificado nesse tipo de agrupamento. O número de municípios que não se enquadravam em nenhum tipo de agrupamento (AA, AB, BA, BB), passa de 5206 em 1990-1994, para 5383 no período de 2010 a 2013.

Tabela 6. Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a produção de feijão (t) nos períodos de 1990-1994 e 2010-2013.

		Produção Feijão (t) – (2010 - 2013)			Total
		Não Sig.	AA	AB	
Produção Feijão (t) – (1990 a1994)	Não Sig.	5143	62	1	5206
	AA	205	108	0	313
	AB	6	0	0	6
	BA	29	10	0	39
Total		5383	180	1	5564

Os resultados do χ^2 para a variável de produção de feijão. Com um nível de confiança de 95%, o valor do χ^2 foi de 1109,931 com 6 graus de liberdade. Assim, o p-valor encontrado não significativo até a terceira casa decimal, portanto p-valor <0,05, que rejeita H_0 e evidencia a correlação entre as classificações dos períodos de 1990-1994 e 2010-2013. Semelhante ao ocorrido na variável Área Colhida, a explicação é devida ao grande número de municípios que abrangem a categoria de cidades municípios que não se enquadraram em nenhum tipo de agrupamento, bem como a pouca alteração geográfica das localizações dos agrupamentos, principalmente os de característica AA.

A Figura 6 apresenta mapas das taxas de crescimento, redução ou estagnação da produção de feijão dos municípios. A maioria dos municípios apresentou aumento da produção, destacando os municípios dos Estados do AM, MT, MS RR, PA, MA PI, BA, MG, GO, DF e PR. As áreas com estagnação de produção estão concentradas na região Centro-Oeste (MT e GO), Região Norte (AM e PA), e nos Estados de TO e SP. Os municípios com redução de área para todos os períodos estão espalhados por diversos Estados, destacando os localizados nas Regiões Sudeste e Nordeste.

Os mapas que representam a aceleração do crescimento da produção de feijão conforme períodos analisados estão apresentados na Figura 7. De forma geral, os Estados com maior intensidade de crescimento de produção da lavoura estavam localizados nos Estados de MT, MA, PI, GO e TO. A BA apresentou um grande número de municípios com aceleração do crescimento no

período de 1990 a 2004 (Figura 7A) e PE no período 1995 a 2009 (Figura 7 B). No PR, grande produtor nacional de feijão, verificou-se que a proporção de municípios com desaceleração do crescimento na produção de feijão foi maior do que a proporção de municípios com aceleração no crescimento. Esse cenário foi descrito nos demais Estados da Região Sul, Sudeste (exceto MG), Norte e Nordeste (especialmente o Estado do CE).

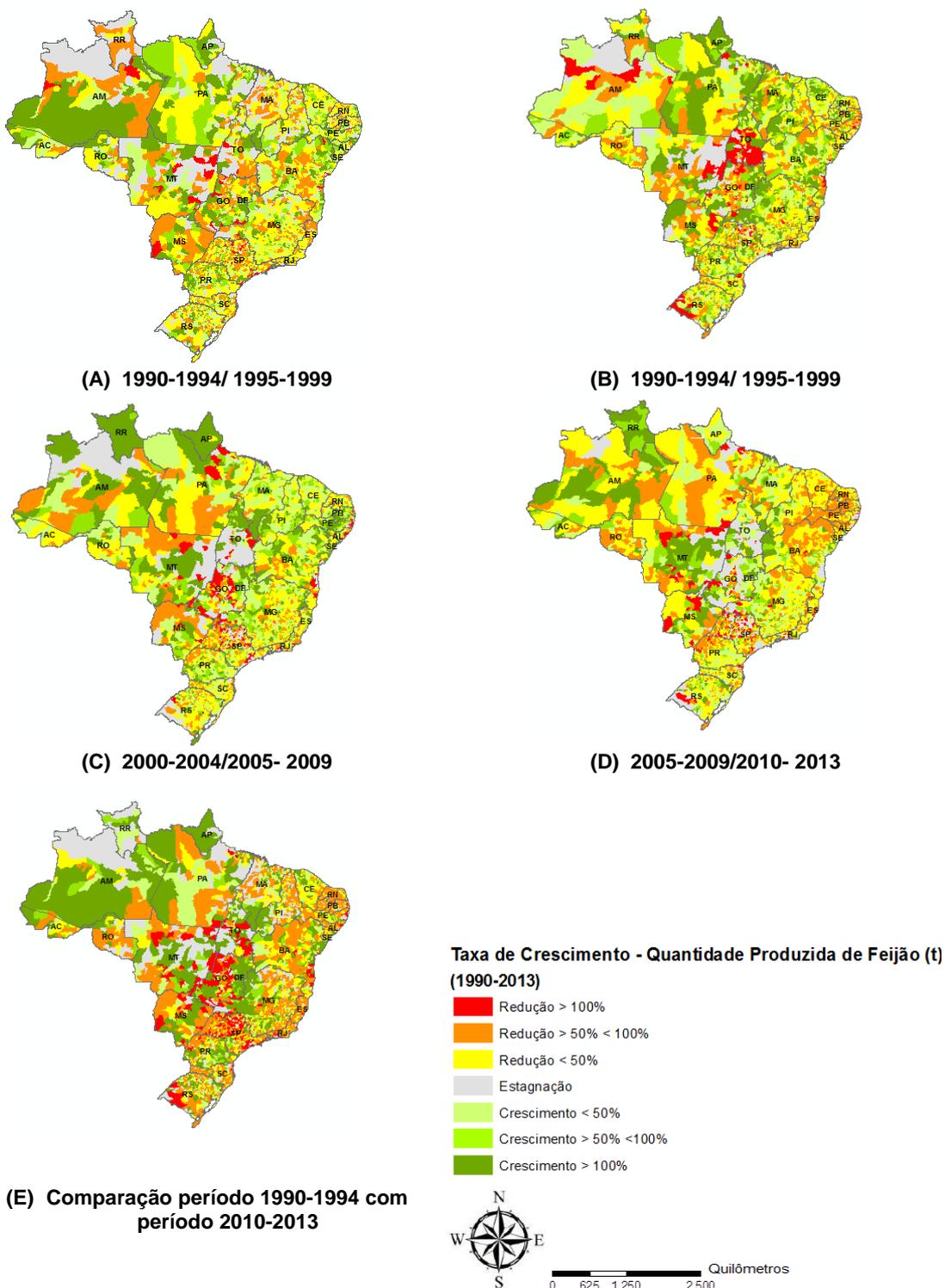


Figura 6. Taxa do Crescimento da Quantidade Produzida de Feijão no Brasil (1990-2013). (a)1990 - 1994/1995-1999; (b) 1995-1999/2000-2004; (c) 2000-2004/2005-2009; (d) 2005-2009/2010-2013; e) 1990-1994/2010-2013.

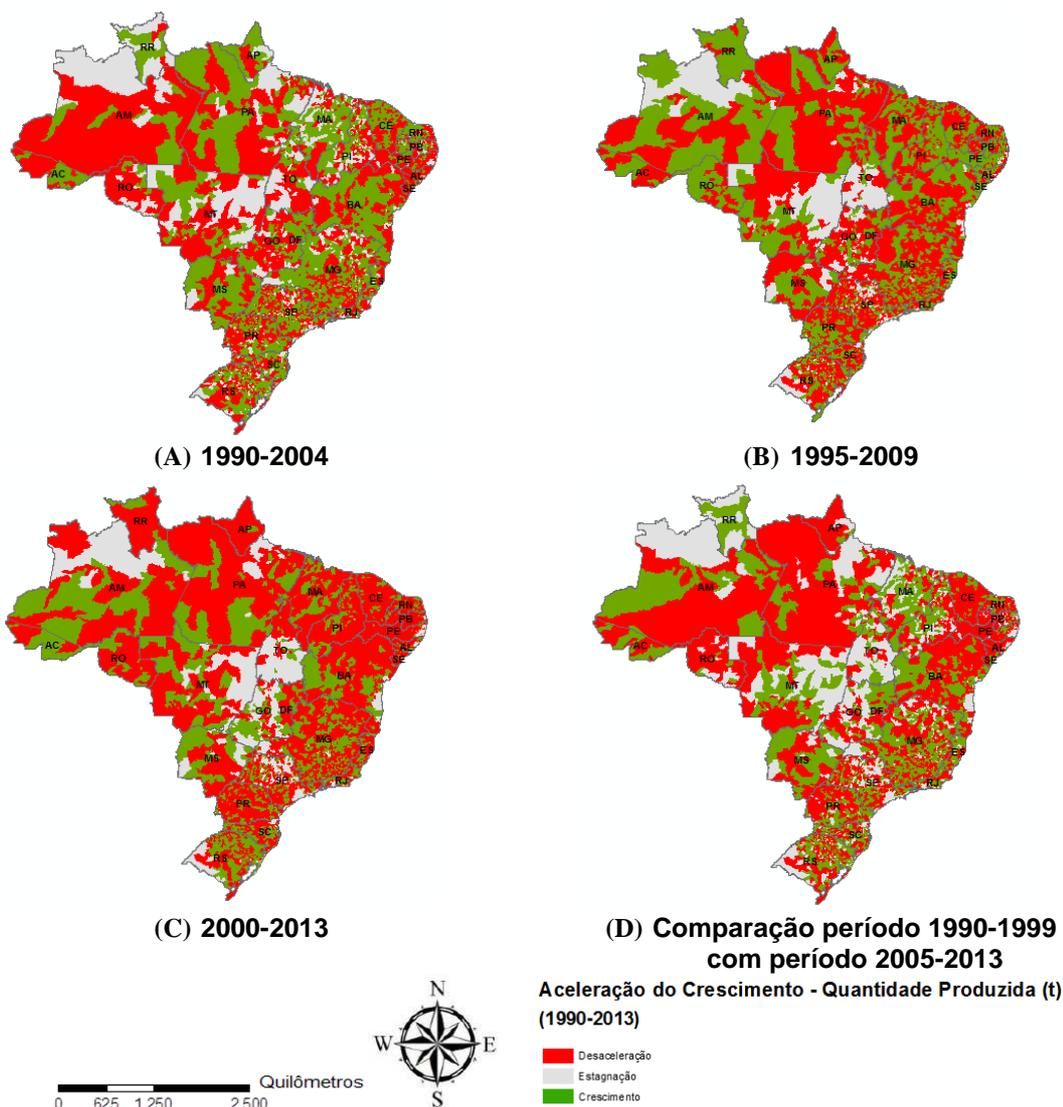


Figura 7. Aceleração do crescimento da Quantidade Produzida (t) de Feijão (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 e com período 2005-2013.

3.1.3. Variável Rendimento Médio (kg/ha)

O Índice de Moran Global (I) da cultura temporária do feijão foi maior que zero em todos os períodos temporais analisados, dessa forma pode-se afirmar com confiabilidade de 99% que existe a autocorrelação espacial positiva entre os anos de 1990 e 2013 (Tabela 7). O p-valor em todos os casos foi $< 0,01$, evidenciando aglomerados de municípios com similaridade na produtividade, esse resultado é ratificado com a observância dos valores calculados do z-score que apresentaram valores significativos em todos os períodos. Os resultados obtidos com a aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* tiveram o p-valor significativo ($p < 0,01$) evidenciando agrupamento espacial com característica e altos agrupamentos (Tabela 8).

Tabela 7. Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de feijão no Brasil, média anuais, por períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Períodos	Índice de Moran	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,304292	49,689727	<0,01	Agrupado
1995 a 1999	0,355420	58,041867	<0,01	Agrupado
2000 a 2004	0,438927	71,662111	<0,01	Agrupado
2005 a 2009	0,438927	71,662111	<0,01	Agrupado
2010 a 2013	0,504050	82,284857	<0,01	Agrupado

Tabela 8. Aplicação do algoritmo Getis-Ord Gi* para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de feijão no Brasil, média anuais 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Períodos	Getis-Ord Gi* Obs.	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,000000	14,808823	<0,01	Altos agrupamentos
1995 a 1999	0,000000	14,918049	<0,01	Altos agrupamentos
2000 a 2004	0,000000	17,028949	<0,01	Altos agrupamentos
2005 a 2009	0,000000	20,197677	<0,01	Altos agrupamentos
2010 a 2013	0,000000	24,366981	<0,01	Altos agrupamentos

A Figura 8 apresenta os mapas do Índice de Moran Local para o rendimento médio de feijão dos períodos estudados. Os principais resultados obtidos foram: (a) consolidação dos agrupamentos AA (*hot spots*) especialmente nos Estados do PR, SC, GO, MG e RS, Sul do Estado de SP; (b) concentração de aglomerados BB (*cold spots*) na Região Nordeste, Norte (principalmente o Estado de TO) e Centro-Oeste (leste do MT e região Central Norte de GO); e a classe AB (*outliers*) contendo produção alta em relação aos vizinhos ocorrem na região de São Desiderio e Euclides Cunha na BA, centro e Norte de GO, centro do MS e leste do MT.

A região amazônica apresenta um comportamento distinto em relação às outras variáveis estudadas do feijão. Nos períodos 1990-1994 e 1995-1999 verificam-se alguns agrupamentos AA espalhados desde o Oeste do Estado do AM, passando pela região central do Estado e indo em direção ao Leste além do Estado de RR, consolidando até o período 2000-2004. No entanto, para as demais variáveis estudadas (produção, e área colhida) esta informação não é relevante, ou seja, são municípios que produzem o feijão em pequenas áreas e com produção pequena, mas com um considerável rendimento médio (quilo por hectare), o que torna possível formar grupos. Verifica-se ainda, que tais grupos foram desaparecendo gradativamente ao longo da análise, deixando de existir a partir de 2005-2009.

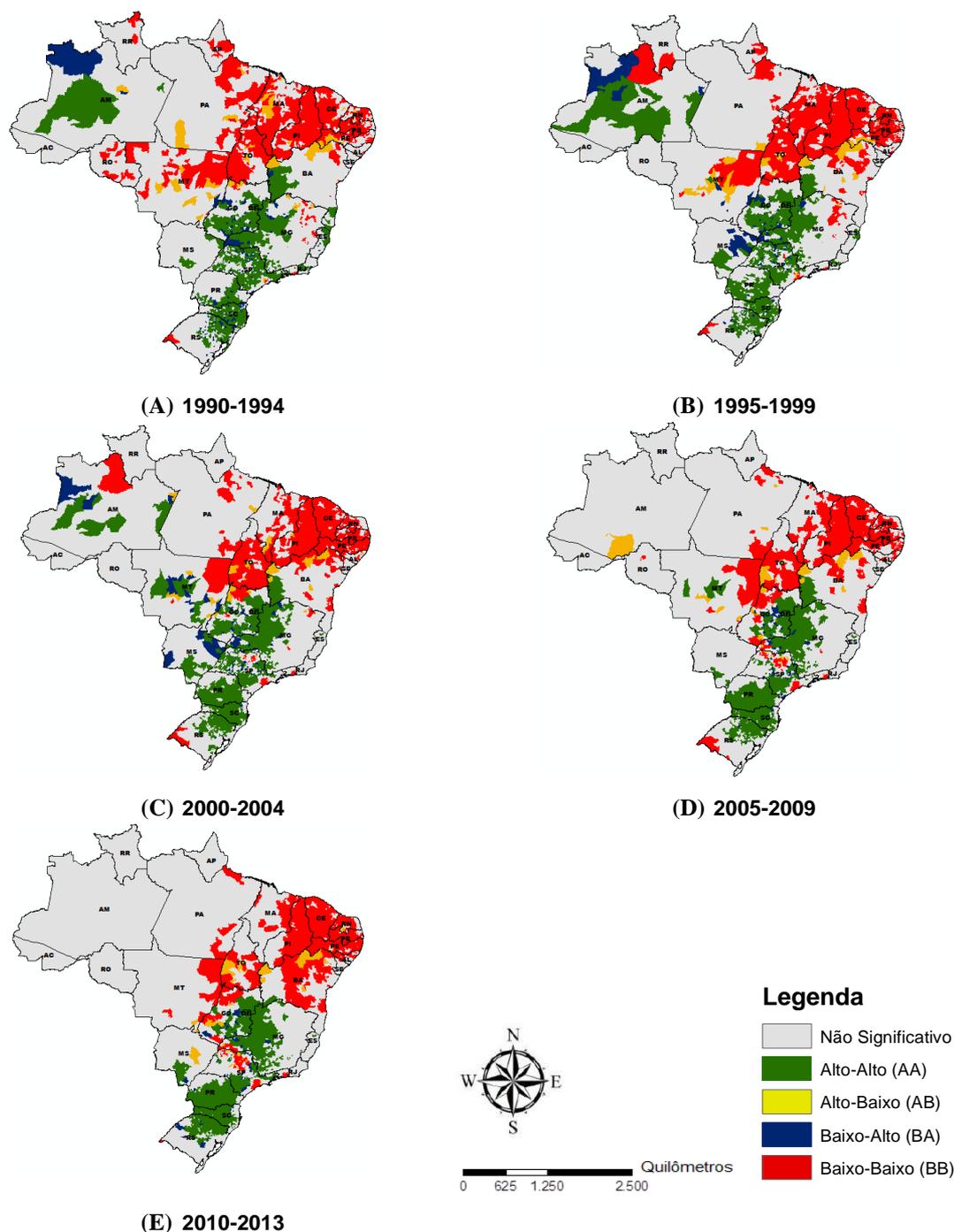


Figura 8. Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Rendimento Médio (kg/ha) de Feijão – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.

A Tabela 9 lista os resultados da tabulação cruzada entre os períodos 1990-1994 e 2010-2013. Observa-se que dos 935 municípios que formavam o agrupamento AA no período de 1990 a 1994, permanecem em 2010-2013 apenas 514 municípios, no último período. Os agrupamentos AB passa de 54 (1990-1994) para 58 (2010 -2013). O agrupamento BA contava com 215 municípios no período de 1990 a 1994, no último período apresentou apenas 79 municípios. O número de municípios que não se enquadravam em nenhum tipo de agrupamento (AA, AB, BA, BB) somava 3358 em 1990-

1994, no período de 2010 a 2013. Esse valor passou a ser 2958, uma redução de aproximadamente 12%.

Tabela 9. Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando o rendimento médio de feijão (kg/ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010-2013.

		Rendimento Médio de Feijão (kg/ha) – (2010- 2013)					Total
		Não Sig.	AA	AB	BA	BB	
Rendimento Médio Feijão (kg/ha) – (1990-1994)	Não Sig.	2151	534	18	38	617	3358
	AA	340	514	18	26	37	935
	AB	29	1	9	0	15	54
	BA	95	78	3	15	24	215
	BB	343	0	10	0	649	1002
Total		2958	1127	58	79	1342	5564

O valor do χ^2 para a variável de rendimento médio de feijão foi de 2145,661 com 16 graus de liberdade a um nível de confiança de 95%. O p-valor encontrado foi de $p = 0,000$ (não significativo até a terceira casa decimal), portanto $p\text{-valor} < 0,05$, dessa forma há indícios que se deve rejeitar H_0 , em favor de H_1 , ou seja, existe não houve alterações significativas entre as distribuições nos agrupamentos entre os períodos 1990-1994 com 2010 a 2013.

A Figura 9 apresenta os mapas referentes às taxas de crescimento da produtividade de feijão nos períodos analisados, e também entre o período 1990-1994 e 2010-2013. A maioria dos municípios apresentou aumento significativo no rendimento médio de feijão, destacando-se o Estado do PR, MG, SC, GO, DF e parte Sul do Estado de SP. As taxas de crescimento nulas da variável, em sua maioria estão localizadas na Região Centro-Oeste (MT e GO), Região Norte (AM e PA), e nos Estados de TO, PI, MA e SP. Os municípios que apresentaram maior decréscimo na produtividade de feijão estão localizados na Região Nordeste.

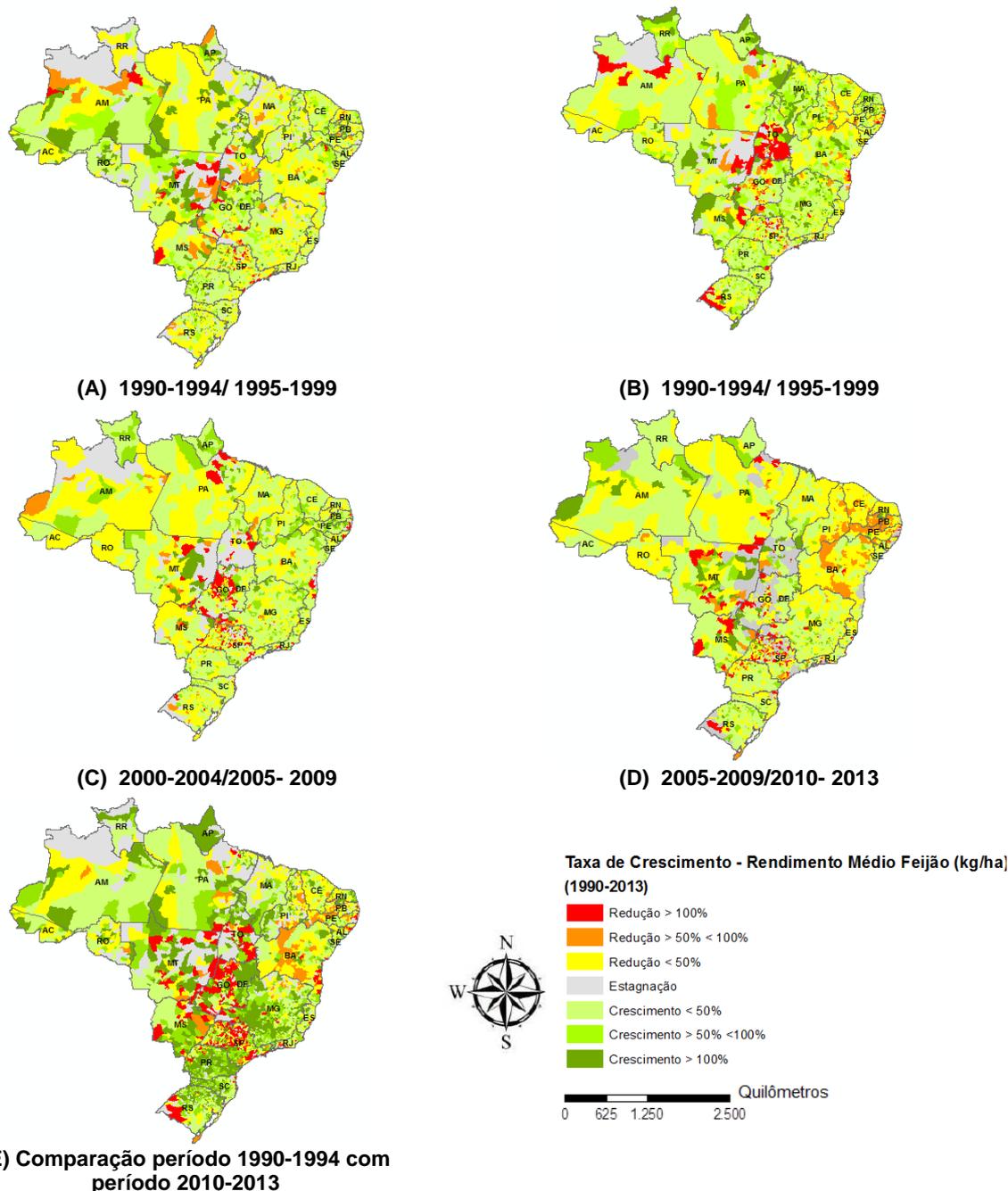


Figura 9. Taxa do Crescimento do Rendimento Médio de Feijão no Brasil (1990-2013). (a)1990 - 1994/1995-1999; (b) 1995-1999/2000-2004; (c) 2000-2004/2005/2009; (d) 2005-2009/2010-2013; e) 1990-1994/2010-2013.

A Figura 10 apresenta o mapa de aceleração do crescimento referente à produtividade média do feijão nos períodos analisados. Vários municípios em MG obtiveram taxas positivas de aceleração da produtividade. Destaca-se ainda o Estado do PA, BA, MA áreas a Oeste do PI e RN, além dos Estados da PB, PE, BA, Região Sul (PR, RS e SC). Nos demais mapas prevalecem à predominância de municípios com desaceleração do crescimento. Verifica-se ainda, um amento gradativo do número de municípios que apresentam estagnação nas comparações para o rendimento médio do feijão, tais municípios estão localizados em sua maioria na Região Centro Oeste, Norte, e Estados da BA, PI, TO, MG e SP.

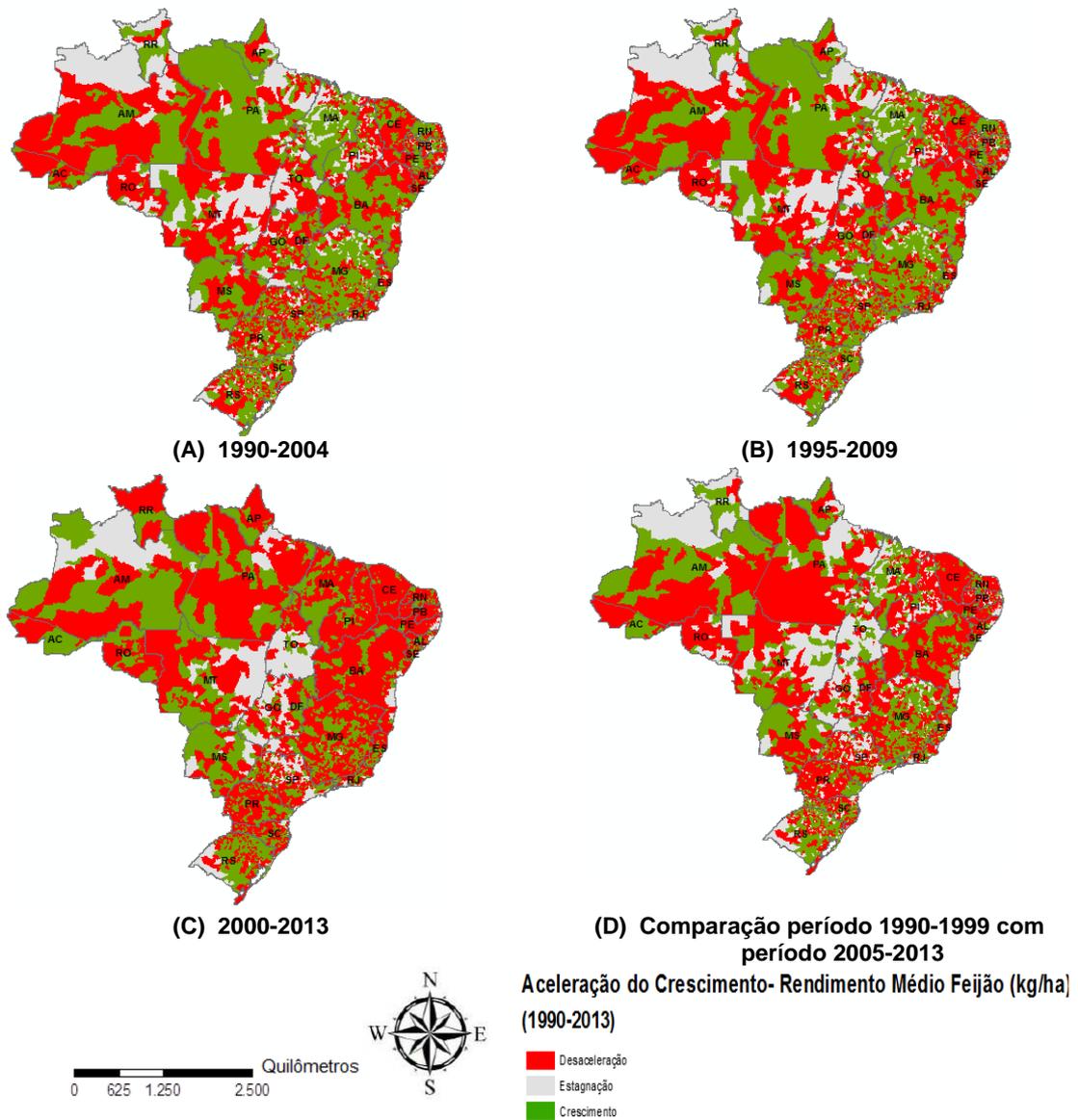


Figura 10. Aceleração do crescimento do Rendimento Médio (kg/ha) de Feijão (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 e com período 2005-2013.

3.2. CULTURA TEMPORÁRIA DA SOJA

3.2.1. Variável Área Colhida (ha)

A tabela 10 apresenta os resultados da aplicação dos testes para o Índice de Moran Global (I), de acordo com os dados municipais da Área Colhida de Soja em hectare. Observa-se que ao longo do período estudado, os valores para o Índice de Moran Global (I) apresentou valores positivos, sendo assim, evidenciou-se a existência de correlação espacial nos dados das variáveis referentes aos espaços temporais estudados. A indicação de autocorrelação espacial positiva sugere com 99% de confiabilidade a existência de similaridade entre os municípios ao analisar a área colhida de soja.

Tabela 10. Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013.

Períodos	Índice de Moran	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,118138	19,523570	<0,01	Agrupado
1995 a 1999	0,091877	15,357078	<0,01	Agrupado
2000 a 2004	0,074491	12,488576	<0,01	Agrupado
2005 a 2009	0,068500	11,476877	<0,01	Agrupado
2010 a 2013	0,067156	11,209051	<0,01	Agrupado

Os valores de Getis-Ord G_i^* em todos os períodos analisados obtiveram valores significativos ($p < 0,01$), rejeitando a hipótese de aleatoriedade dos dados (Tabela 11). Portanto, a distribuição espacial dos municípios relacionados área colhida de soja estão espacialmente distribuídos na tendência de municípios que detêm áreas colhidas relevantes estarem rodeados por outros com características similares.

Tabela 11. Aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* para o conjunto de dados municipais da Área Colhida (ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Períodos	Getis-Ord G_i^* Obs.	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,000002	27,194684	<0,01	Altos agrupamentos
1995 a 1999	0,000000	8,919596	<0,01	Altos agrupamentos
2000 a 2004	0,000000	5,417992	<0,01	Altos agrupamentos
2005 a 2009	0,000000	3,445294	<0,01	Altos agrupamentos
2010 a 2013	0,000000	2,624050	<0,01	Altos agrupamentos

A Figura 11 representa os mapas do Índice de Moran Local da área colhida de soja. Os mapas demonstram alta concentração de municípios AA, justificando o valor positivo para o Índice de Moran. Nota-se uma consolidação e intensificação de extensas áreas colhidas de soja na Região Sul e Centro-Oeste (principalmente em MT e GO) e no PI, MA e TO, região conhecida como MATOPIBA. Portanto, os municípios com grande concentração de área colhida de soja em 1990 foram mantidos e expandidos. Dessa forma, pode-se observar a consolidação da soja como uma cultura de grande

abrangência territorial no Brasil, tornando-se a mais importante cultura temporária quando se trata da ocupação do solo no país.

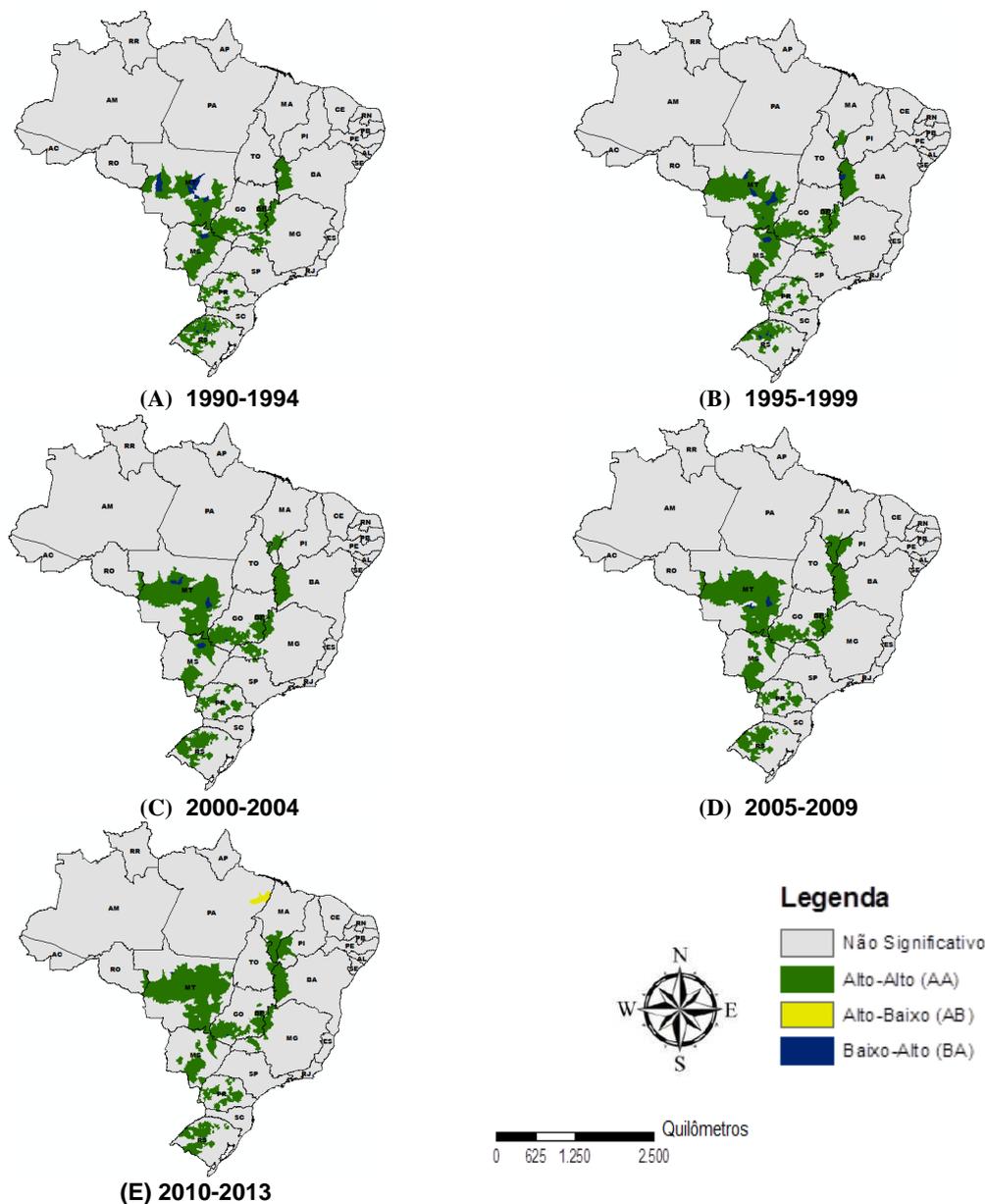


Figura 11. Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Área Colhida (ha) de Soja – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.

Nota-se também que há municípios nos quadrantes AB e BA, que retratam uma associação espacial negativa.

A Tabela 12 apresenta a Tabulação Cruzadas na comparação dos agrupamentos da variável área colhida de soja, comparando os períodos 1990-1994 com 2010-2013. Observa-se que dos 328 agrupamentos que se classificaram como AA no período de 1990 a 1994, apenas 193 permaneceram na mesma classificação no período de 2010 a 2013, totalizando nesse agrupamento 279 municípios. Os agrupamentos BA, diminui de 14 municípios (1990-1994) para apenas 2 no último período analisado. Os agrupamento AB não contempla nenhum município em 1990-1994, em 2010-2013 esse

agrupamento é identificado com apenas 1 município. O número de municípios que não se enquadram em nenhum agrupamento passa de 5222 (1990 a 1994) para 5282 no período de 2010 a 2013.

Tabela 12. Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a área colhida de soja (ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010- 2013

		Área Colhida de Soja (ha) –2010-2013				Total
		Não Sig.	AA	AB	BA	
Área Colhida de Soja (ha) (1990-1994)	Não Sig.	5142	77	1	2	5222
	AA	135	193	0	0	328
	BA	5	9	0	0	14
Total		5282	279	1	2	5564

Com o valor apresentado de χ^2 , com grau de liberdade igual a 6, tem-se que o valor $p = 0,000 < 0,05$. Tais valores induzem que se deve rejeitar H_0 , em favor de H_1 , ou seja, existe correlação entre as classificações dos agrupamentos quando analisada a área colhida de soja na comparação entre os períodos. Portanto, conclui-se estatisticamente que não houve alterações significativas para a variável estudada, isso pode ser explicado devido à grande quantidade de municípios que não se enquadraram em nenhum tipo de agrupamento. Percebe-se ainda que os agrupamentos de municípios que concentram áreas colhidas mais significativas permaneceram localizados geograficamente nas mesmas regiões entre os espaços temporais analisados.

A Figura 12 apresenta os mapas das taxas de crescimento da área colhida de soja no período estudado. No período 1990-1999, grande parte dos municípios plantadores de soja, especialmente no RS, MS e GO, teve uma acentuada queda nas áreas destinadas a essa lavoura. Nos demais período de análise, a maioria dos municípios tiveram aumentos significativos, na área destinada à cultura. Na comparação entre os períodos de 1990-1994 com 2010-2013, percebe-se que grande parte dos municípios produtores tiveram aumentos superiores a 100% na área destinada a cultura. Os municípios que apresentaram redução de área, embora que em menor quantidade dos que tiveram aumento de área, estão distribuídos entre os diversos Estados, porém a maior concentração de queda dessa lavoura está localizada nos estados de SP e MS.

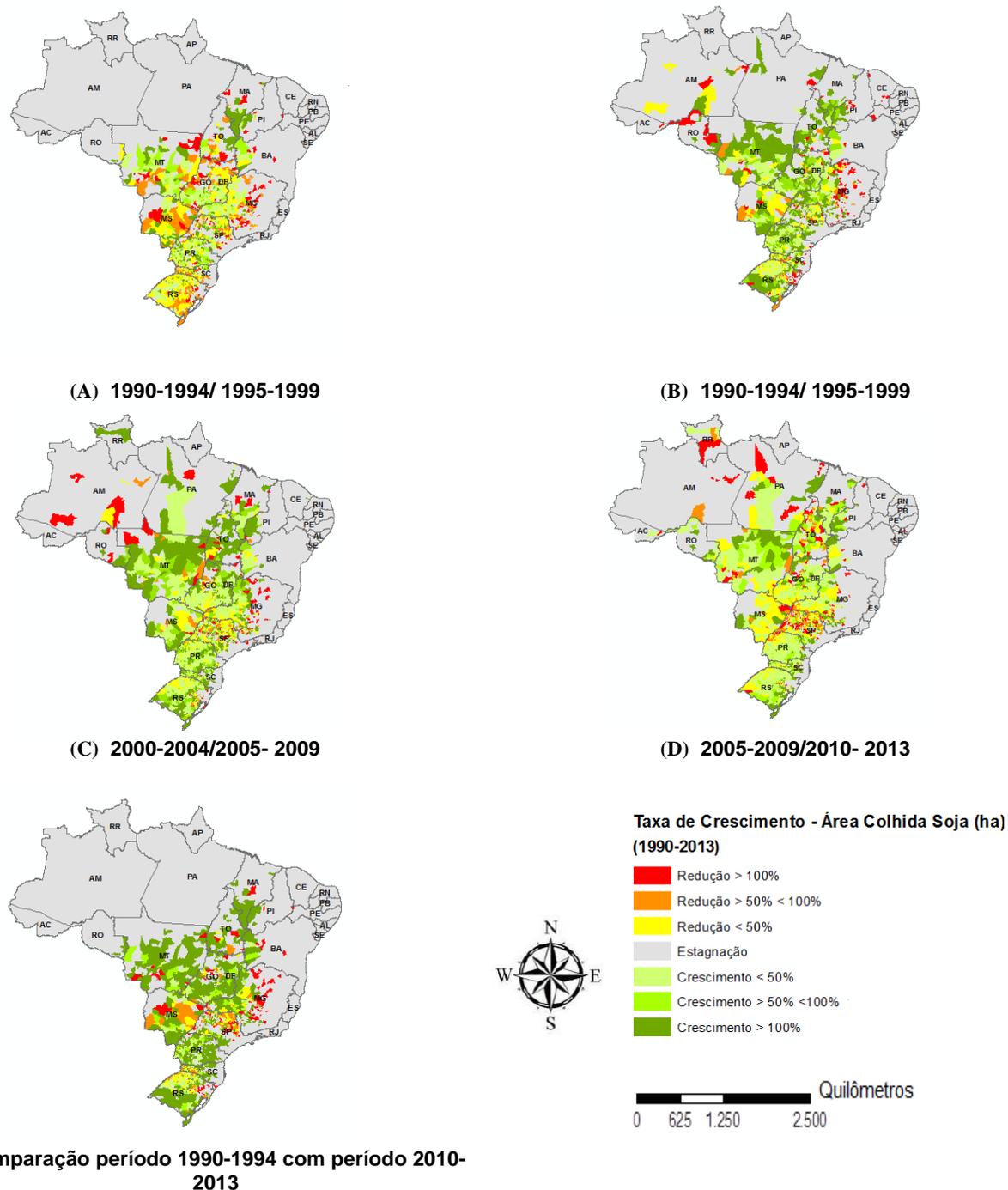


Figura 12. Taxa do Crescimento da Área Colhida de Soja no Brasil (1990-2013). (a)1990 -1994/1995-1999; (b) 1995-1999/2000-2004; (c) 2000-2004/2005/2009; (d) 2005-2009/2010-2013; (e) 1990-1994/2010-2013

Os mapas da aceleração do crescimento da área colhida de soja, conforme períodos analisados estão apresentados na Figura 13. A Figura 13A, expressa aceleração no crescimento da área colhida na grande maioria parte dos municípios produtores de soja em todos os Estados produtores. A desaceleração do crescimento é verificada em menor escala em municípios também localizados em todos os Estados com áreas destinadas à colheita da lavoura. Nas Figuras 13 B e 13 C percebe-se a tendência pela desaceleração do crescimento da área colhida da cultura, pois as

maiorias dos municípios produtores apresentam esse resultado. A aceleração para esses períodos se destacam especialmente em MT e TO. No Figura 13 D nota-se aceleração mais significativa em regiões produtoras da Região Sul, Região Centro Oeste, alguns municípios de TO, MG, RO, PA, MA, PI e BA. A desaceleração se concentra em SP, PR, região do Triângulo Mineiro e áreas espalhadas pelos estados do Centro-Oeste, além de municípios em TO, BA, MA e PI.

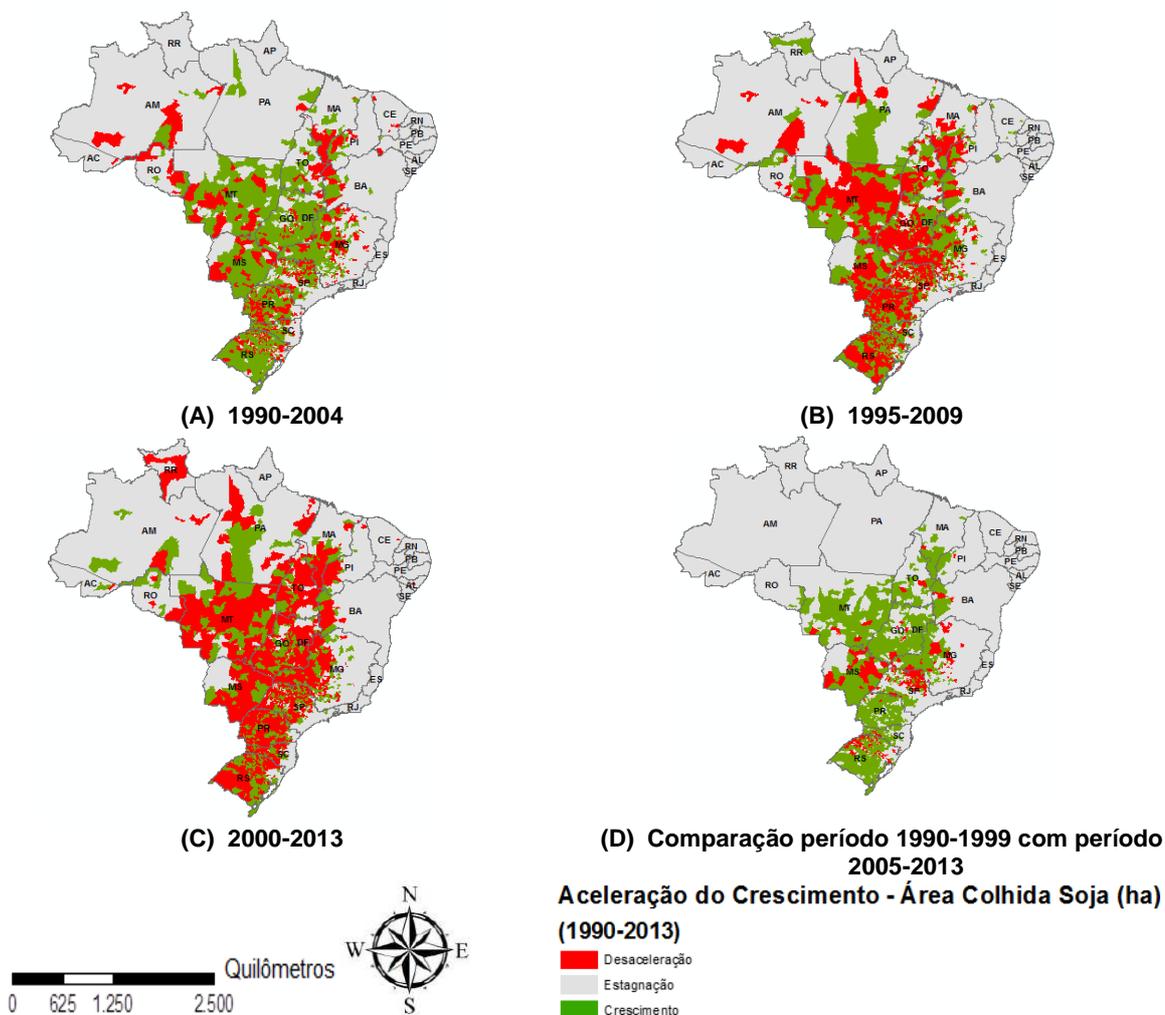


Figura 13. Aceleração do crescimento Área Colhida (ha) de Soja (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 e com período 2005-2013.

3.2.2. Variável Quantidade Produzida (t)

Os valores calculados do Índice de Moran Global (I) para a variável quantidade produzida foram superiores a zero, tal resultado demonstra a existência da autocorrelação espacial para os dados e períodos analisados (Tabela 13). Dessa forma, pode-se concluir que municípios produtores de soja tendem a ter como vizinhos municípios que também apresentem produções significativas dessa cultura.

Tabela 13. Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais da Quantidade Produzida (t) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Períodos	Índice de Moran	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,463503	15,443727	<0,01	Agrupado
1995 a 1999	0,075519	12,701675	<0,01	Agrupado
2000 a 2004	0,060239	10,204669	<0,01	Agrupado
2005 a 2009	0,053966	9,115581	<0,01	Agrupado
2010 a 2013	0,061418	10,285558	<0,01	Agrupado

O índice de Getis-Ord G_i^* de produção de soja nos períodos de 1990-1994, 1995-1999 e 2000-2004 apresentou p-valores significativos (<0,01) (Tabela 14). Os períodos de 2005-2009 e 2010-2013 a significância se deu com um p-valor <0,05, em ambas as situações os municípios seguem a tendência de se agruparem em altos agrupamentos, a hipótese se confirma com a análise dos valores de z-score

Tabela 14. Aplicação do Getis-Ord G_i^* para o conjunto de dados municipais da Quantidade Produzida (t) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Médias Anuais	Getis-Ord G_i^* Obs.	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,000000	9,395252	<0,01	Altos agrupamentos
1995 a 1999	0,000000	6,991445	<0,01	Altos agrupamentos
2000 a 2004	0,000000	4,103085	<0,01	Altos agrupamentos
2005 a 2009	0,000000	2,178972	<0,05	Altos agrupamentos
2010 a 2013	0,000000	2,283326	<0,05	Altos agrupamentos

A Figura 14 apresenta os mapas de Índice de Moran Local para a produção de feijão em toneladas para os períodos estudados. De forma semelhante ao analisado na variável Área Colhida, a análise da variável Quantidade Produzida indica que nos cinco mapas há maior concentração dos municípios (LISA local) no quadrante do tipo AA, o que justifica o valor positivo para o Índice de Moran também para essa variável.

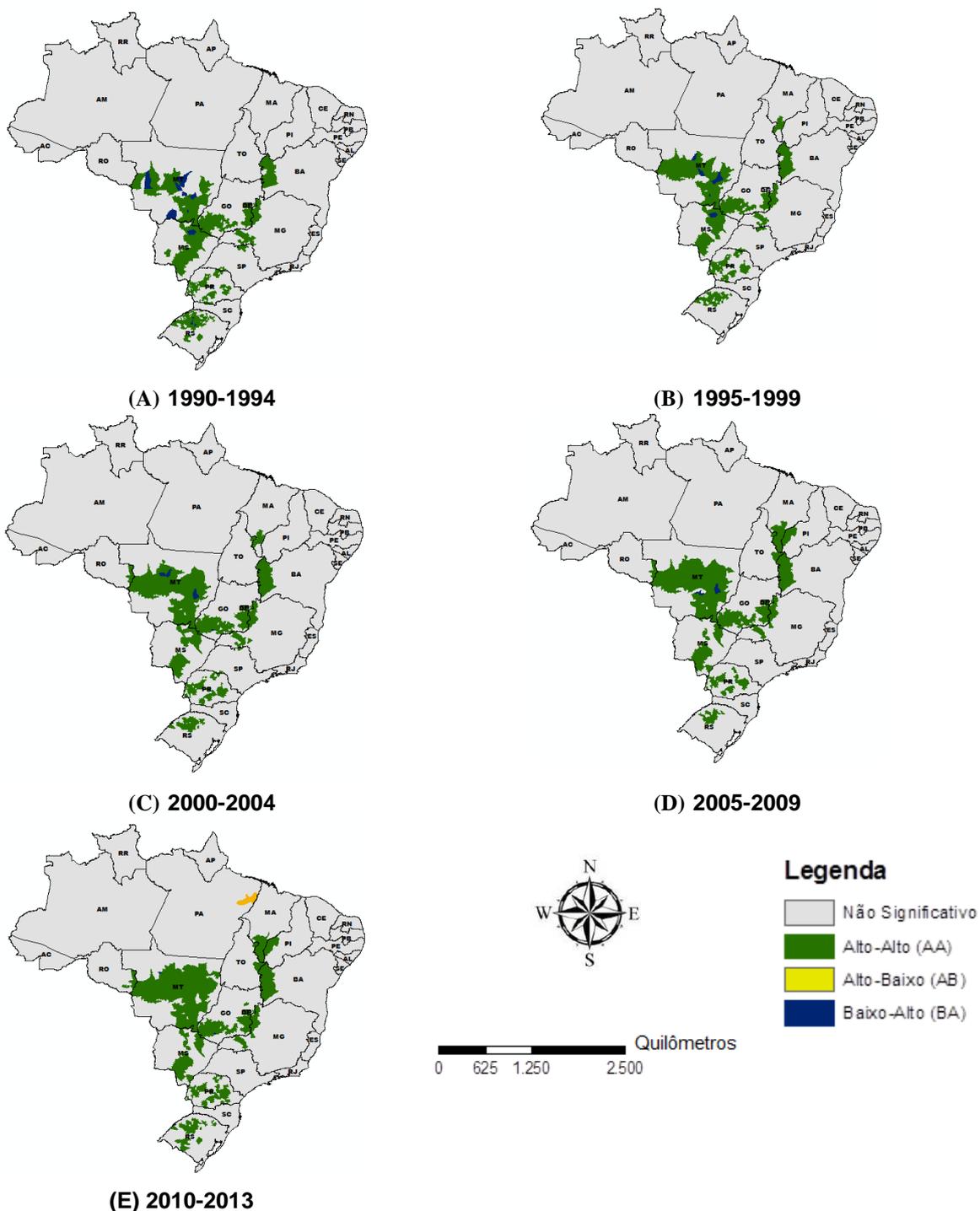


Figura 14. Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Quantidade Produzida (t) de Soja – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.

Verifica-se a existência de municípios que se enquadram nos quadrantes AB e BA, que retratam uma associação espacial negativa. A intensificação dos agrupamentos na região de Cerrados, Região Centro-Oeste, destaque para MT, maior produtor de soja no país, e GO, traduzem a importância econômica que a cultura da soja trouxe para a Região. Verifica-se ainda em Estados como PR e RS à soja continua sendo uma importante cultura temporária, existindo em todos os períodos diversos agrupamentos com municípios produtores, tal importância é traduzida nas

produções de soja desses Estados, onde, segundo dados do IBGE, PR e RS são o 2º e 3º, maiores produtores nacionais, respectivamente. Verifica-se também a consolidação de regiões produtores de soja em áreas de abrangência dos Cerrados, no Oeste da BA (região dos municípios de Luiz Eduardo Magalhães e Barreiras), Sul do MA, Sudoeste do PI e Leste do Estado do TO. Nas demais regiões dos mapas não ocorreram mudanças significativas nos agrupamento relacionadas ordens de associação espacial da produção de soja. Dessa forma, conclui-se que municípios com grande concentração de área colhida de soja em 1990 em 2013 continuaram com produções significativas, outros municípios, principalmente na área de abrangência dos Cerrados também tem produção importante da cultura, fazendo que com houvesse um aumento da intensidade dos agrupamentos características AA, em contrapartida grande parte dos municípios nulos ou praticamente não produtores em 1990 continuem com suas baixas ou nenhuma produção 2013.

A Tabela 15 apresenta os dados dos cruzamentos da Tabulação Cruzada referente alterações ocorridas nos agrupamentos entre os períodos de 1990-1994 com 2010-2013. Dos 297 municípios classificados AA no período de 1990 a 1994, 179 continuaram na mesma classificação no período de 2010-2013, esse agrupamento no último período totaliza 262 municípios. O agrupamento AB não apresentou nenhum município classificado no primeiro período, em 2010 a 2013 apenas 1 município se enquadraram nesse agrupamento. O agrupamento BA contava com 12 municípios no período de 1990- 1994 e restaram apenas 2 no último período. O número de municípios que não se enquadravam em nenhum tipo de agrupamento (AA, AB, BA, BB), passa de 5255 em 1990-1994, para 5299 no período de 2010 -2013.

Tabela 15. Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando a produção de soja (t) nos períodos de 1990-1994 e 2010- 2013

		Agrupamentos Produção de Soja (ha)				Total
		– Média 2010-2013				
		Não Sig.	AA	AB	BA	
Agrupamentos Produção de Soja (ha) – Média 1990-1994	Não Sig.	5176	76	1	2	5255
	AA	118	179	0	0	297
	BA	5	7	0	0	12
Total		5299	262	1	2	5564

Com um nível de confiança de 95%, o valor do χ^2 foi de 2244,849 com 6 graus de liberdade. Dessa forma, o p-valor encontrado foi de $p = 0,000$ (não significativo até a terceira casa decimal), portanto p -valor $<0,05$, indicando que se deve rejeitar H_0 , em favor de H_1 , portanto, existe correlação entre as classificações dos agrupamentos quando analisada as médias da quantidade produzida de soja entre os municípios nos períodos de 1990 a 1994 com 2010 a 2013.

Nos mapas representados na Figura 15, estão espacializadas as taxas de crescimento da produção de soja em todos os períodos analisados. Percebe-se de forma geral que a maior parte dos

municípios apresentou aumento da produção (Figura 15). Porém, o aumento da produção torna-se mais significativo a partir de 1995. Até o último período da análise as maiores taxas foram conforme se observa estão distribuídas nos Estado e MT, GO, PR, Oeste da BA, Sul do MA, Sudoeste do PI, MG, Sul do MS, DF e Sul d RS. Os municípios que apresentaram redução de área para todos os períodos estão espalhados por diversos Estados, porém aqueles que com redução mais significativa da produção de soja estão localizados no Estado de SP, MG, MS e RS.

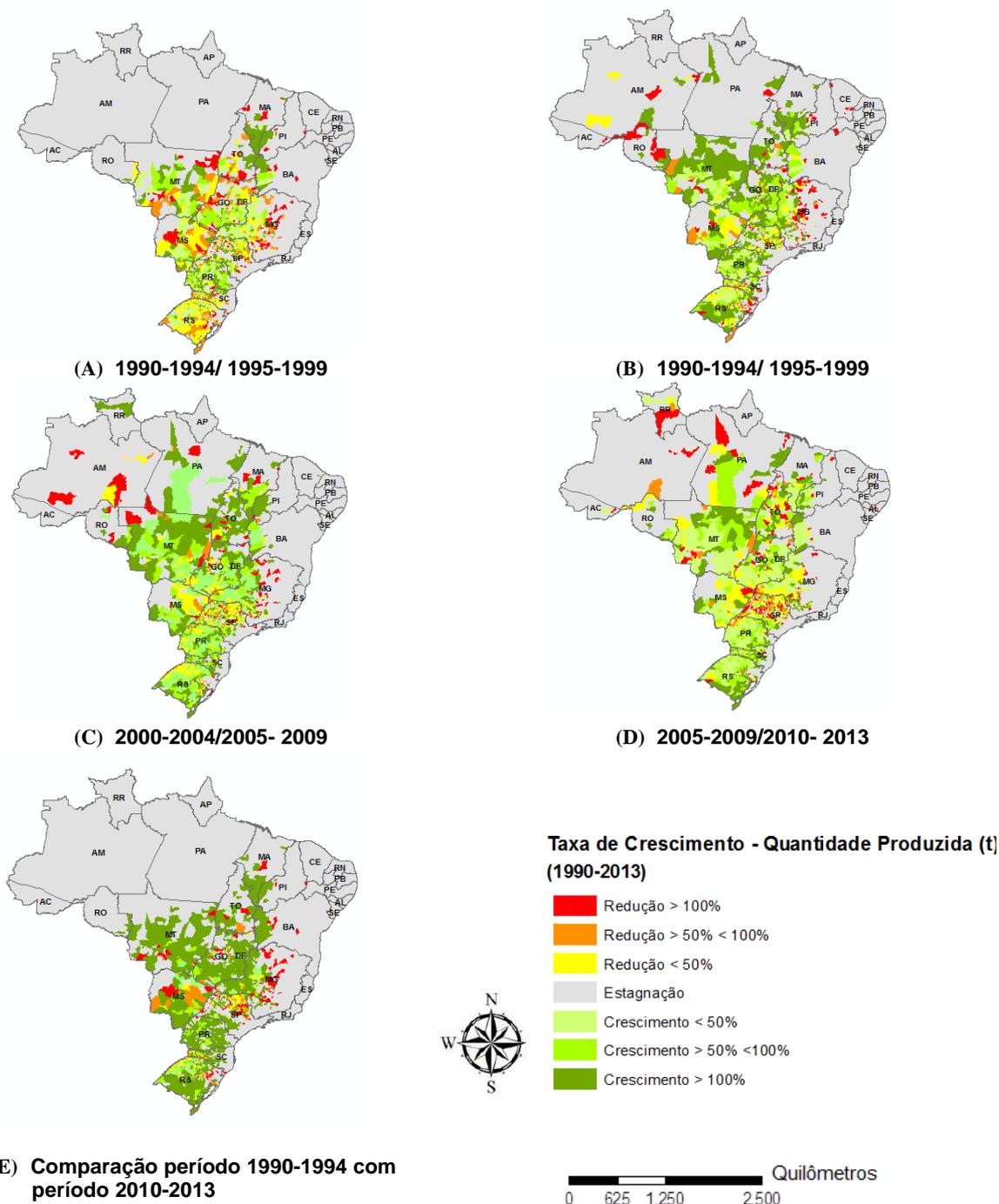


Figura 15. Taxa do Crescimento da Quantidade de Soja no Brasil (1990-2013). (a)1990 -1994/1995-1999; (b) 1995-1999/2000-2004; (c) 2000-2004/2005/2009; (d) 2005-2009/2010-2013; e) 1990-1994/2010-2013.

Na Figura 16 A observa-se uma aceleração significativa na grande maioria dos municípios produtores, porém na Figura 16 B os resultados indicam a desaceleração na maior parte de municípios de Estados produtores como PR, GO, MT, RS, MG, TO, MA PA, MA. Na Figura 16 C percebe-se a aceleração do crescimento da produção de soja com maior intensidade nos Estados da Região Sul; a desaceleração em maior escala se concentra nos Estados do Centro Oeste, TO, BA, MA, MA, PI, MA PI, RO, SP. Na Figura 16 D, os Estados apresentam as maiores quantidades de municípios com aceleração do crescimento são RS e SC, seguidos por GO, MT, TO e MS, os demais Estados produtores apresentam resultados balanceados entre municípios que obtiveram aceleração com outros com desaceleração do crescimento da produção da cultura temporária da soja.

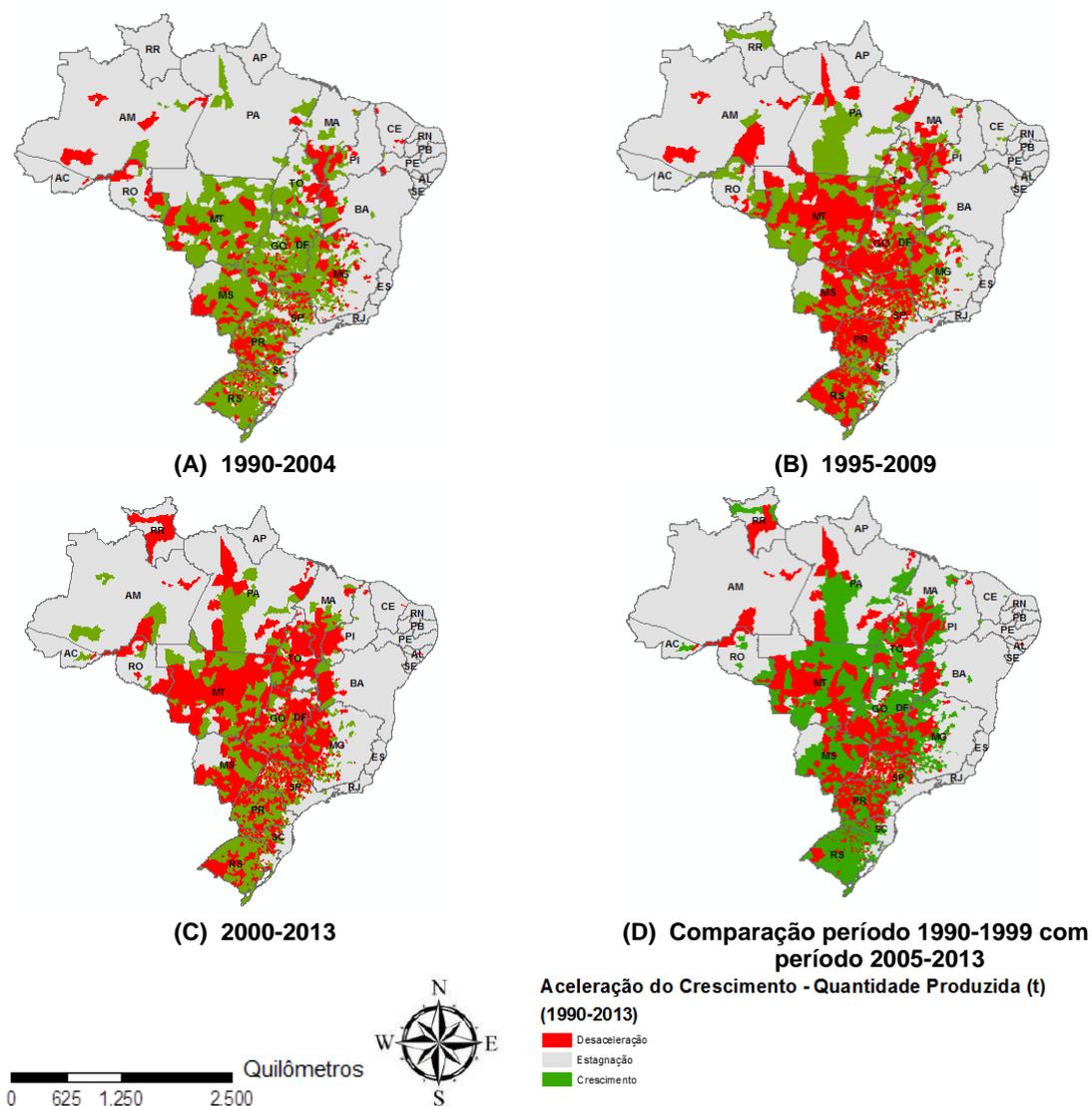


Figura 16. Aceleração do crescimento Quantidade Produzida (t) de Soja (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 com período 2005-2013.

3.2.3. Variável Rendimento Médio (kg/ha)

O rendimento médio da soja obteve um Índice de Moran Global (I) superior a zero para todos os períodos de análise, dessa forma rejeita-se a hipótese nula de aleatoriedade dos dados, os

municípios seguem a tendência de estarem agrupados com 99% de confiabilidade, confirmando pelos valores do z-score (Tabela 16).

Tabela 16. Índice de Moran Global para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Períodos	Índice de Moran	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,707336	89,428419	<0,01	Agrupado
1995 a 1999	0,787757	99,588382	<0,01	Agrupado
2000 a 2004	0,820612	103,734305	<0,01	Agrupado
2005 a 2009	0,797846	100,852866	<0,01	Agrupado
2010 a 2013	0,806113	101,895598	<0,01	Agrupado

A análise dos perfis dos agrupamentos obtidos com a aplicação do Índice de Moran Global (*I*) estão descritos na Tabela 17. A análise do índice Getis-Ord G_i^* resultou em p-valor significativo ($p < 0,05$) para o período de 1990-1994 e $p < 0,01$ para os demais períodos, portanto a distribuição espacial dos municípios relacionados à produtividade está espacialmente agrupada por municípios com que tem produtividades significativas e que estão rodeados por outros que detêm rendimento médio significativo para cultura da soja.

Tabela 17. Aplicação do algoritmo Getis-Ord G_i^* para o conjunto de dados municipais do Rendimento Médio (kg/ha) de Soja no Brasil, média períodos: 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009 e 2010-2013

Períodos	Getis-Ord G_i^* Obs.	z-score	p-valor	Resultado
1990 a 1994	0,000000	2,283326	<0,05	Altos agrupamentos
1995 a 1999	0,000000	48,686349	<0,01	Altos agrupamentos
2000 a 2004	0,000000	45,160255	<0,01	Altos agrupamentos
2005 a 2009	0,000000	35,333735	<0,01	Altos agrupamentos
2010 a 2013	0,000000	40,455031	<0,01	Altos agrupamentos

Os mapas que representam a o Índice de Moran Local estão apresentados na Figura 17.

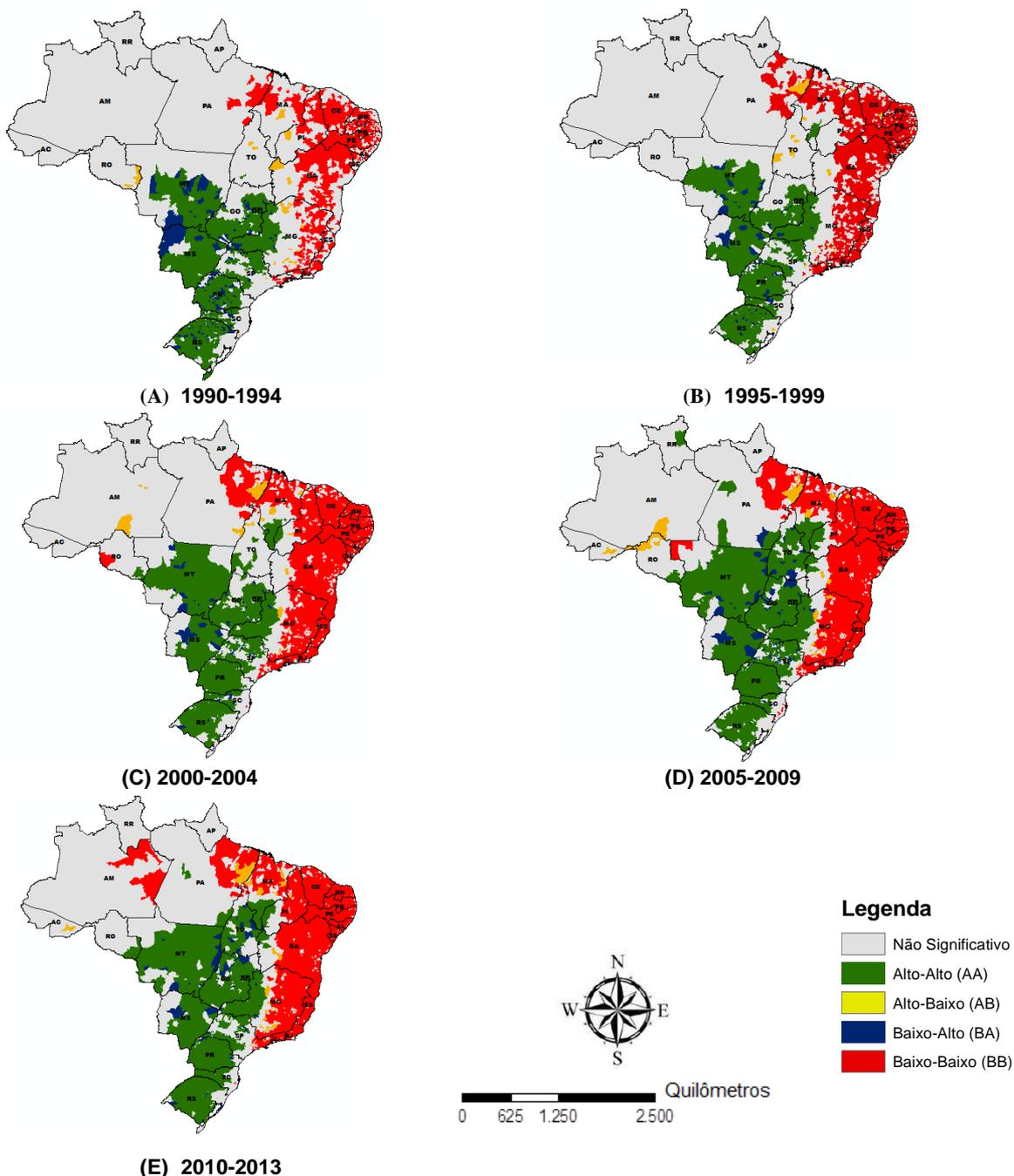


Figura 17. Autocorrelações Espaciais Locais – Índice de Moran Local - Agrupamentos para variável Rendimento Médio (kg/ha) de Soja – Períodos (A) 1990-1994, (B) 1995-1999, (C) 2000-2004, (D) 2005-2009 e (E) 2010-2013.

Na análise da Figura 17, que representa a aplicação do Índice de Moran Global (I) para o rendimento médio da soja, podemos inferir os seguintes resultados:

- AA: consolidação dos agrupamentos *hot spots* de municípios com produtividades altas na Região Sul (PR, SC e RS), bem como também no Sul do Estado de SP Triângulo Mineiro e Oeste de MS; Região Sul e Central de Goiás. Nota-se a formação e expansão dos agrupamentos AA no Estado do MT e MT, e avanço para as regiões de abrangência do Bioma Cerrado em TO, sul do MA, sul do PI, sul do PA. Percebe-se ainda que RO passar a formar agrupamentos de produtividade de soja, na região sul do Estado.

- BA: os aglomerados se concentram de forma em toda a análise temporal em algumas áreas, principalmente nos Estados do MT, MS, GO, TO e RS.

- AB: percebem-se em todos os períodos alguns *outliers*, produção alta com relação aos vizinhos nos Estados do PA, MA, BA e MG.

- BB: os aglomerados *cold spots* se concentram de forma em toda a análise temporal em algumas áreas, principalmente em estados da Região Nordeste e Sudeste.

Fica evidente na análise a baixa produtividade alcançada pelos principalmente pelos produtores do Nordeste, em comparação com a de outros estados.

- Os municípios considerados não significativos, não se enquadram nos agrupamentos, pois apresentam valores de produtividade variados assim como os valores dos municípios vizinhos.

A Tabela 18 apresenta os dados da tabulação cruzada entre os períodos 1990-1994 e 2010-2013. Dos 1111 municípios que formavam o agrupamento AA no período de 1990-1994, continuaram nesse mesmo agrupamento 1035 municípios em 2010-2013, somando um total nesse período de 1582 municípios. Os agrupamentos AB passam de 25 no primeiro período, para 48 (2010- 2013). O agrupamento BA diminui de 192 municípios em 1990-1994, para 93 em 2010-2013. O agrupamento BB passou de 810 para 2286 municípios, um aumento de 282%. Em relação ao agrupamento de municípios que não se enquadravam em nenhum tipo de classificação (AA, AB, BA, BB), o total em 1990-1994 era de 3426 municípios, no período de 2010-2013, esse valor diminuiu para 1555, uma redução de aproximadamente 220%.

Tabela 18. Tabulação cruzada entre as classes do método LISA, considerando o rendimento médio de soja (kg/ha) nos períodos de 1990-1994 e 2010- 2013

		Rendimento Médio de Soja (kg/ha) – (2010-2013)					Total
		Não Sign.	AA	AB	BA	BB	
Rendimento Médio de Soja (kg/ha) – (1990-1994)	Não Sig.	1451	386	35	69	1485	3426
	AA	64	1035	1	11	0	1111
	AB	5	6	3	0	11	25
	BA	24	155	0	13	0	192
	BB	11	0	9	0	790	810
Total		1555	1582	48	93	2286	5564

O valor do χ^2 foi de 4343,175 com graus de liberdade de 16 a um nível de confiança de 95%. O p-valor encontrado foi não significativo até a terceira casa decimal, portanto p-valor <0,05, dessa forma há indícios que se deve rejeitar H_0 , em favor de H_1 , ou seja, existe correlação entre as classificações dos agrupamentos quando analisada as médias do rendimento médio de soja entre os

municípios nos períodos de 1990- 1994 com 2010- 2013, portanto, com nível de confiança de 95% que a distribuição espacial quando analisada não sofreu alterações significativas, embora tenham ocorrido alterações nos agrupamentos.

Na Figura 18, são apresentados os mapas relativos às taxas de crescimento da produtividade de soja em todos os períodos analisados. Pela análise dos mapas a maioria dos municípios apresentou aumento significativo no rendimento médio dessa cultura temporária, destrancando-se a Região Centro Sul e as áreas de Cerrados da BA, PI, TO e sul de RO. Os municípios que apresentaram redução de área para todos os períodos aparecem de forma pontuais nas diversas Regiões, porém, a maior intensidade de municípios que obtiveram redução na produtividade de feijão está localizada nos Estados do MS, RS, MG e SP.

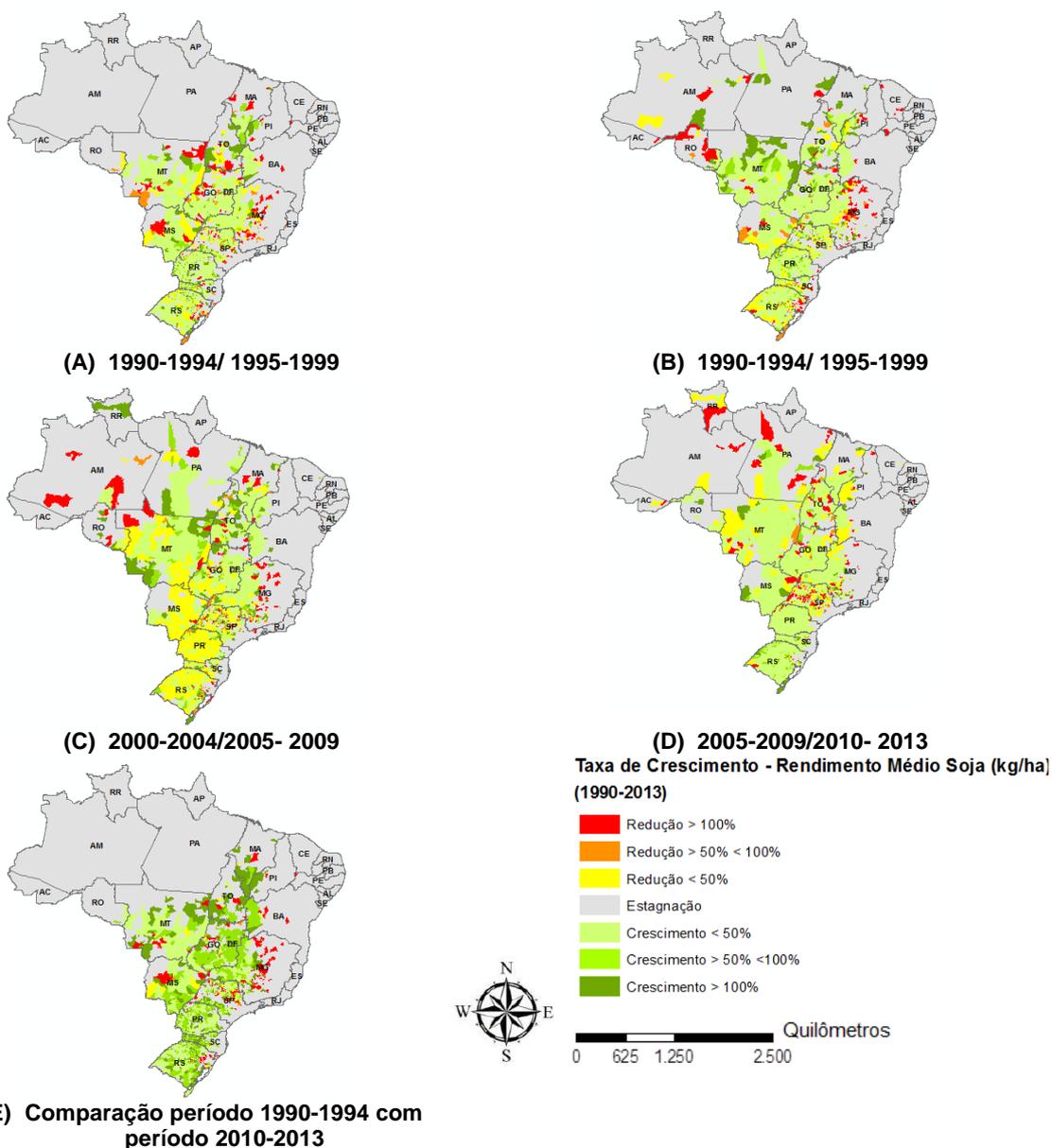


Figura 18. Taxa do Crescimento do Rendimento Médio de Soja no Brasil (1990-2013). (a)1990 - 1994/1995-1999; (b) 1995-1999/2000-2004; (c) 2000-2004/2005/2009; (d) 2005-2009/2010-2013; e) 1990-1994/2010-2013.

A aceleração do crescimento referente à produtividade média da nos períodos analisados está representada na Figura 19. Na Figura 19 A, verifica-se que nos Estados da Região Sul, MS, BA, SP e MG a maioria dos municípios produtores obtiveram desaceleração do crescimento da variável, enquanto que em MT, GO e TO foi mais significativa à proporção de municípios com aceleração do crescimento da produtividade da soja. Na Figura 19 B, a desaceleração do crescimento do rendimento médio da cultura em análise é predominante entre as regiões produtoras; a aceleração se concentra no Oeste da BA, Sudoeste do MT, Região Central de MG e TO e alguns municípios do PA, RO, PI e MA. Na Figura 19 C, verifica-se a predominância da aceleração do crescimento, destaque para MS, GO, Região o Sul e Central do MT; para as demais Regiões produtoras de soja nota-se a maior ocorrência da desaceleração do crescimento da variável. Na Figura 19 D, com exceção de alguns poucos municípios localizados no RS, MS, SP, MG, TO e MT, a grande maioria dos demais municípios produtores apresentaram aceleração do crescimento do rendimento médio da soja significativos.

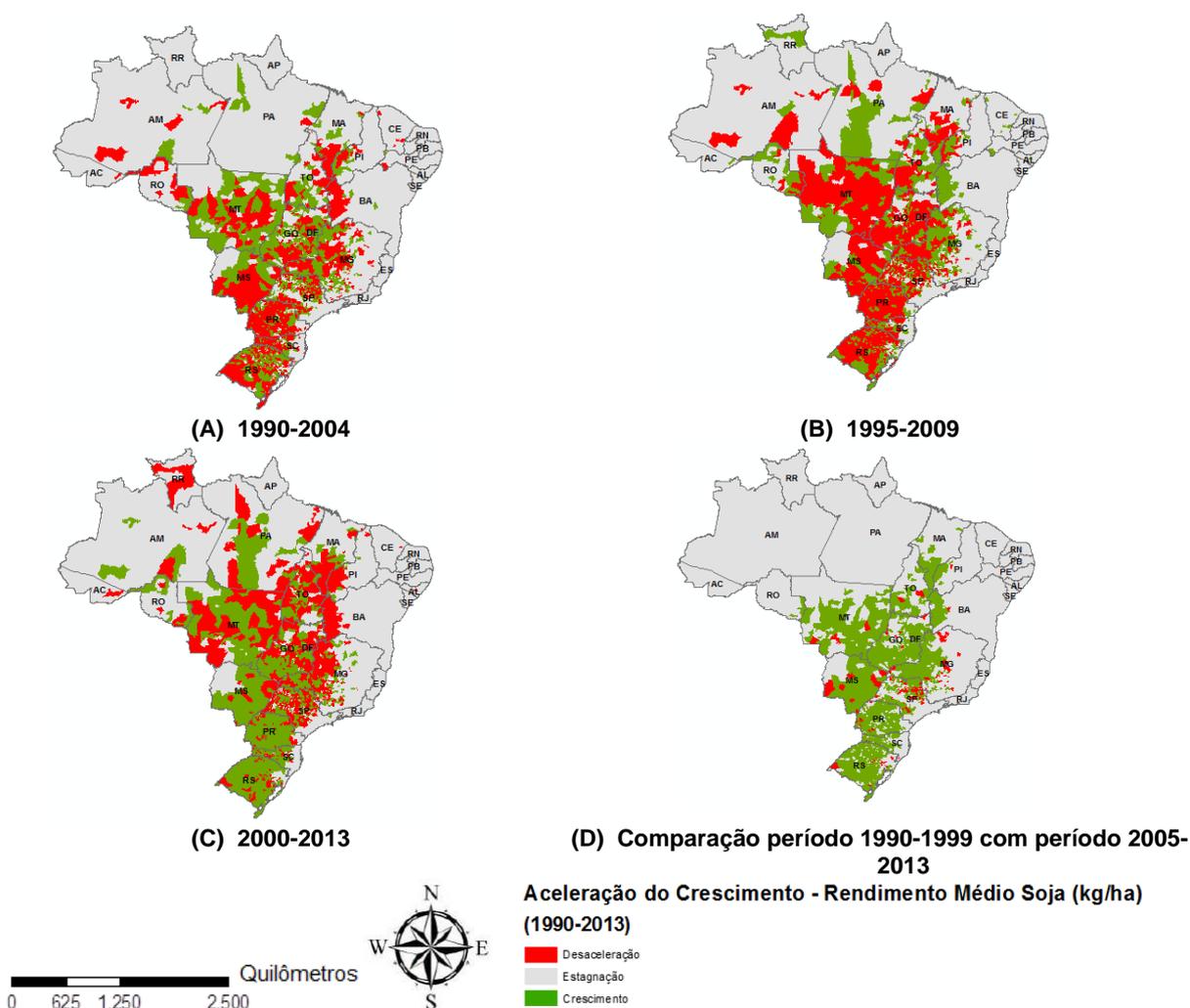


Figura 19. Aceleração do crescimento da variável Rendimento Médio (kg/há) de Soja (1990-2013). (a) 1990-2004; (b) 1995-2009; (c) 2000-2013; (d) Comparação período 1990-1999 com período 2005-2013.

4. DISCUSSÃO

Para melhor evidenciar as características e os principais resultados obtidos das duas culturas analisadas neste trabalho, feijão e soja, elaborou-se a Tabela 19, comparando-as em 1990 e em 2013.

Tabela 19. Área colhida, quantidade produzida, rendimento médio, principais estados produtores, perfil dos agricultores e preço médio recebido pelo produtor das culturas de Feijão e Soja nos anos de 1990 e 2013

Variáveis	1990		2013	
	Feijão	Soja	Feijão	Soja
Área colhida (ha) *	4.680.094	11.487.303	2.813.506	27.906.675
Quantidade Produzida (t) *	2.234.467	19.897.804	2.892.599	81.724.477
Rendimento Médio (kg/ha) *	477	1.732	1.028	2.928
Maiores Estados produtores – IBGE*	MG, SC, PR, SP e BA	RS, PR, MT, MS e GO	PR, MG, MT, GO e BA	MT, PR, RS, GO e MS
Perfil característico dos produtores*	Agricultores familiares	Médios e grandes	Agricultores familiares	Médios e grandes
Preço Médio Recebido pelo Produtor -saca 60 Kg (R\$) **	148,87	52,41	101,49	64,90

*Fonte: IBGE

**Ref. Dez/1990 (valores convertidos do Cr\$ para R\$) e Dez/2013, Fonte: IEA

Na análise da cultura do feijão durante o período 1990-2013, o Índice de Moran Local (LISA) indica maior concentração de municípios produtivos no Centro Sul do Brasil e em algumas áreas específicas nos Estados do Nordeste, especialmente Ceará e Bahia (Fig. 2). Essa tendência vem sendo observada há bastante tempo, tanto que Wander (2007) observou, no início dos anos 2000, que a produção de feijão no Brasil estabilizou-se em um cenário em que os maiores produtores eram Paraná, Minas Gerais, Bahia, Goiás e São Paulo. O feijão ocupa lugar de destaque na agricultura e economia paranaense, sendo umas das principais alternativas para os pequenos e médios agricultores no Estado, demandando tanto mão de obra familiar como contratada (SEAB, 2013).

A grande quantidade de agrupamentos AA (Fig. 2), principalmente na Região Nordeste, é devido ao fato da produção de feijão no Brasil ser praticada em estabelecimentos agropecuários com diferentes tamanhos de área colhida, com destaque para as pequenas áreas de produção, que inclui os agricultores familiares, sendo boa parte da produção destinada ao autoconsumo das famílias (SILVA e WANDER, 2013).

Entretanto, vale ressaltar que o plantio de feijão, no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas, desenvolve-se em todos os Estados brasileiros. Embora o feijão seja considerado uma lavoura de subsistência, de pequenas propriedades, é também cultivada em sistemas de produção que requerem o uso de tecnologias intensivas como a irrigação, controle fitossanitário e colheita mecanizada (SEAB, 2013).

O rendimento médio de feijão passou de 477 (kg/ha) em 1990, para 1028 (kg/ha) em 2013 (Tab. 19), sendo resultante principalmente do desenvolvimento de cultivares de feijões apropriados ao cultivo nos diferentes biomas brasileiros, esse resultado pode ser visto nos mapas de compara as

taxas de crescimento da produção de produtividade de feijão no Brasil entres os períodos de 1990-1994 e 2010-2013 (Fig. 6 e Fig. 9). Conforme Barreto e Almeida (2013), o aumento de produtividade e redistribuição no campo podem ser resultados de investimentos na pesquisa agropecuária.

Os agrupamentos identificados indicam uma acentuada diferença de produtividades entre os Estados, ou seja, há uma grande concentração de aglomerados AA nos Estados localizados no Centro Sul do Brasil, contra uma grande quantidade de agrupamento Baixo-Baixo localizados na Região Nordeste (Fig. 8). O Nordeste possui a maior área plantada do País, porém é a região que detém a menor produtividade, pois a grande maioria dos produtores de feijão na Região tem o perfil de agricultores familiares, cuja produção é desprovida de assistência técnica e apresentam baixo nível de adoção e emprego de tecnologia (CARNEIRO e SENA, 2010). Essa diferença díspar nos dados de produtividades foi também verificada nos dados analisados, em alguns municípios da Região Sul e Centro Oeste a produtividade chegou a aproximadamente 3t/ha, em outras regiões não passa de 200kg/ha, como em alguns municípios nordestinos.

Há de se levar em consideração também para os dados de produção e produtividade de feijão da Região Nordeste na comparação com as outras regiões brasileiras, as condições adversas de clima que a Região apresenta, principalmente em sua área semiárida.

Nas alterações do tipo de classificação dos agrupamentos verificou-se a existência de correlação entre essas classificações quando comparadas às três variáveis em análise, entre os municípios, nos períodos de 1990 a 1994 com 2010 a 2013 (Tab.3, Tab. 6 e Tab. 9). As justificativas das alterações do feijão ao longo de 1990 a 2013, também são válidas para análise da espacialização e da aceleração do crescimento (Figuras: 4, 7 e 10). Dados do IBGE (Tab. 19) mostram que a cultura do feijão teve uma diminuição em sua área colhida de cerca de 40%, saindo de 4.680.094 (ha) em 1990 para 2.813.506 (ha) em 2013, liberando neste período uma área de 1.866.588 (ha) para outras culturas, principalmente soja. Segundo Crestana e Alves (2005), à exceção da soja, para a maioria das lavouras temporárias a expansão da área colhida foi pouco importante, e, em muitos casos houve redução de área, assim como aconteceu com o feijão.

Diferentemente da área colhida, analisando a produção e a produtividade de feijão observa-se que na maioria dos municípios produtores houve crescimento significativo (Fig. 6 e Fig. 9). Observou-se também o aumento gradativo de municípios com estagnação nas três variáveis no mesmo período, tanto para o crescimento como para aceleração do crescimento de acordo com a variável analisada.

A partir do início da década de 90 (Fig. 3), observa-se uma tendência de redução da área destinada ao cultivo de feijão no Brasil, o que não tem se refletido na produção, devido à adoção de tecnologias que aumentam a capacidade produtiva dessa lavoura, tais como a irrigação, bem como a condução de uma forma mais empresarial da cultura (CHAGAS et al., 2004). Além destes, pode-se atribuir o aumento do rendimento da cultura do feijão ao longo dos anos ao melhoramento genético da espécie e aos avanços no controle de pragas e doenças e redução das deficiências de nutrientes (DIDONET e SILVA, 2004).

Com relação a análise da cultura da soja, constatou-se sua consolidação como a principal cultura agrícola temporária no país, a área colhida cresceu cerca de 243% e a produção

aproximadamente 410 % conforme dados comparativos da Tabela 19. Com relação a 1990 percebeu-se a manutenção e formação de novos agrupamentos tipo AA, para todas as variáveis analisadas, no período 1990-2013, nos Estados da Região Sul e Centro Oeste (Fig. 11 e Fig. 14). Pode-se observar ainda a entrada da soja na Região Norte, principalmente nos Estados do Tocantins e Rondônia (Fig. 11 e Fig. 14). Verificou-se também o avanço da soja na área de abrangência do Bioma Cerrados na Região Nordeste, principalmente no Oeste da Bahia, Sul do Maranhão e Sul do Piauí (Fig. 11 e Fig. 14). A cultura da soja avança territorialmente nas regiões brasileiras Centro-Oeste e Nordeste com crescente conversão do Cerrado em áreas de produção agrícola para os mercados nacional e internacional, com diversos incentivos econômicos e políticos (ESPÍNDOLA e CUNHA, 2010). Assim, a soja, conquista uma vasta área de terras de baixa fertilidade natural que compreende cerca de 25% do território brasileiro, a partir do aporte tecnológico e manejo da terra (CRESTANA e ALVES, 2005).

A implementação de programas governamentais garantiram o crédito e o suporte técnico necessário para a utilização de novas áreas dos cerrados para a produção de soja, juntou-se aos frutos das pesquisas no desenvolvimento de pacotes tecnológicos para produção e a uma série de outros fatores que impulsionaram a expansão da soja na Região Centro Oeste, entre eles a construção de Brasília, que levou uma série de melhorias e infraestrutura da região, como principalmente vias de acesso e melhorias nas comunicações e urbanização (FREITAS, 2011).

O desenvolvimento da soja em estados como Rondônia deu-se de forma acelerada na última década devido a alguns fatores, destacando os incentivos fiscais e a alta demanda do mercado externo para alimentação humana e ração animal (COSTA, 2013).

Em estados como Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul a soja se expandiu de forma intensa e num curto espaço de tempo, provocando mudanças profundas na estrutura produtiva agrícola desses Estados. Do ponto de vista econômico a evolução da soja foi altamente favorável para a Região, porém do ponto de vista social, as consequências foram bastante negativas por resultar num considerado processo de concentração fundiária e causar a saída de um grande número de produtores e empregados do meio rural (MENDONÇA et al, 2002).

O crescimento da soja nas áreas de abrangência dos cerrados no Nordeste representadas no Sul do Maranhão, além do Sudoeste do Piauí, Norte e Sudeste do Tocantins deve-se principalmente pela implantação do Programa Corredor de Exportação Norte que ampliou as oportunidades comerciais da produção de soja na região pelas vantagens comparativas criadas pela infraestrutura de transporte e pelos investimentos do Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER III) (CARNEIRO, 2008).

A região conhecida como MATOPIBA está se consolidando como uma nova fronteira agrícola na produção da soja no Brasil e inserindo o Norte e Nordeste no cenário do agronegócio no país. A região com características do Cerrado compreende áreas do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia vêm se destacando no mercado nacional de grãos. As condições favoráveis dos Cerrados aliadas ao uso de modernas tecnologias fazem dessa nova fronteira agrícola um grande atrativo para produtores, principalmente os oriundos de outras regiões em busca de áreas extensas de áreas para plantio e com um custo menor. Na região do Oeste da Bahia, mais precisamente os municípios de Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desiderio, as primeiras plantações começaram na década de 90 e,

desde então, ajudam a impulsionar o crescimento econômico dos municípios, essa tendência pode ser verificada nos mapas representados nas Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 18 e 19.

De acordo com Dall'Agnol (2008) e Campos (2010) os principais elementos propulsores desse avanço da soja pelo território nacional foram: (i) incentivos fiscais objetivando a abertura de novas áreas para a produção agrícola e no caso do avanço da cultura da soja na região dos cerrados atribuem-se aos incentivos do PRODECER; (ii) a instalação de empresas produtoras e processadoras de grãos e de carne nas regiões Centro-Oeste e Nordeste; (iii) baixo valor da terra no Nordeste e Centro-Oeste em comparação aos preços praticados na Região Sul e Sudeste; (iv) topografia muito favorável à mecanização combinada às condições climáticas com regime pluviométrico altamente propício ao cultivo de verão; (v) bom nível econômico e tecnológico dos produtores oriundos do Sul do país que ocuparam a região; e (vi) o desenvolvimento de um bem-sucedido conjunto de tecnologias para produção de soja em áreas tropicais. Os resultados desses elementos podem ser verificados nos mapas de crescimento e aceleração do crescimento da cultura no país (Figs.: 12, 13, 15, 16, 18 e 19).

Ainda em relação às análises estatísticas para a soja, verificou-se a correlação entre os agrupamentos formados no período inicial do estudo (1990-1994) com o período que compreende os anos de 2010 a 2013 (Tabelas 12, 15 e 18). Mesmo ocorrendo à expansão da soja em novas áreas, o cultivo dessa espécie consolidou-se significativamente nas regiões produtoras por todo o período analisado, assim como grande parte dos municípios que não produziam a soja em 1990, continuaram na mesma situação em 2013.

Atualmente percebe-se que a soja concentra-se nas regiões Sul e Centro-Oeste, pois juntas abrangem aproximadamente 86% da produção nacional (Fig. 11 e 14). O grande destaque fica por conta da Região Centro-Oeste, que além de ter se tornado a maior região produtora, apresenta os maiores níveis de produtividade (Fig. 17). Por outro lado, a Região Sul, a mais tradicional na produção de soja no Brasil até 2003, vem apresentando menores taxas de expansão da produção e da produtividade, confirmando que o crescimento da cultura continua ocorrendo em regiões menos tradicionais, como áreas de cerrado do Nordeste. Esta região vem apresentando as taxas mais expressivas de expansões de área, produção e produtividade da oleaginosa (LAZZAROTTO et al., 2010).

Na análise e espacialização das alterações nas taxas de crescimento ocorridas na cultura da soja no período que compreende de 1990 a 2013, também verificando a área colhida, produção e produtividade (Figuras: 12, 15 e 18), evidencia-se o cenário de expansão significativa da soja, sendo predominantes as taxas municipais do crescimento da cultura nos períodos estudados. Já para a aceleração do crescimento, o período em que houve a maior aceleração foi entre os anos de 1990 a 2004 para a área colhida e a produção (Fig.: 13 e 16). Para o variável rendimento médio (Fig. 19), a maior concentração de municípios com taxas positivas de aceleração ocorreu no período de 2000 a 2013, confirmando a importância da soja em Estados produtores, tais como Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás.

Os resultados deste trabalho corroboram a expectativa com relação à previsão do futuro da soja para os próximos anos. Segundo Espíndola e Cunha (2010) a cultura deve expandir-se em razão

de diversos fatores, tais como: (i) expansão de fronteira em regiões onde ainda há disponibilidade de terras de baixo custo; (ii) ocupação de terras hoje ocupadas por pastagens naturais; e (iii) pela substituição de outras culturas onde não há terras disponíveis para serem incorporadas. Esse avanço deverá ocorrer, principalmente, em terras de pastagens naturais no estado do Mato Grosso. Estados como Paraná e o Rio Grande do Sul também aumentarão suas áreas plantadas, e especialmente no último estado haverá substituição das áreas hoje ocupadas com arroz pela soja.

A região do MATOPIBA também terá crescimento de área plantada, destacando-se municípios como Balsas (MA), Campos Lindos (TO), Formosa do Rio Preto (BA) e Uruçuí (PI). Porém, segundo Freitas (2011), a exploração de soja nessa área demanda infraestrutura logística para o escoamento de grãos, e a sua deficiência implica em perda de competitividade, devido agregação de valor no custo da produção em função do frete para escoamento da safra. Visando atender esse entrave algumas medidas estão sendo tomadas e gerando expectativas devido a ampliação do Porto de Itaqui, no Maranhão, aos investimentos públicos em obras como o da Hidrovia do Rio Tocantins, a construção da Ferrovia Norte-Sul e Transnordestina, entre outros projetos, os quais fortalecerão ainda mais o desenvolvimento da produção de grãos nessa região.

Previsões similares foram feitas por LAZZAROTTO et al.(2010) e indicam que a soja continuará se expandindo no território brasileiro, porém com taxas menores do que as do início dos anos 90, substituindo principalmente áreas ocupadas hoje por atividades agropecuárias de baixa eficiência técnico-econômica. Infere-se, portanto, que essa expansão será devida em grande parte à substituição das pastagens degradadas, sucedendo a pecuária extensiva tradicional ou ampliando sistemas de produção que se caracterizam por combinar atividades agrícolas e pecuárias.

5. CONCLUSÕES

A partir de 1990 verifica-se que a modernização agrícola trouxe vários benefícios para o setor agrícola do Brasil, destacando-se os ganhos principalmente de produção e produtividade. Especialmente, para o caso do feijão e da soja, objeto desse estudo, tais ganhos são devidos principalmente às políticas públicas implementadas para o setor e aos investimentos para geração e uso de tecnologias geradas pela pesquisa agropecuária. Porém, ainda se verificam desigualdades na utilização e adoção de tecnologias desenvolvidas, ao longo do país, de acordo com a região geográfica do produtor.

Especificamente para o feijão, de acordo com os resultados alcançados nesse trabalho, observa-se uma considerável redução da área destinada ao seu cultivo no período compreendido entre 1990 e 2013, porém, em contrapartida, foram identificados aumentos significativos na produção e principalmente na produtividade. A análise das variáveis ligadas a produção dessa cultura no Brasil também evidenciou a existência de diferenças e peculiaridades regionais. Considerando que o cultivo desse grão está presente em praticamente todo o território nacional, para a formulação de políticas públicas, investimentos em pesquisas e transferência de tecnologia, deve-se levar em consideração essas discrepâncias regionais para poder conseguir êxito em suas execuções. Tal fato ficou claro na análise da Região Nordeste, sendo possível comprovar que para as variáveis produção e produtividade, no contexto geral, a região ainda ocupa posição abaixo da média em comparação às outras regiões brasileiras.

Percebe-se ao analisar a área colhida e a produção a importância do feijão para a Região Nordeste como fonte de subsistência, principalmente, para os agricultores familiares. O suporte para a cultura do feijão deve ser expandido com a implementação de política e ações que remetem ao aumento da produção e instrumento facilitador para a comercialização do grão, sendo possível dessa forma, inserir o agricultor no mercado, propiciando melhoras no sistema de produção e conseqüentemente em seu sustento.

A utilização de ferramentas da AEDE permitiu concluir que, em geral, municípios com valores significativos de área plantada, produção e produtividade, tanto para o feijão como a soja, são vizinhos de outros municípios com as mesmas características. Esse comportamento também ocorre com os municípios com valores baixos para as três variáveis analisadas, os quais apresentam vizinhança em situação semelhante.

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica mostrou-se como um arcabouço poderoso com diversas ferramentas computacionais que auxiliaram no mapeamento e na caracterização da comportamento do feijão e soja no período de 1990 e 2013, permitindo verificar espacialmente a dinâmica espacial-temporal dessas lavouras no período, servindo como um importante suporte para a interpretação dos resultados e conseqüente tomada de decisões.

Na análise realizada sobre a expansão da soja no Brasil, os resultados obtidos demonstram o cenário alcançado pela cultura no agronegócio brasileiro. No período do estudo observou-se que ao longo dos anos houve um crescimento em produtividade com um expressivo aumento da área colhida e, evidentemente, da quantidade produzida, impulsionados por uma crescente demanda mundial

dessa *commodity*. Além disso, tamanho crescimento pode ser explicado principalmente por implementação de políticas e investimentos em pesquisas que ocasionaram avanços tecnológicos possibilitando o cultivo comercial da espécie em regiões de baixas latitudes. Novas fronteiras agrícolas foram estabelecidas, destacando-se o Estado de Rondônia e a região conhecida como MATOPIBA, que compreende áreas de Cerrados nos Estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia, além de consolidar-se como a principal lavoura temporária nas Regiões Sul e Centro Oeste.

Diante disso, a cultura da soja ocupou a posição de maior cultura explorada no Brasil, e passou a apresentar expressiva importância econômica levando o progresso e desenvolvimento às diversas regiões de cultivo. Entretanto, como este benefício não se traduz em distribuição mais justa da riqueza, uso de capital e da renda, contrapõe-se à redução da dívida externa a crescente dívida social e ambiental.

Além de mostrar as alterações ocorridas nas culturas temporárias do feijão e da soja no período compreendido entre 1990 e 2013, por meio de ferramentas da Estatística Espacial, essa pesquisa poderá servir como instrumento de futuras abordagens em estudos que visam aprofundar a dinâmica espacial-temporal de culturas temporárias no Brasil, com objetivos que visem promover a sustentabilidade e competitividade do setor agrícola brasileiro. Além disso, pode ter grande utilidade como o instrumento de auxílio na tomada de decisões prioritárias em ações que visam à implementação de políticas públicas para as culturas analisadas e/ou no direcionamento de investimentos e pesquisas e transferências de tecnologias.

Processos de expansão da soja mais recentes têm ocorrido em outras regiões do Brasil, como por exemplo, na Região Amazônica, o que gera a possibilidade de estudos específicos regionais em outros estados como Rondônia, Maranhão e Pará, por exemplo. Além destes, estudos mais aprofundados dos efeitos socioeconômicos da expansão da soja, bem como os impactos negativos dessa expansão causados a sociedade e ao meio ambiente entre eles por exemplo o êxodo rural; o desmatamento de extensas áreas de vegetação nativa para substituição de monoculturas, o que tende a reduzir a biodiversidade e facilitar o alastramento de pragas; as queimadas oriundas da crença do efeito positivo para aumento da produtividade; além da deterioração das bacias e sub-bacias hidrográficas e a erosão do solo.

Com relação ao feijão, novos estudos sobre distribuição espacial dessa cultura, com foco na agricultura familiar, associados a políticas públicas que visem estimular e possibilitar a adoção de novas tecnologias por estes agricultores são fundamentais para o desenvolvimento desse importante alimento nacional.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. Curso de Econometria Espacial Aplicada. ESALQ-USP: Piracicaba, 2004.
- ALMEIDA, E. S.; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da Produtividade agrícola no Brasil? Revista da Economia e Sociologia Rural, Rio de Janeiro, vol. 46, nº 01, p. 031-052, 2008.
- ALVIM, M.I.S.A. Competitividade da produção de soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional em Mato Grosso do Sul. 2000. 148 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2003.
- ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. In: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD M. F.; MAGUIRE D. J.; WIND D. W. (Eds.). Geographical information system: principles, techniques, management and applications. New York: Wiley, 1998. p. 253-365.
- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. Geographical Analysis, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.
- ANSELIN, L. Spatial Econometrics: methods and models. Kluwer Academic. Boston. 1988.
- ANSELIN, L. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: FISHER, M.; SCHOLTEN, H. J.; UNWIN, D. W. (Eds.). Spatial analytical perspectives in GIS. London: Taylor & Francis, 1996. p. 111-125.
- ANSELIN, L.; GETIS, A. Spatial statistical analysis and geographic information systems. Annals of Regional Science 26, 19–33, 1992.
- ANSELIN, Luc. Exploratory spatial data analysis and geographic information systems. In: WORKSHOP ON NEW TOOLS FOR SPATIAL ANALYSIS. Lisbon Portugal: ISEGI, 1993. p. 18-20.
- BAILEY, T. C. A review of statistical spatial analysis in geographical information systems. In: FOTHERINGHAM, S. ROGERSON, P. (Eds.). Spatial Analysis and GIS. London: Taylor & Francis, 1994.
- BARRETO, R. C. S.; ALMEIDA, E. S. A contribuição da pesquisa para convergência e crescimento da renda agropecuária no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural (Impresso), v. 47, p. 1-21, 2009.
- BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C.; MARQUES, R. W. C. Crescimento agrícola no período 1999/2004: a explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente. Economia Aplicada. São Paulo, v. 10, n. 2, p. 249-266, 2006.
- BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Recent development patterns and Challenges of Brazilian agriculture. In: CONFERENCE ON MULTI-COUNTRY RESEARCH DIALOGUE ON EMERGING ECONOMIES IN THE NEW WORLD ORDER PROMISES: PITFALLS AND PRIORITIES, 2010, New Delhi. Proceedings... New Delhi: ICRIER; IDRC-CRDI, 2010. p. 1-49.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A M.V.; CARVALHO, M. S.; DRUCK, S. Análise Espacial de dados Geográficos, 2a edição (online), disponível <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/análise/>. Acesso em: 11 de setembro de 2015.
- CAMPOS, M. C. A Embrapa/Soja em Londrina - PR a pesquisa agrícola de um país moderno. 2010. 123 f. Tese (Tese de Doutorado em Geografia) - CFH, UFSC, Florianópolis, 2010.
- CARNEIRO, M. S. D. A evolução recente da economia maranhense e suas repercussões para a agricultura familiar. Boletim de Conjuntura da CNBB – Regional NE 5, n. 1, 2008, p. 18-26.
- CARNEIRO, W. M. A.; SENA J. V. C. O. Mercado do Feijão no Nordeste Brasileiro e o Crédito do BNB para a Atividade. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48. 2010, Campo Grande, MT. Anais ... Campo Grande: UFGD, 2010.
- CHAGAS, J. M.; FERREIRA, A. C. de B.; PAULA JUNIOR, T. J.; CHAGAS, R. B. Produtividade e custo de produção do feijão em diferentes níveis tecnológicos. Informe Agropecuário (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 25, n.223, p. 7-12, 2004.
- COSTA, O. B. Avaliação espaço-temporal da expansão do plantio de soja na dinâmica do uso da terra no estado de Rondônia - RO. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Publicação

- PPGEFL. DM191/2013. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília - UnB, Brasília/DF. 2013.130p.
- CRESTANA, S.; ALVES, E. A Embrapa e o Agronegócio. In: VELLOSO, J. P. dos R. (Coord.). O desafio da China e da Índia: a resposta do Brasil. Rio de Janeiro: J. Olímpio, 2005. P. 297-314.
- DALL'AGNOL, A. Soja: o fenômeno brasileiro. Londrina: EMBRAPA, 2008.
- DALPOSSO, G. H. Estatística espacial aplicada à agricultura de precisão. 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Oeste do Paraná, Cascavel, 2010.
- DIDONET, A.; SILVA, S. C. Elementos climáticos e produtividade do feijoeiro. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.25, n.223, 2004. P.13-19.
- DINIZ, S. S.; MASSAMBANI, MARCELO. O.; CAMARA, M. R. G.; SESSO, U. A. Análise espacial da produtividade da laranja dos municípios do estado de São Paulo: 2002-2010. In: Encontro da SOBER, 2012. Vitória - ES.:Anais do 50o, 2012.
- DORIGO, W.A.; ZURITA-MILLA, R.; WIT, A.J.W.; BRAZIL E, J. A review on reflective remote sensing and data assimilation techniques for enhanced agroecosystem modeling. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 9, p. 165–193, 2007.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/História da Soja. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em setembro de 2015.
- ESPÍNDOLA, J. C.; CUNHA, R.C.C. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. GeoTextos, vol. 11, n. 1, julho 2015. p. 217-238.
- ESRI, 2015. *ArcGIS Desktop 10.1 Help* [online]. Disponível em: <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#/na/005p0000000t000000>. Acesso em: 22 de abril de 2015.
- FORNAZIER, A. VIEIRA FILHO, J. E. R. Heterogeneidade estrutural na produção agropecuária: uma comparação da produtividade total dos fatores no Brasil e nos Estados Unidos. Rio de Janeiro: Ipea, 2013.
- FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer: Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011
- FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M.A. A.; LOPES, G. O. Expansão de Área Agrícola: Perfil e Desigualdade entre as Mesorregiões Brasileiras. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2004.
- FURTOSO, M. C. ; GUILHOTO, J. J. M. Estimativa e Mensuração do Produto Interno Bruto do Agronegócio da Economia Brasileira, 1994 a 2000. Revista de Economia e Sociologia Rural, n.4, v.41, pp. 803-828, 2013.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACHI, M. Produtividade e crescimento da agricultura brasileira. Brasília, DF: MAPA, 2011.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; CONTINI, E.; SAAB, A. A.; SILVA, L. F. da. Projeções do agronegócio mundial e do Brasil – 2006/2007 a 2016/2017. In: CONGRESSO DA SOBER, 45, 2007, Londrina. Anais... Londrina: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2007. 15 p.
- GASQUES, J. G.; REZENDE, G. C. de; VILLA VERDE, C. M.; SALERMO, M. S.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da; CARVALHO, J. C. de S. Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil. Rio de Janeiro: Ipea, 2004. (Ipea. Texto para discussão, 1009).
- GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GONÇALVES, E. O Padrão Espacial da Atividade Inovadora Brasileira: Uma Análise Exploratória Estudos Econômicos, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 405-433, 2007.
- HADDAD, E. A.; PIMENTEL, E. A. Análise da distribuição espacial da renda no estado de Minas Gerais: uma abordagem setorial. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Anais/docs/2004-analide-da-distribuicao.pdf>. Acesso em: 10 de setembro de 2015.

Handbook of Environmental Psychology. New York: John Wiley & Sons, 2002. p. 244-255.

HERMUCHE, P.; MARANHÃO, R.; GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; GOMES, R.; PAIVA, S.; MCMANUS, C. Dynamics of Sheep Production in Brazil. ISPRS International Journal of Geo-Information, v. 2, p. 665-679, 2013.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/ Produção Agrícola Municipal 1990. Disponível em > http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_1990_v17_n6_br.pdf >. Acesso em: 08 de setembro de 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Produção Agrícola Municipal Culturas Temporárias e Permanentes. Disponível em >http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2013_v40_br.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Produção Agrícola Municipal Culturas Temporárias e Permanentes. Disponível em >http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2013_v40_br.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acessado em: 13 de Março de 2015.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; GARAGORRY, F. L. Dinâmica espacial da produção brasileira de soja no período de 1975 a 2003. In: XLVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2010, Campo Grande. Anais do XLVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Campo Grande: SOBER, 2010. p. 1-18.

MARCONATO, R. LAROCCA, A.P.C.; QUINTANILHA, J.A. Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local. Revista de Política Agrícola, v. 1, p. 5-21, 2012.

MATSUSHITA, B.; XU, M.; FUKUSHIMA, T. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura, Japan using a high-quality GIS dataset. Landscape and Urban Planning, v.78, p.241-250, 2006.

MEDEIROS, E. R.; BARBOSA, O. C.; CAMARA, M. R. G.; NASCIMENTO, S. P.; DINIZ, S. S. Evolução do PRONAF e análise espacial da produtividade do feijão e milho na agricultura familiar: um estudo para o Estado do Paraná no período 2000-2010. In: XVI ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL (ANPEC SUL 2013), 2013, Curitiba. XVI ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL (ANPEC SUL 2013), 2013.

MELO, F. Liberalização comercial e agricultura familiar no Brasil, in Comércio Internacional, segurança alimentar e agricultura familiar. Rio de Janeiro. Action Aid Brasil, 2001.

MENDONÇA, M. R. RIBEIRO, D. D.; HESPAHOL, A. N. Relações de trabalho na agricultura mecanizada: a monocultura da soja em Goiás. Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales, n. 6, p. 81, 2002.

MENKE, A. B. JUNIOR, O. A. C.; GOMES, R. A. T.; MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, S. N. Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no Município de Luis Eduardo Magalhães (BA – Brasil). Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, vol. 21, n.3, p. 315-326, 2009.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Safra de grãos 2014/2015 é estimada em 206,3 milhões de toneladas. Brasília, 2015. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/07/safra-de-graos-20142015-e-estimada-em-206-milhoes-de-toneladas> > Acesso em: 15 de setembro de 2015.

MIRANDA, H. Expansão da agricultura e sua vinculação com o processo de urbanização na Região Nordeste/Brasil (1990–2010). EURE, Santiago – Chile, vol. 38, n. 114, p. 173-201, 2012.

PEROBELLI, F. S. ALMEIDA, E. S.; ALVIM, M.I.S.A.; FERREIRA, P. G. C. F. Produtividade do Setor Agrícola Brasileiro (1991-2003). Revista Nova Economia, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 65-91, 2007.

PINHEIRO, M. A. PARRE, J. L. Um estudo exploratório sobre os efeitos espaciais na produtividade da cana-de-açúcar no Paraná. In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração

e Sociologia, 2007, Londrina. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia. Brasília: Sober, 2007.

POMPEU, A.S. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: BULISANI, E. A. (Coord.). Feijão: fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p.1-28.

PRASAD, A.K.; CHAI, L. SINGH, R. P.; KAFATOS, M. Crop yield estimation model for Iowa using remote sensing and surface parameters. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 8, p. 26-33, 2006.

PRUDENTE, V. H. R. PRADO, M. L. do; SILVA, B. K.; MERCANTE, E.; OPAZO, M. A. U. Análise Espacial da Produção de Soja no Estado do Paraná, durante as safras de 2003/2004 a 2007/2008. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR., 2011, Curitiba. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba: INPE, 2011. P. 647-652.

REZENDE, G.C. Estado, Macroeconomia e Agricultura no Brasil. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2003.

RICHARDSON, R. J. et al. Pesquisa social: métodos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

RODRIGUES, M. A. MORAES, M.L.; BACHA, C. J. C. A expansão da cana-de-açúcar entre 1973 e 2007: uma análise espacial. In: 50o. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2012, Vitória, Espírito Santo. Agricultura e Desenvolvimento Rural com Sustentabilidade. Brasília, DF, 2012. v. 1. p. 1-18.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - DERAL- Departamento de Economia Rural - Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao_2013_14.pdf>. Acesso em: 26 de Outubro de 2015.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. DERAL- Departamento de Economia Rural - Feijão - Análise da Conjuntura Agropecuária. < Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/feijao_2014_15.pdf > Acesso em: 28 de dezembro de 2015.

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. O feijão-comum no Brasil : passado, presente e futuro . - Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. 63 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 287).

TEIXEIRA, R. F. A. P. ; BERTELLA, M. A. Distribuição Espaço-Temporal da Produtividade Média do Café em Minas Gerais: 1997-2006. Análise Econômica (UFRGS), v. 33, p. 275-299, 2015.

TYSZLER, M. Econometria Espacial: Discutindo Medidas para a Matriz de Ponderação Espacial. São Paulo, 2006, 115p. Dissertação (Mestrado). Fundação Getúlio Vargas - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2006.

UESC – Universidade do Estado de Santa Catarina./Tabulação Cruzada. Disponível em: <http://nbcgib.uesc.br/lec/download/material_didatico/tab_cruzada.pdf>. Acesso em: setembro de 2015.

USDA. UNITED STATES. Department of Agriculture. Market and trade data. 2014. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psd-Query.aspx>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

USP – Universidade de São Paulo. Testes qui-quadrado Aderência e Independência. Disponível em: <http://www.ime.usp.br/~hbolfar/aula_2013/Aula11-QuiquadradoA12012.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2015.

VIEIRA, D. T. PARRÉ, J. L. Um estudo exploratório sobre os efeitos espaciais na produtividade do milho no estado de Santa Catarina. In: XXIII Semana do Economista/UEM, 2008, Maringá. Alimentos e energia: crise ou oportunidade? Maringá: DCO/UEM, 2008.

WANDER, A.E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. Informações Econômicas (Impresso), v. 37, p. 7-21, 2007.

WILKINSON, J. Transformações e Perspectivas dos Agronegócios Brasileiros. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa-MG, v.39, p.26-34, 2010.