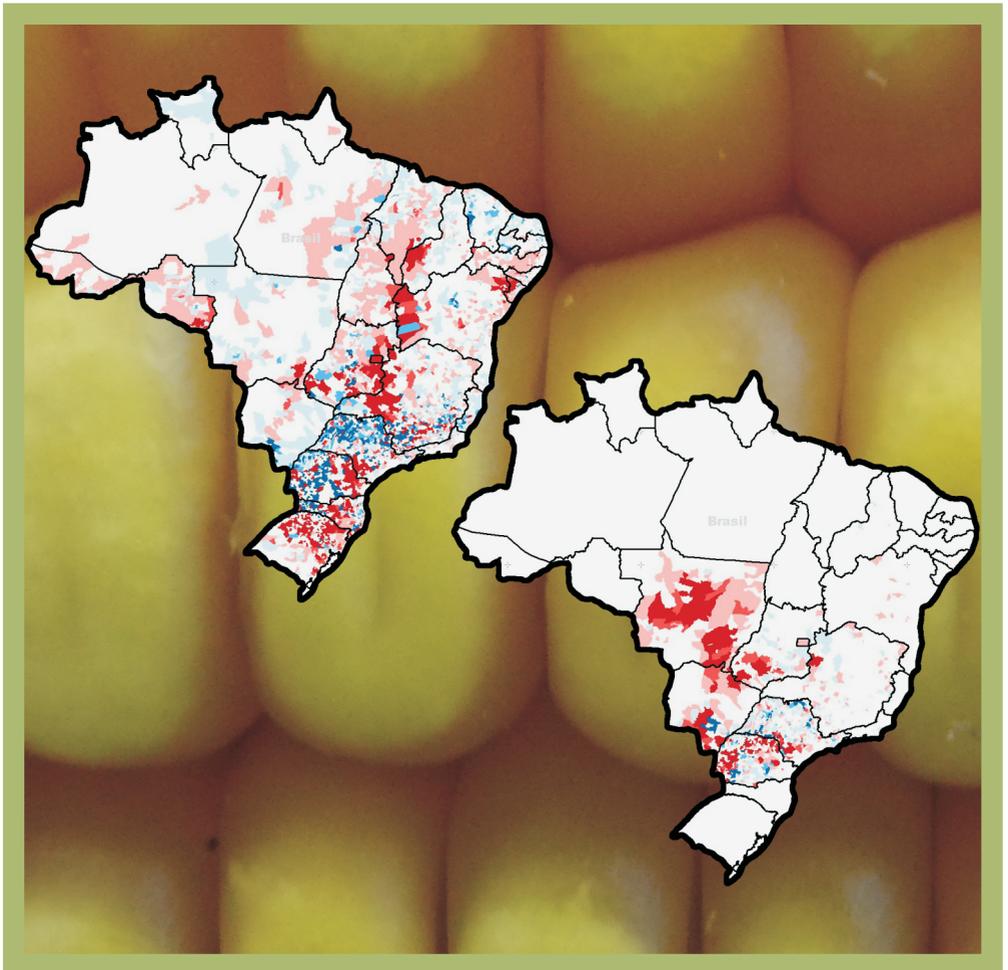


Perfil Espaço-Temporal da Produção de Milho no Brasil entre 1999 e 2010



ISSN 1679-0154

Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 47

Perfil Espaço-Temporal da Produção de Milho no Brasil entre 1999 e 2010

Elena Charlotte Landau
Roberta Kelly Moreira da Cruz
André Hirsch
Daniel Pereira Guimarães
Gabriela Reis Soares

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Flávia Cristina dos Santos Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa
Foto(s) da capa: Elena Charlotte Landau

1ª edição

1ª impressão (2012): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo**

Perfil espaço-temporal da produção de milho no Brasil entre 1999 e 2010 / Elena Charlotte Landau ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2012.
55 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679- 0154; 47).

1. *Zea mays*. 2. Produtividade. 3. Produção. I. Landau, Elena Charlotte. II. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	15
Conclusões	52
Agradecimentos	55
Referências	55

Perfil Espaço-Temporal da Produção de Milho no Brasil entre 1999 e 2010

Elena Charlotte Landau

Roberta Kelly Moreira da Cruz

André Hirsch

Daniel Pereira Guimarães

Gabriela Reis Soares

Resumo

A produção de milho é de grande importância na economia do Brasil, tanto para consumo em nível nacional quanto para exportação. Nos últimos anos, ocorreu aumento da produção de milho no país. O objetivo deste trabalho foi analisar se este aumento ocorreu de forma homogênea em todo o Brasil e/ou identificar regiões em que ocorreu maior aumento ou diminuição de aspectos relacionados com a produção de milho. A partir de dados disponibilizados pelo IBGE, foram analisadas como variáveis: área plantada, quantidade produzida, rendimento médio e valor da saca de milho entre 1999 e 2010. Adicionalmente, para o período entre 2003 e 2010 foram realizadas análises por safra agrícola.

¹Bióloga, Doutora em Ecologia, Pesquisadora em Zoneamento Ecológico-Econômico, Agroclimatologia e Geoprocessamento, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. charlotte.landau@embrapa.br

¹Engenheiro Florestal, Doutor em Ciências Florestais, Agroclimatologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. daniel.guimaraes@embrapa.br

²Bolsista CNPq na Embrapa Milho e Sorgo; Graduanda em Engenharia Ambiental no Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM. robertakelly07@hotmail.com e robertakelly07@yahoo.com.br

³Professor Adjunto da Universidade Federal de São João del Rei – Campus Sete Lagoas, Sete Lagoas, MG. hirsch_andre@ufsj.edu.br

⁴Estagiária na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; Graduanda em Gestão da Produção Industrial na Faculdade Promove de Sete Lagoas. gabrielasoares@hotmail.com

Verificou-se diminuição de 29% da área plantada com milho na 1ª safra durante a última década. Apesar disso, a produção de milho aumentou 71,72%. Este aumento não foi homogêneo em todo o país. Os maiores incrementos da produção de milho ocorreram durante a 2ª safra, nos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, no noroeste do Paraná e no sul de Goiás. Considerando a 1ª safra, os maiores aumentos de produção foram observados no norte do Estado do Paraná, no noroeste do Rio Grande do Sul, no sudoeste de Minas Gerais e no oeste dos Estados da Bahia e de Sergipe. Avanços tecnológicos têm possibilitado o aumento da produção de milho nos últimos anos. A tendência mundial de aumento da demanda por alimentos tende a impulsionar o aumento de produção e produtividade do milho, bem como o aumento do valor do produto. O conhecimento da variação espaço-temporal dos aspectos relacionados com a produção de milho contribui para o planejamento de estratégias futuras de uso da terra no país.

Termos para indexação: milho, produção, área plantada, produtividade, safra, variação espaço-temporal, mapeamento, geoprocessamento, Brasil.

Spatio-temporal Profile of Maize Production in Brazil Between 1999 and 2010

Abstract

Maize production is of great importance in the economy of Brazil, both for domestic consumption and for export. In recent years, there was an increase in maize production in the country. The aim of this study was to analyze whether this increase occurred evenly throughout Brazil and/or identify areas where greater increase or decrease of aspects related to maize production occurs. From data provided by IBGE, we considered variables: planted areas, quantity produced, average yield and maize average price between 1999 and 2010. Considering the period between 2003 and 2010, further analyzes were performed by annual harvest. There was a 29% decrease in area planted with maize during the 1st season in the last decade. Nevertheless, maize production increased 71.72%. This increase was not homogeneous across the country. The largest increases in maize production occurred during the 2nd season in the states of Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, northwest of Parana and southern of Goiás. Considering the 1st harvest, the largest increases in production were observed in the north of Paraná State, northwest of Rio Grande do Sul, south of Minas

Gerais and west of Bahia and Sergipe. Technological advances have enabled the increase of maize production in recent years. The global trend of increasing demand for food tends to boost the increase of the production and productivity of the maize planted, as well as increasing the value of the product. The knowledge of the spatio-temporal variation of the aspects of maize production should contribute to the planning of future strategies of land use in Brazil.

Index terms: maize production, planted area, yield, harvest, spatio-temporal variation, mapping, GIS, Brazil.

Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás somente dos Estados Unidos e da China. Na safra de 2010, o país chegou a totalizar 53,2 milhões de toneladas, destinadas, principalmente, às indústrias de ração animal (BRASIL, 2012b).

O milho representa uma importante *commoditie* agrícola para o Brasil, sendo cultivado nas diversas regiões do país, em diferentes sistemas de produção. É utilizado principalmente para consumo humano e alimentação animal, tanto no país quanto para exportação (GARCIA et al., 2008; NUNES, 2011). No Brasil, dependendo da região, a produção de milho ocorre em uma ou duas épocas do ano ou safras agrícolas: a 1ª safra ou safra de verão, que se desenvolve principalmente entre os meses de outubro e março; e a 2ª safra, safra de outono ou “safrinha”, que se desenvolve principalmente entre janeiro e maio (BRASIL, 2012a). Condições climáticas durante as épocas de plantio e características do solo do local apresentam influência significativa sobre a produção de milho. A umidade do solo, a radiação solar e variações de temperatura e precipitação pluviométrica determinam o alcance de níveis ótimos para que a capacidade genética do milho plantado se expresse ao máximo (CRUZ et al., 2008). Quanto ao solo, além da disponibilidade de nutrientes, a disponibilidade de água para as plantas é essencial, principalmente em períodos do desenvolvimento em que a demanda hídrica é crítica: desde o pendoamento até o enchimento de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004).

O cultivo de milho ocorre praticamente em todo o território nacional, sendo Paraná, Mato Grosso e Minas Gerais os Estados com maior produção de milho em 2010. A produção do cereal cresceu nas

últimas décadas no país, apresentando uma tendência de contínuo crescimento, visando conseguir suprir a demanda de milho para atender à produção de ração animal, visto que o segmento de produção de carne de frango vem sendo impulsionado no país pela exportação (GARCIA et al., 2008). O cereal também tem se tornado uma das fontes para produção de etanol (SOLOGUREN, 2008), o que tem aumentado ainda mais a sua demanda.

Nos últimos anos, progressos tecnológicos têm possibilitado incrementos consideráveis de produtividade na agricultura, resultando em aumentos da produção sem aumentar no mesmo nível a pressão sobre áreas naturais. Apesar disso, Cruz et al. (2008) ressaltam que a produtividade média nacional de milho ainda é baixa, representando cerca de 3.255 kg/ha, indicando que os sistemas de produção de milho devem ser bastante aperfeiçoados para se chegar a uma produção e a uma rentabilidade proporcionais ao que a cultura pode atingir.

Nas diversas regiões do país, condições climáticas e tecnológicas influenciaram na variação espaço-temporal da produção de milho. Embora tenha sido verificada uma tendência crescente de aumento da produtividade em nível nacional, é provável que essa tendência não tenha sido homogênea em todo o Brasil. O presente trabalho objetivou analisar comparativamente a evolução da produção de milho no Brasil na última década, contribuindo para o conhecimento da dinâmica espaço-temporal relativo à produção de milho, como parte do planejamento de estratégias futuras de gestão do território.

Material e Métodos

A variação da produção de milho por município foi analisada considerando as variáveis sob diferentes aspectos: área plantada, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção. Foram realizadas análises considerando informações relacionadas com a produção total de milho por ano e por safra (1ª e 2ª safras agrícolas). Para as análises relacionadas com a produção total de milho foram considerados dados referentes ao período de 1999 a 2010. As análises por safra basearam-se em dados dos anos entre 2003 e 2010.

Inicialmente, foram organizados os dados sobre área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor médio da produção, os quais são disponibilizados por município pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012). A seguir, foi realizada uma análise de consistência dos dados, para verificar possíveis erros relacionados com diferenças entre totais por ano e somatório de valores parciais referentes às safras do mesmo ano, no padrão de homogeneidade das informações entre anos consecutivos, etc. Informações sobre rendimento médio foram calculadas dividindo a quantidade produzida pela área colhida. O valor médio da saca de milho de 60 kg foi calculado dividindo o valor da produção pela produção do município. Para cada município também foi calculada a área relativa destinada ao plantio de milho e a produção relativa, dividindo, respectivamente, os valores referentes à área plantada e quantidade produzida pela área total do município. No caso do Estado de São Paulo, em 2009 e 2010, só foram disponibilizadas informações anuais relacionadas com a produção de milho. Nesse Estado, os dados municipais por safra foram calculados (estimados) considerando a proporção média do valor anual correspondente a cada safra nos anos de 2006, 2007 e 2008 (os três anos anteriores

àqueles sem informações por safra).

Em algumas regiões do país, os dados disponibilizados pelo IBGE como referentes à 2ª safra de milho correspondem, na verdade, à **1ª safra agrícola de milho desses municípios**, a qual é plantada **na mesma época do ano em que em grande parte do país ocorrem os plantios da 2ª safra agrícola**. Para identificar os municípios nessa situação, foram considerados dois critérios: municípios com informações sobre área plantada na 2ª safra do IBGE, porém sem registros de plantios na 1ª safra, além de distantes mais do que 10 km de municípios com aptidão edafoclimática para plantio de milho na 2ª safra. Para tanto, foram organizados e georreferenciados os dados resultantes do zoneamento de risco climático para a 2ª safra de milho de 2011/12, disponibilizados por município e Estado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2012b). Desta base, foram corrigidos erros de grafia de municípios, possibilitando a associação posterior das informações municipais provenientes das diferentes fontes consideradas. No caso dos municípios que se enquadraram nos critérios já citados, as informações disponibilizadas pelo IBGE como sendo da 2ª safra de milho foram consideradas como referentes à 1ª safra. Foi o caso dos municípios de Barra do Turvo, Cananéia e Cajati, no Estado de São Paulo; e dos municípios situados num raio de até 500 km da cidade de Salvador, no Estado da Bahia. Municípios com informações de plantio referentes a duas safras foram considerados como tendo plantado duas safras, mesmo que situados em áreas não indicadas pelo zoneamento de risco climático como aptos para o plantio de 2ª safra de milho. Os resultados do zoneamento baseiam-se principalmente em normais climatológicas de precipitação, sendo possível o plantio de 2ª safra de milho em áreas naturalmente com alto risco climático de perda de safra, desde que os plantios sejam irrigados, por exemplo.

Para cada município, foram realizadas análises de tendência da variação temporal por variável considerada neste trabalho (área plantada, quantidade produzida, rendimento médio e valor da saca de milho). A indicação da tendência de variação temporal de cada aspecto foi dada pela **inclinação da reta ajustada** à variação temporal dos dados, representada pelo coeficiente de regressão linear (b), em que os anos de referência dos dados foram considerados variáveis independentes, e os valores de cada aspecto, variáveis dependentes.

Regressão linear pressupõe uma **determinada relação linear** entre as variáveis dependente e independente. Como a relação entre variáveis pode ser de várias naturezas (linear/retilínea, exponencial, logarítmica, polinomial, etc.), a inclinação da reta ajustada à variação dos dados não representa, por si só, municípios **sem** tendência linear de variação desses dados. Por isso, foi aplicado o teste de significância do coeficiente de regressão obtido. Para tanto, inicialmente foi calculada a correlação linear de Pearson (r). O coeficiente de correlação linear representa uma estimativa da relação apresentada por duas séries de variáveis (covariação). Séries com forte relação linear direta apresentam correlação de Pearson positiva e próxima de 1. No caso de séries com forte relação linear inversa, o valor da correlação de Pearson é negativo e próximo de -1 . Séries que não apresentam uma relação definida (variam independentemente ou não variam em função do tempo) apresentam correlação linear próxima de zero (valores positivos ou negativos sempre próximos de zero). Exemplos de séries diferentes são apresentados na **Figura 1**. Após a aplicação do teste de significância do coeficiente de regressão (teste de hipóteses baseado na distribuição “t” de Student bicaudal, com nível de significância de $\mu = 0,05$ e $gl = 9$ para os aspectos relacionados com milho anual, e $gl = 6$ para os referentes a cada safra), os

valores das correlações lineares situados entre $-0,24375249$ e $0,24375249$ (para milho anual) e entre $-0,37763511$ e $0,37763511$ (para milho por safra) foram consideradas “sem tendência linear de covariação” (padrão extremamente variável ou não linear). Nos demais casos, foi considerada a inclinação das retas como indicadora da tendência de aumento ou diminuição da área relativa, produção relativa, rendimento médio e valor da produção municipal de milho no período analisado.

As informações foram georreferenciadas, utilizado-se sistema de informações geográficas (SIG), considerando a malha municipal digital do ano de 2005, no *Datum* cartográfico WGS84 (IBGE). Posteriormente, foram gerados mapas que permitiram a observação de padrões espaço-temporais de variação dos fatores relacionados com a produção de milho nos municípios do Estado durante o período considerado. Nos mapas apresentando a tendência de variação observada foram representados: em tons de **vermelho**, os municípios com tendência de **aumento** do aspecto considerado; em tons de **azul**, aqueles com tendência de **diminuição**; em **cinza**, municípios **sem tendência linear de variação dos dados** ou praticamente sem variação dos dados; em **branco**, municípios **sem dados** suficientes para identificação da tendência de variação do aspecto considerado, como municípios sem dados ou com apenas um ou dois anos de dados.

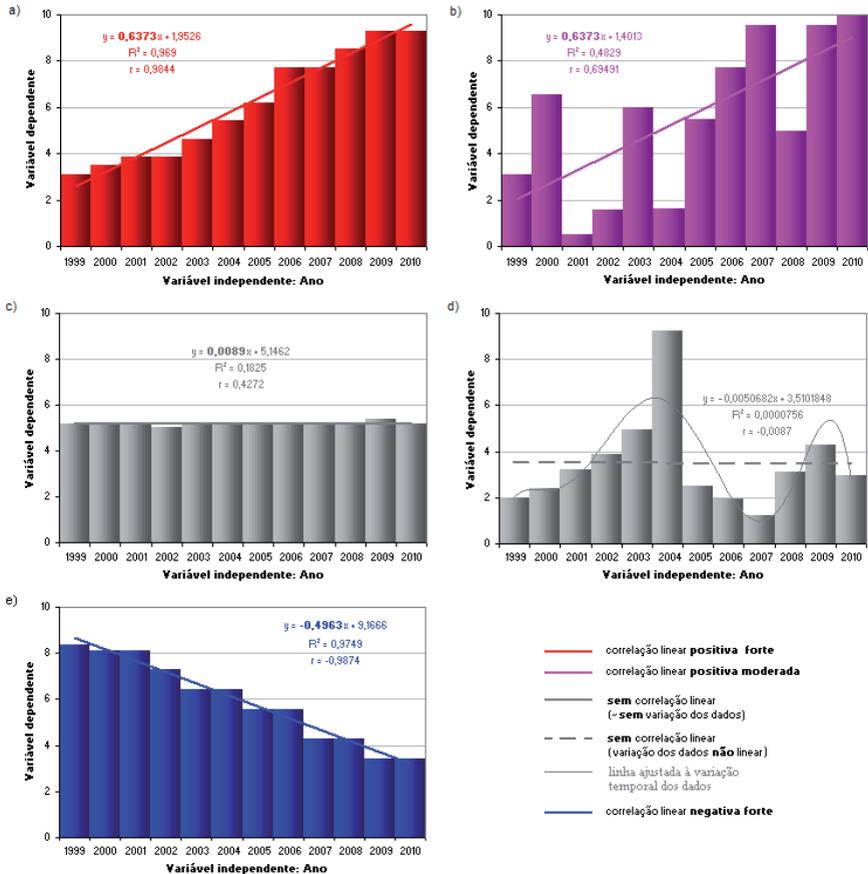


Figura 1. Exemplos de variação temporal de uma variável dependente representando: a) município com correlação linear **positiva forte**, b) município com a mesma inclinação de reta, porém, com correlação linear **positiva moderada**, c) município **sem** correlação, praticamente **sem** variação temporal dos dados, d) município **sem** correlação linear, em que a variação dos dados pode ser explicada por outra função (neste exemplo, a linha ajustada à variação temporal dos dados é polinomial, sendo representada pela equação $y = -0,0011x^6 + 0,0392x^5 - 0,5181x^4 + 3,164x^3 - 9,1081x^2 + 12,104x - 3,6564$, com $R^2 = 0,6507$) e e) município com correlação linear **negativa forte**.

Nos gráficos é apresentada a equação da reta ajustada à variação dos dados, em que “y” representa a variável dependente, “x” é a variável independente, e o valor que multiplica “x” representa o coeficiente de regressão linear ou inclinação da reta, equivalente ao valor médio de variação de “y” por unidade de “x”. Adicionalmente, é apresentado o valor da regressão linear (R^2), indicando a proporção da variabilidade de “y” que decorre de “x”; e o coeficiente de correlação de Pearson (r), para indicar o nível de relação linear entre as variáveis “x” e “y”.

Resultados e Discussão

A situação da cultura de milho nos municípios brasileiros no período de 1999 a 2010 é apresentada nas figuras 2 a 30.

Entre os anos de 1999 e 2010, a área plantada com milho aumentou em torno de 4,42% no Brasil. Enquanto em 1999 foram plantados 12.418.490 ha, em 2010 foram 12.967.620 ha (Figs. 2 e 3). Apesar da tendência nacional de aumento, não foi observado um padrão homogêneo de variação da área plantada no período, tendo sido identificadas regiões em que ocorreu maior aumento e, em outras, diminuição da área plantada da cultura (**Figura 4**). Em 2010, os municípios que apresentaram maior área relativa plantada com milho situam-se no oeste dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, além de no sul dos Estados do Mato Grosso do Sul e Goiás, centro e sudoeste do Estado do Mato Grosso, sudoeste do Estado de Minas Gerais, oeste do Estado do Sergipe e nordeste do Estado da Bahia (**Figura 3**). Entre 1999 e 2010, os municípios em que ocorreu maior aumento da área plantada (acima de 1%) concentram-se nas Microrregiões de: Carira (Sergipe); Maringá, Toledo e Goioerê (Paraná) e Alto Teles

Pires (Mato Grosso). Aqueles em que ocorreu maior redução da área plantada no período (redução maior do que 1%) concentraram-se nas Microrregiões de: Chapecó, Xanxerê, São Miguel D'Oeste e Concórdia (Santa Catarina); São Joaquim da Barra e Ituverava (São Paulo); Francisco Beltrão, Capanema e Apucarana (Paraná) (**Figura 4**).

Comparando as áreas plantadas com milho por época de plantio, observa-se que a maior parte dos plantios concentra-se na 1ª safra, excetuando-se municípios dos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, noroeste do Estado do Paraná, sudoeste do Estado de Goiás e municípios situados nas Microrregiões de Jacobina e Seabra, no Estado da Bahia (Figs. 5, 7 e 10). A 1ª safra é plantada praticamente em todos os municípios brasileiros; e a 2ª, em aproximadamente 14,5% destes, tendo representado 23,6% da área plantada com milho em 2010 (**Figura 5**). Entre 2003 e 2010 foi observada redução em torno de 29% da área plantada na 1ª safra de milho no país, e aumento de 54% na 2ª safra. Na 1ª safra de milho de 2003 foram plantados 10.067.568 ha e, em 2010, 7.138.862 ha (Figs. 6 e 7). Já na 2ª safra de 2003 foram plantados 3.276.424 ha e, em 2010, 5.046.644 ha (Figs. 9 e 10). Em relação à 1ª safra, os municípios que apresentaram maior tendência de aumento da área plantada (> 1% anual) localizam-se nas Microrregiões Carira e Tobias Barreto (Sergipe) e Cerro Largo (Rio Grande do Sul). Os Estados que apresentaram maior diminuição de área plantada na 1ª safra foram: Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Norte, Paraíba, sul do Mato Grosso do Sul, leste e sul de Minas Gerais. Em nível regional, os municípios que apresentaram maior tendência de redução da área plantada na 1ª safra entre 2003 e 2010 (> 1% anual) concentram-se na Microrregiões de: Chapecó, Xanxerê, São Miguel D'Oeste e Concórdia (em Santa Catarina), além de Apucarana e

Irati (no Paraná) (**Figura 8**). No caso da 2ª safra, os Estados que apresentaram maior aumento de área plantada foram: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e áreas situadas no noroeste do Estado do Paraná e sul de Goiás (**Figura 11**). Os maiores aumentos relativos (> 1% anual) concentraram-se em municípios das Microrregiões de Maringá, Goioerê, Londrina e Toledo (no Paraná), e também municípios de Primavera do Leste e Alto Teles Pires (Mato Grosso). Os Estados que apresentaram tendências mais relevantes de diminuição da área plantada com milho na 2ª safra foram São Paulo, o sul do Paraná e o noroeste de Minas Gerais (**Figura 11**). Os municípios com maior tendência de diminuição da área plantada na 2ª safra (> 0,5% anual) concentraram-se nas Microrregiões de Flórida (no Paraná), e também em Assis, São Joaquim da Barra e Ituverava (em São Paulo).

A maior redução da área plantada na 1ª safra pode ser explicada pela preferência dos agricultores em plantar soja no período da safra de verão, em função do aumento da cotação da soja nos últimos anos, optando por concentrar os plantios de milho na 2ª safra. Tal tendência foi observada em vários Estados do país em que é plantada 2ª safra de milho (LANDAU et al., 2011).

A quantidade produzida total aumentou 71,82%, comparando o período de 1999 a 2010. Em 1999, a produção foi de 32.239.479 toneladas e, em 2010, 55.394.801 toneladas (Figs.12 e 13). A produção máxima anual no período foi registrada em 2008, quando a produção nacional de milho chegou a 58.933.347 toneladas. Entre 1999 e 2010, o maior aumento da produção concentrou-se nas regiões Centro Oeste, Sul e Sudeste do país. Os Estados que apresentaram maior tendência de aumento da produção anual de milho foram: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, sudoeste de Minas Gerais, oeste da Bahia e sudoeste de São Paulo. Os

municípios que apresentaram maior tendência de aumento anual da produção no período ($> 5\%$) concentram-se nas Microrregiões de: Carira e Tobias Barreto (Sergipe); Floraí, Maringá, Toledo, Goioerê, Rio Negro, Wenceslau Braz, Foz do Iguaçu, Londrina e Porecatu (Paraná); Primavera do Leste e Alto Teles Pires (Mato Grosso) (**Figura 14**). Os Estados em que foi observada maior diminuição da produção anual de milho foram: o oeste de São Paulo, oeste de Santa Catarina e sul do Paraná (**Figura 14**). Os municípios brasileiros com maior tendência de queda de produção no período ($< 1\%$ anual) concentram-se nas Microrregiões de: São Joaquim da Barra, Ituverava, Franca, Birigui, Fernandópolis, Lins (São Paulo); Xanxerê, Chapecó, Concórdia (Santa Catarina); Apucarana, Irati, Faxinal, Pato Branco, Capanema, Palmas (Paraná) e Brejo Santo (Ceará) (**Figura 14**).

Considerando separadamente as duas épocas de plantio entre 2003 e 2010, foi observada uma diminuição de 14,77% do milho produzido na 1ª safra agrícola, tendo passado de 35.028.102 toneladas em 2003 para 29.852.461 toneladas em 2010 (Figs. 15 e 16). Os Estados que apresentaram maior tendência de aumento da produção de milho nesse período foram o centro e o norte do Rio Grande do Sul, leste dos Estados de Santa Catarina e Paraná, leste da Mesorregião do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais, leste do Estado de Goiás, o Distrito Federal, oeste do Estado da Bahia e oeste dos Estados de Sergipe e Piauí (**Figura 17**). Os municípios com maior tendência de aumento da produção na 1ª safra ($> 2\%$ anual) concentram-se nas Microrregiões: Guaporé, Cerro Largo, Carazinho, Não-Me-Toque, Vacaria, Passo Fundo, Frederico Westphalen, Santa Cruz do Sul e Ijuí (Rio Grande do Sul); Joaçaba (Santa Catarina); Floraí, Jaguariaíva, Rio Negro, Ponta Grossa, Wenceslau Braz (Paraná); Itapeva (São Paulo); Patrocínio (Minas Gerais); Brasília (Distrito Federal), Ribeira do Pombal,

Jeremoabo (Bahia); Carira, Tobias Barreto, Nossa Senhora Das Dores (Sergipe). As regiões onde houve maior queda da produção de milho na 1ª safra (> 2% anual) foram o noroeste dos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Os municípios em que ocorreu maior diminuição da produção nessa safra concentram-se nas Microrregiões de: Fernandópolis, Lins (São Paulo); Pitanga, Faxinal, Guarapuava, Palmas, Pato Branco, Apucarana, Irati (Paraná); Chapecó e Xanxerê (Santa Catarina).

Referente à 2ª safra, observou-se um aumento de 62,17% na produção de milho entre 2003 e 2010, passando de 13.299.221 toneladas em 2003 para 21.567.840 toneladas em 2010 (Figs. 18 e 19). Os maiores aumentos de produção na 2ª safra agrícola de milho ocorreram nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, noroeste do Paraná, sul do Estado de Goiás, sudoeste de São Paulo e no oeste da Mesorregião Noroeste de Minas, em Minas Gerais. Os municípios em que ocorreu maior aumento da produção na 2ª safra agrícola de milho entre 2003 e 2010 (> 2% anual) concentram-se nas Microrregiões: Primavera do Leste, Alto Teles Pires, Parecis, Alto Araguaia, Sinop (Mato Grosso); Cassilândia (Mato Grosso do Sul); Maringá, Goioerê, Floraí, Londrina, Toledo, Porecatu, Cornélio Procópio, Foz do Iguaçu, Wenceslau Braz, Umuarama, Cianorte (Paraná); Sudoeste de Goiás (Goiás) (**Figura 20**). Os Estados em que foi observada maior queda de produção de milho na 2ª safra foram São Paulo e o Sul do Paraná. Os municípios com maior redução da produção de milho no período (< 0,9% anual) concentraram-se nas Microrregiões: Ituverava, São Joaquim da Barra, Birigui, Assis, Pirassununga (São Paulo) e Prudentópolis (Paraná).

Em termos de variação do rendimento médio por safra entre 2003 e 2010, observou-se um aumento em torno de 20,30% na 1ª safra

agrícola de milho. Enquanto em 2003 o rendimento médio no Brasil estava em torno de 3.615 kg/ha, em 2010 chegou a 4.349 kg/ha (Figs. 21 e 22). Entre 2003 e 2010, os municípios em que ocorreu maior aumento do rendimento médio da produção de milho plantado na 1ª safra (> 250 kg/ha/ano) situam-se nas Microrregiões: Carira (Sergipe); Jaguaraiá, Wenceslau Braz, Assai, Abaití, Rio Negro (Paraná); Alto Parnaíba Piauiense (Piauí); Gerais de Balsas, Chapadas das Mangabeiras (Maranhão); Catalão, Pires do Rio (Goiás); Guaporé, Vacaria, Não-Me-Toque (Rio Grande do Sul); Joaçaba, Curitiba, Concórdia, Canoinhas (Santa Catarina), Barreiras, Jeremoabo (Bahia); Tobias Barreto (Sergipe); Redenção (Pará) (**Figura 21 a 23**). Em 2010, os maiores rendimentos médios na 1ª safra de milho (≥ 9 ton/ha) foram registrados em municípios das Microrregiões: Cascavel, Cornélio Procópio, Pato Branco, Foz do Iguaçu, Goioerê, Londrina, Jaguaraiá, Toledo, Campo Mourão, Apucarana, Prudentópolis, Ponta Grossa, Telêmaco Borba, Francisco Beltrão, Palmas, Assaí (Paraná); Pirapora (Minas Gerais); Canoinhas, Xanxerê, Joaçaba (Santa Catarina); Não-Me-Toque, Erechim, Passo Fundo, Carazinho, Sanaduva (Rio Grande do Sul); Sudoeste de Goiás, Catalão (Goiás); Alto Taquari (Mato Grosso do Sul) (**Figura 22**). Os municípios em que ocorreu maior diminuição do rendimento médio na 1ª safra de milho entre 2003 e 2010 (< 100 kg/ha/ano) situam-se nas Microrregiões: Alto Paraguai, Paranatinga, Médio Araguaia, Parecis, Colider (Mato Grosso); Nova Andradina, Dourados (Mato Grosso do Sul); Alegre, Cachoeiro do Itapemirim (Espírito Santo); Assis, Campinas, Barretos, Birigui, Marília, Lins (São Paulo); Ponte Nova, Ipatinga (Minas Gerais); Paranavaí (Paraná) e São Bento do Sul (Santa Catarina) (**Figura 23**).

Em relação à 2ª safra, o rendimento médio nacional aumentou 5,37% entre 2003 e 2010, tendo passado de 4.059 kg/ha em 2003 para 4.277 kg/ha em 2010 (Figs. 24 e 25). Os maiores aumentos

foram observados principalmente nos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (**Figura 26**). Os municípios em que ocorreu maior aumento do rendimento médio da produção de milho na 2ª safra (> 200 kg/ha/ano) localizam-se nas Microrregiões: Alto Guaporé, Alto Paraguai, Paranatinga, Alto Teles Pires, Canarana (Mato Grosso); Cassilândia, Alto Taquari (Mato Grosso do Sul); Piedade, Sorocaba, Ourinhos, Batatais, Novo Horizonte, Piracicaba, São Joaquim da Barra, Jales, Andradina, Capão Bonito, Araçatuba (São Paulo); Ponta Grossa, Maringá (Paraná); Brasília (Distrito Federal); Meia Ponte, Catalão e Sudoeste de Goiás (Goiás). Já os municípios em que ocorreu maior diminuição do rendimento médio na 2ª safra (< 100 kg/ha/ano) situam-se nas Microrregiões: São Mateus do Sul, Pato Branco, Rio Negro (Paraná); Pirassununga, Birigui, Limeira, Moji-Mirim (São Paulo); Bodoquena (Mato Grosso do Sul); Rio Vermelho, São Miguel do Araguaia (Goiás); Alfenas e Pirapora (Minas Gerais). Independentemente da safra e do ano, as maiores produtividades de milho foram observadas nos Estados do Paraná, oeste de Santa Catarina, norte do Rio Grande do Sul, oeste da Bahia, noroeste de Minas Gerais e leste de Goiás (**Figura 27**). Os anos em que foram registradas as maiores produtividades variaram conforme o município, não tendo sido observado um padrão de ocorrências de produtividades máximas, considerando municípios vizinhos nem safra.

De forma geral, observa-se uma tendência nacional de aumento da produtividade, o que, em grande parte, está relacionada com o aumento gradativo tanto das novas tecnologias utilizadas no processo quanto da crescente demanda por alimentos, e para atender a produção de ração animal (GARCIA et al., 2008)

O desenvolvimento do milho é fortemente influenciado por fatores climáticos, como radiação solar, temperatura e principalmente

precipitação, representando fatores que garantem que a capacidade genética do milho se manifeste ao máximo, influenciando na produtividade do cereal (CRUZ et al., 2008). Durante a 2ª safra agrícola há maiores riscos climáticos de perda de produtividade, motivo pelo qual são observadas variações maiores em termos de produtividade entre anos consecutivos.

Quanto à variação do valor da produção de milho no Brasil, o valor médio da saca de 60 kg na maior parte do país aumentou entre R\$ 10 e R\$ 20 entre 1999 e 2010 (Figs. 28 e 29). Em quase todo o país houve um aumento do valor da produção, tendo sido verificados aumentos maiores nas regiões em que a produção é menor (**Figura 30**). A relação oferta-procura do produto, além de dificuldades de escoamento do cereal, provavelmente tem influenciado na variação do valor do milho no mercado.

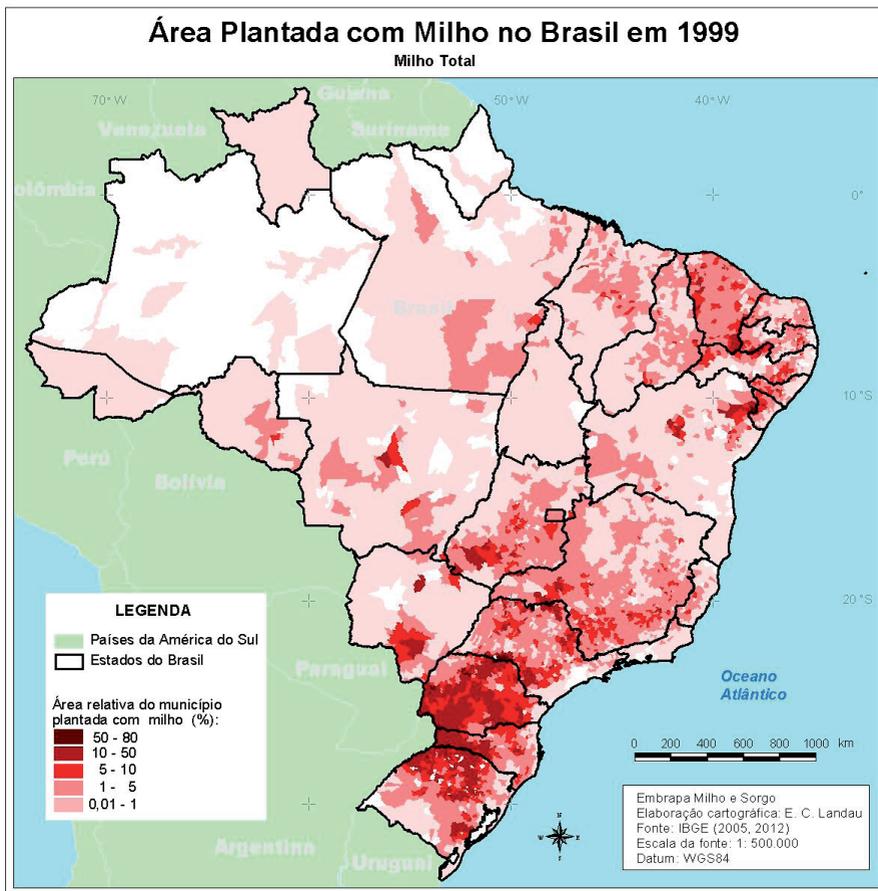


Figura 2. Área plantada com milho por município do Brasil em 1999.

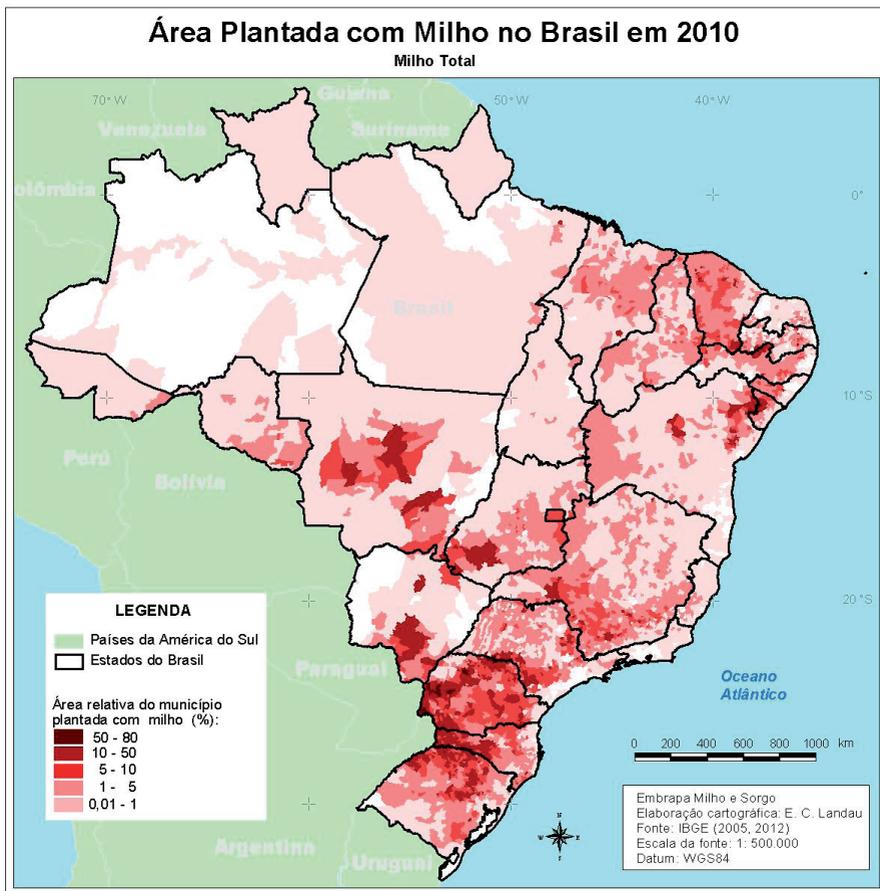


Figura 3. Área plantada com milho por município do Brasil em 2010.

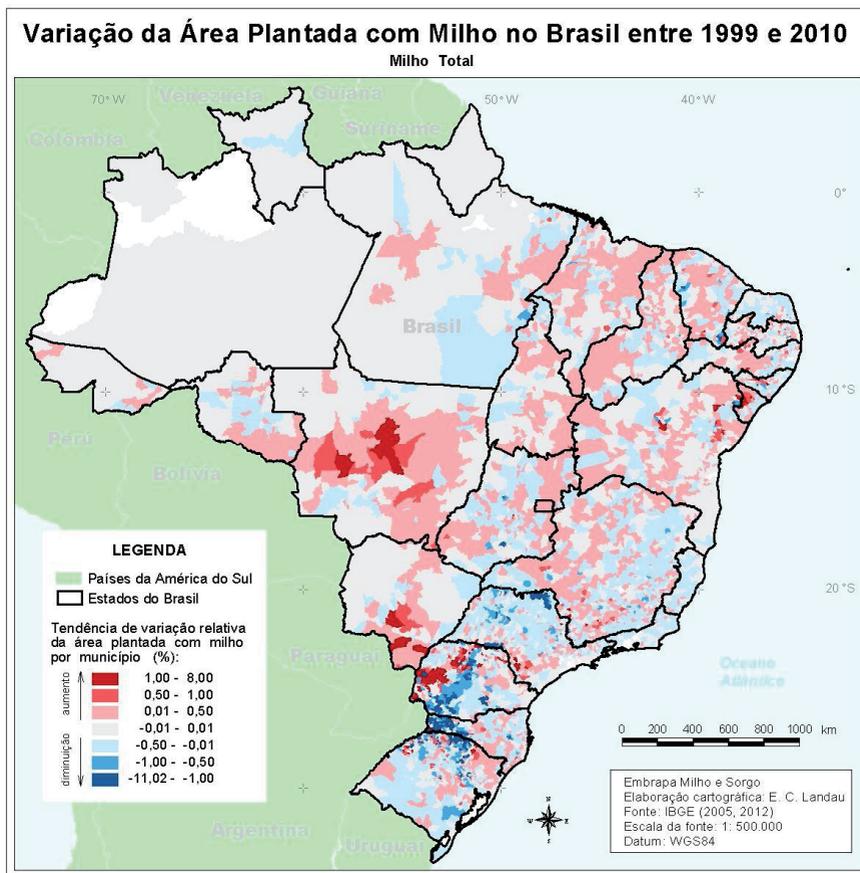


Figura 4. Tendência observada de variação da área plantada com milho nos municípios do Brasil entre 1999 e 2010.

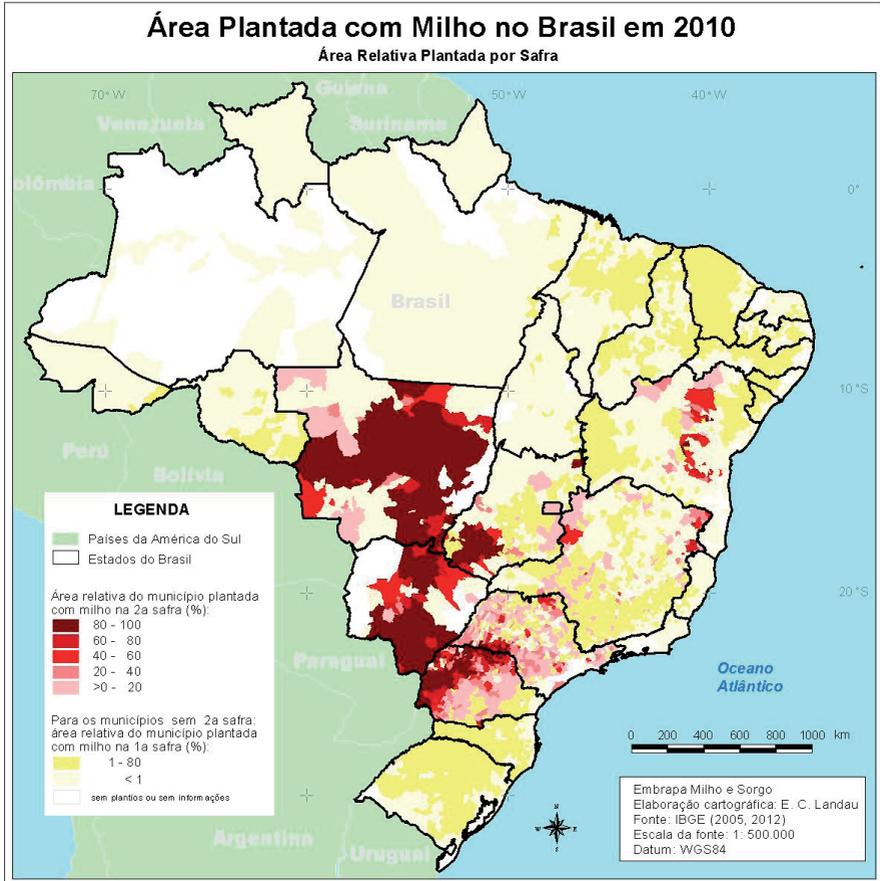


Figura 5. Predominância da área plantada com milho por safra agrícola nos municípios do Brasil em 2010.

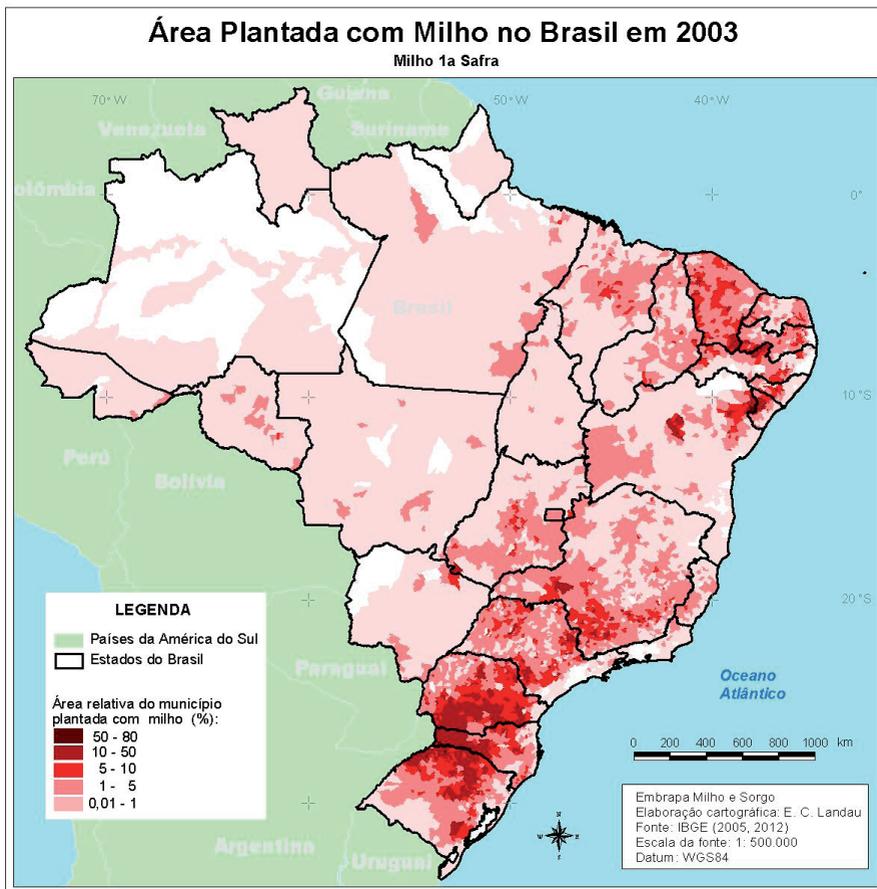


Figura 6. Área plantada na 1ª safra agrícola de milho por município do Brasil em 2003.

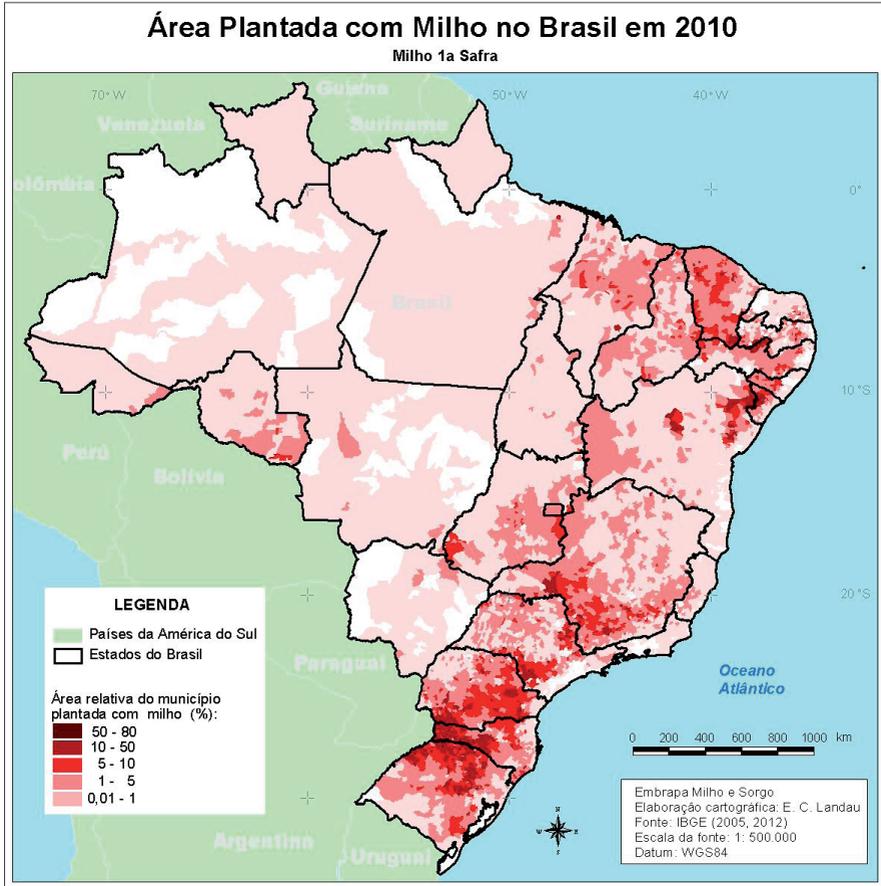


Figura 7. Área plantada na 1ª safra agrícola de milho por município do Brasil em 2010.

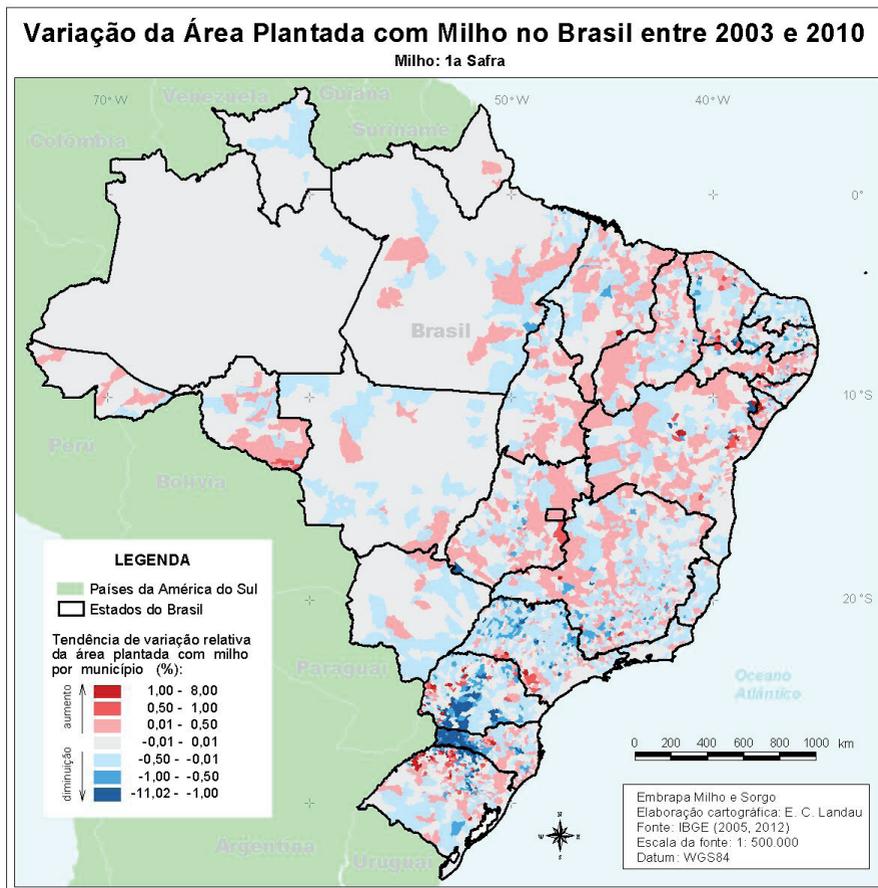


Figura 8. Tendência observada de variação da área plantada na 1ª safra agrícola de milho nos municípios do Brasil entre 2003 e 2010.

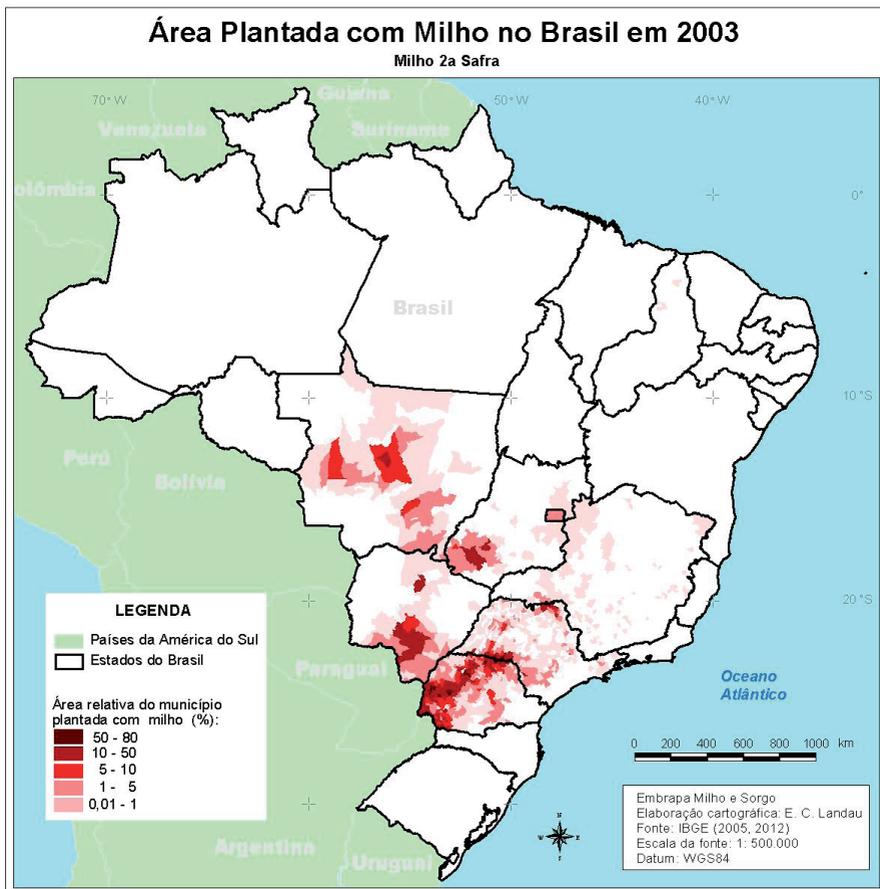


Figura 9. Área plantada na 2ª safra agrícola de milho por município do Brasil em 2003.

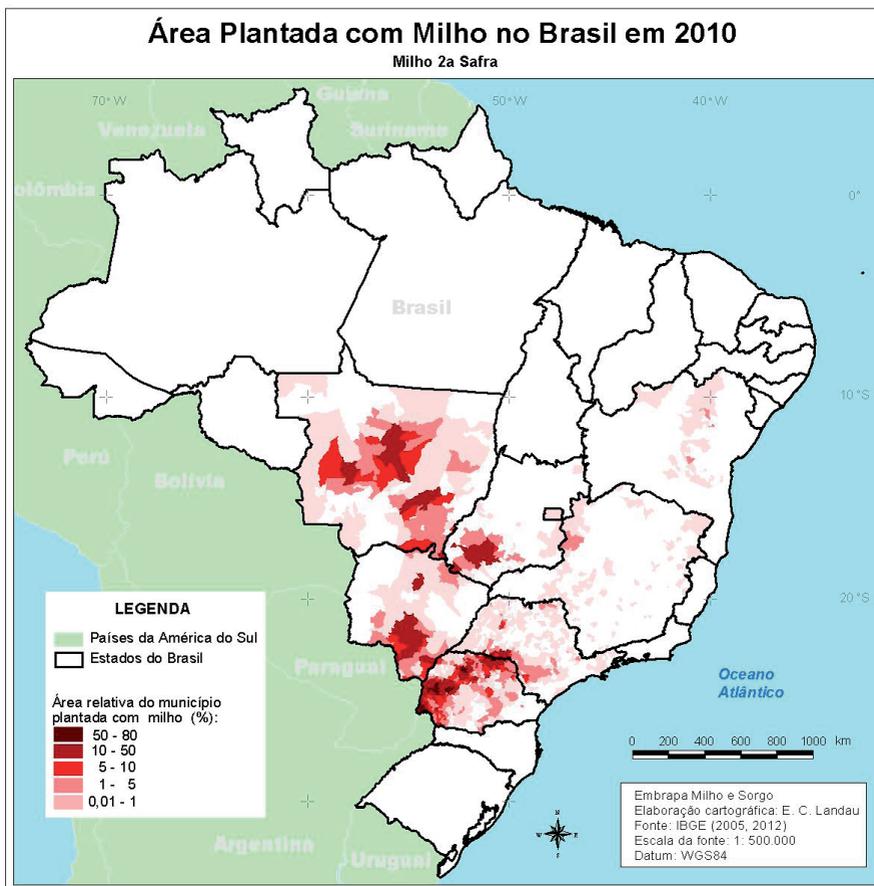


Figura 10. Área plantada na 2ª safra agrícola de milho por município do Brasil em 2010.

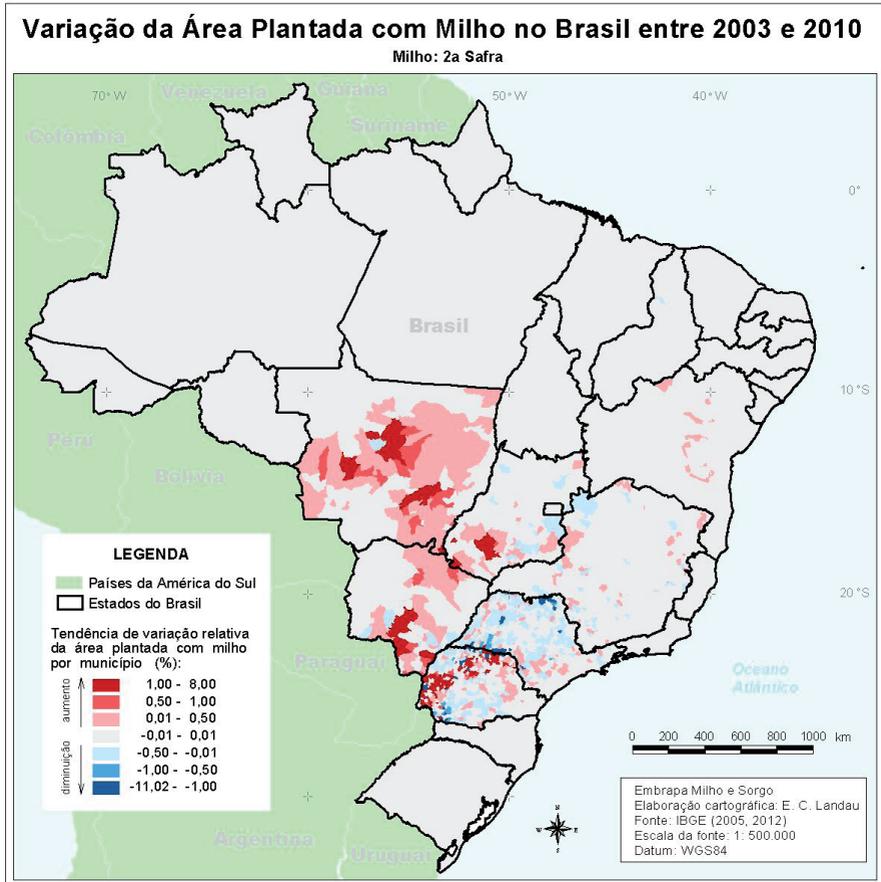


Figura 11. Tendência observada de variação da área plantada na 2ª safra agrícola de milho nos municípios do Brasil entre 2003 e 2010.

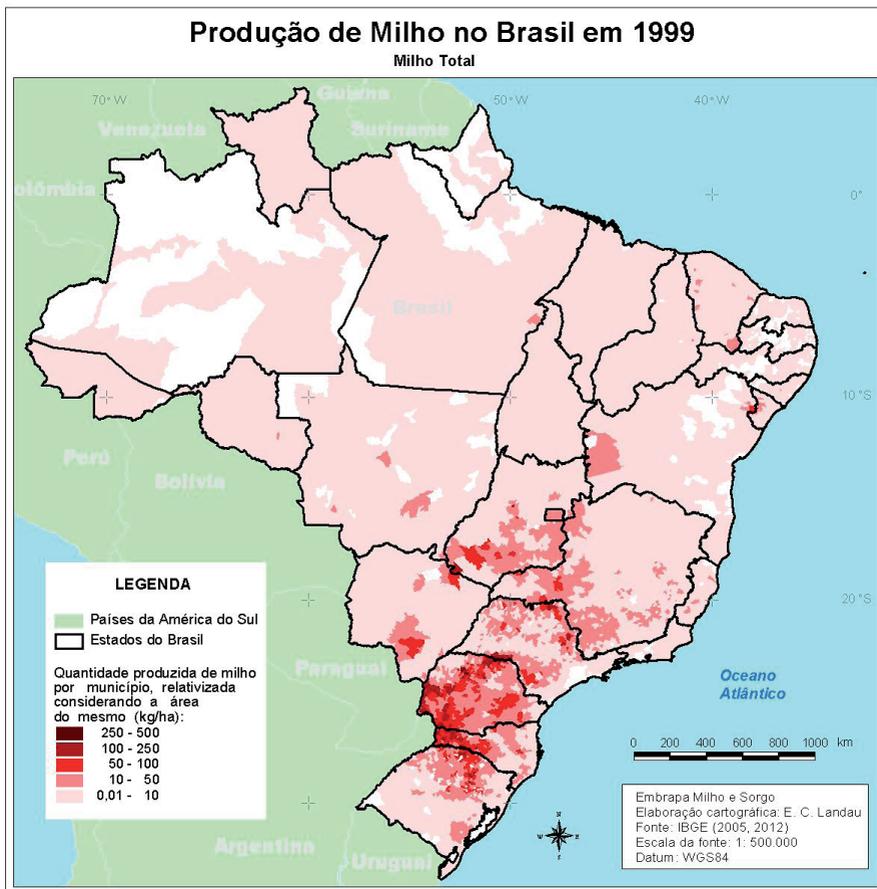


Figura 12. Produção de milho por município do Brasil em 1999.

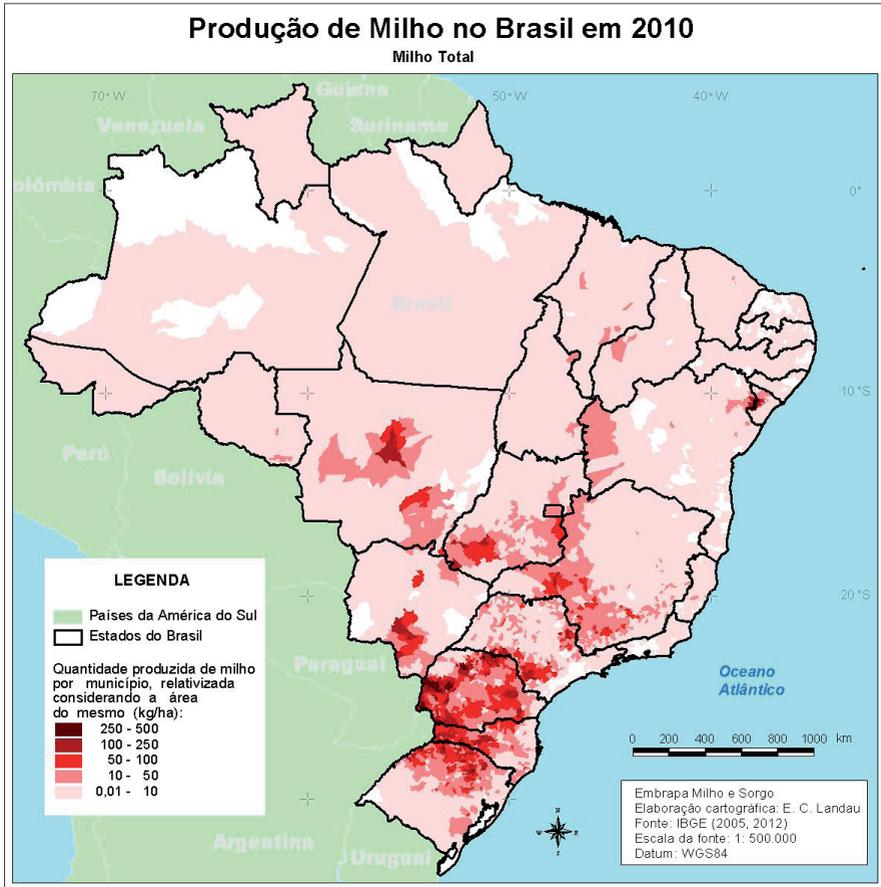


Figura 13. Produção de milho por município do Brasil em 2010.

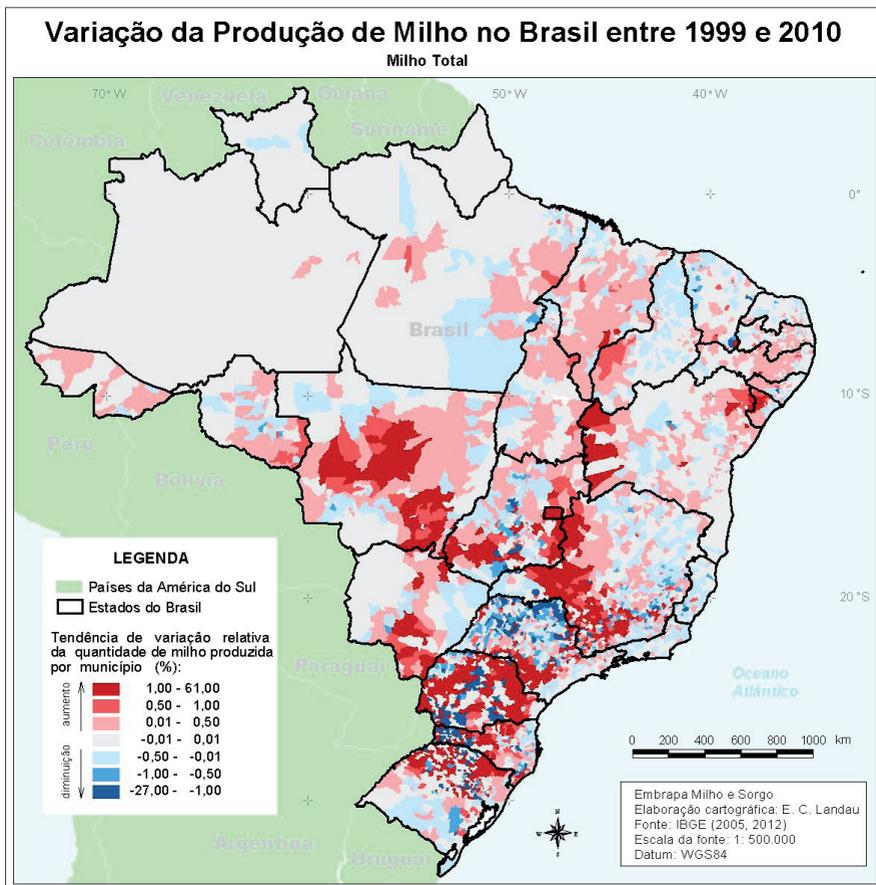


Figura 14. Tendência observada de variação da produção de milho nos municípios do Brasil entre 1999 e 2010.

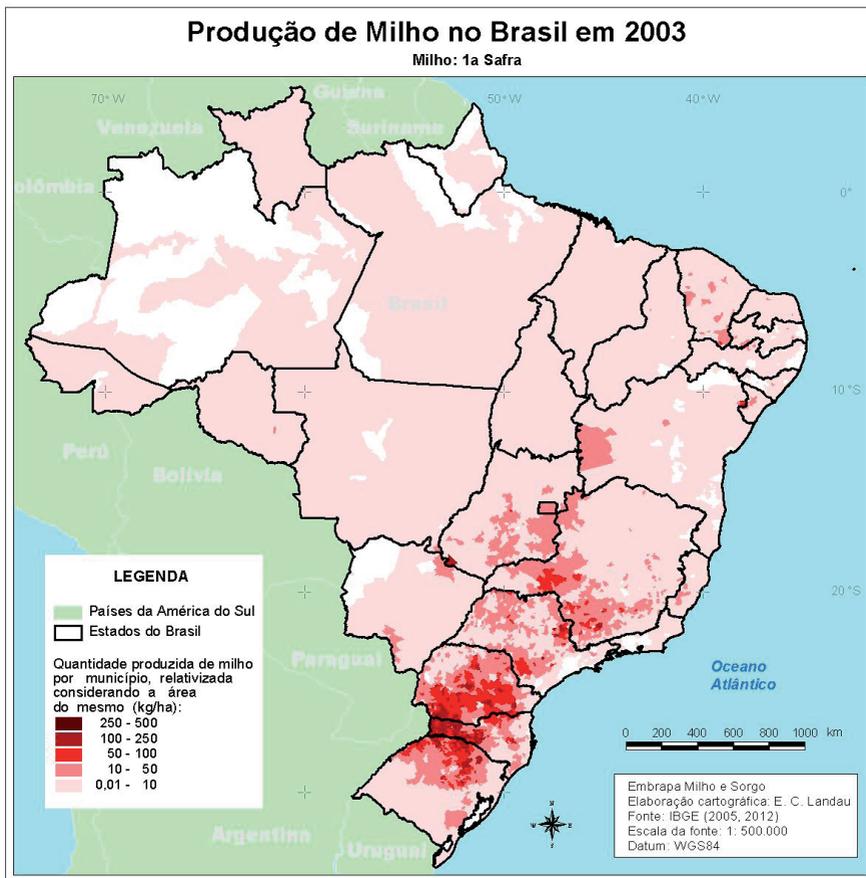


Figura 15. Produção por município na 1ª safra agrícola de milho no Brasil em 2003.

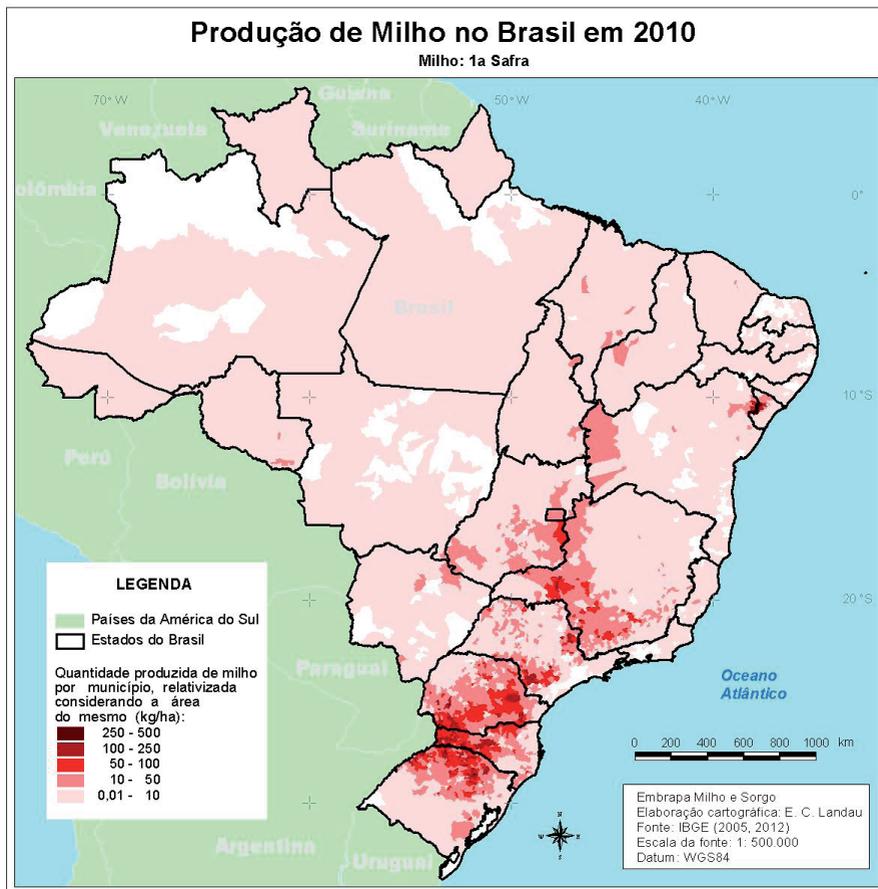


Figura 16. Produção por município na 1ª safra agrícola de milho no Brasil em 2010.

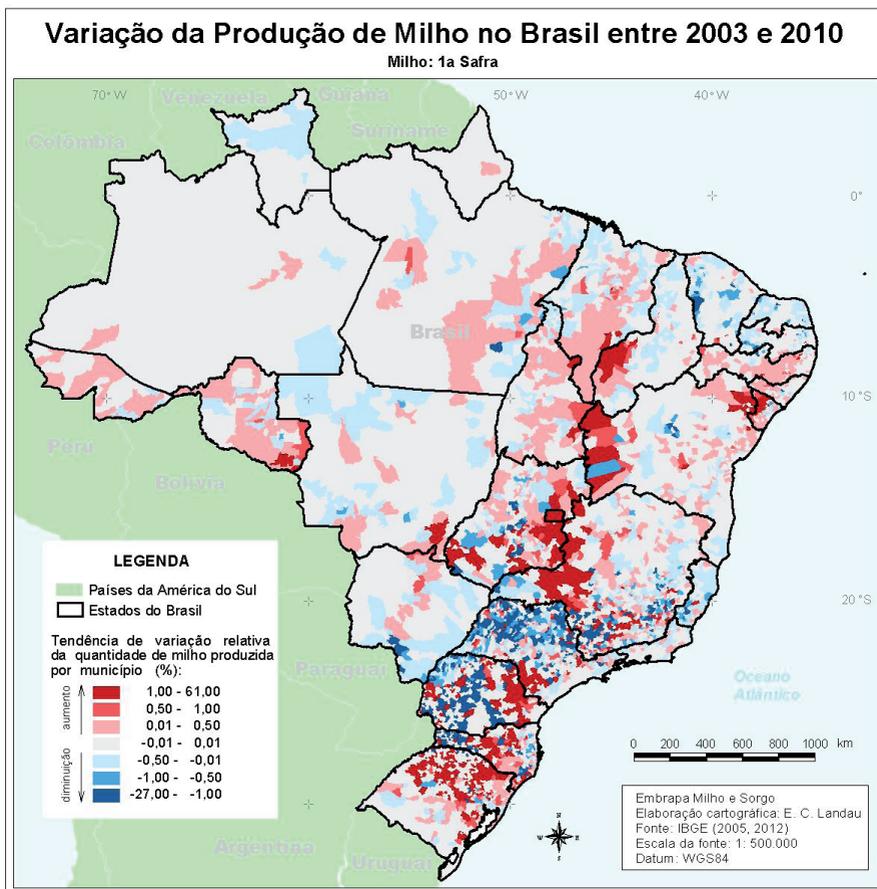


Figura 17. Tendência observada de variação da produção na 1ª safra de milho nos municípios do Brasil entre 2003 e 2010.

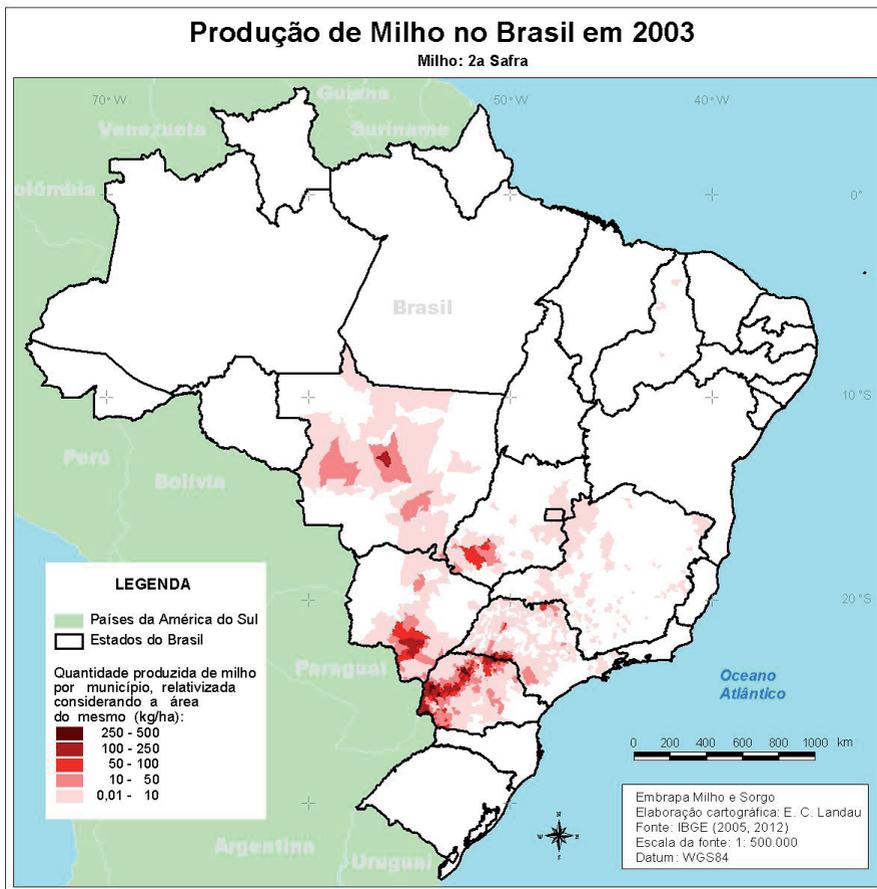


Figura 18. Produção por município na 2ª safra agrícola de milho no Brasil em 2003.

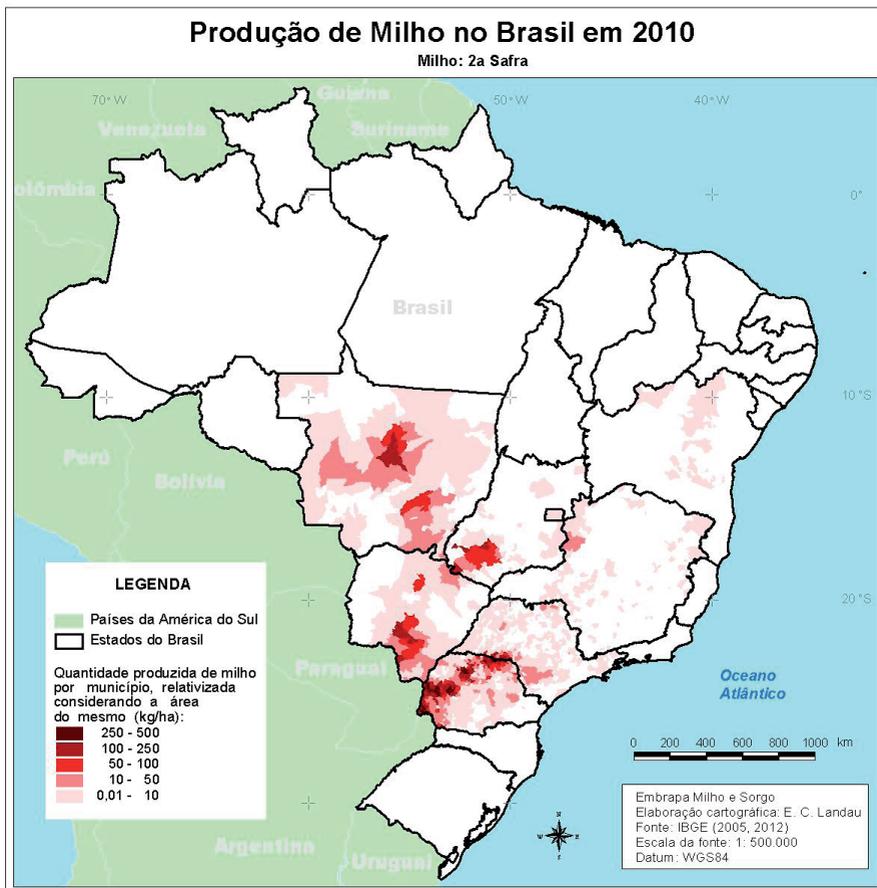


Figura 19. Produção na 2ª safra de milho por município do Brasil em 2010.

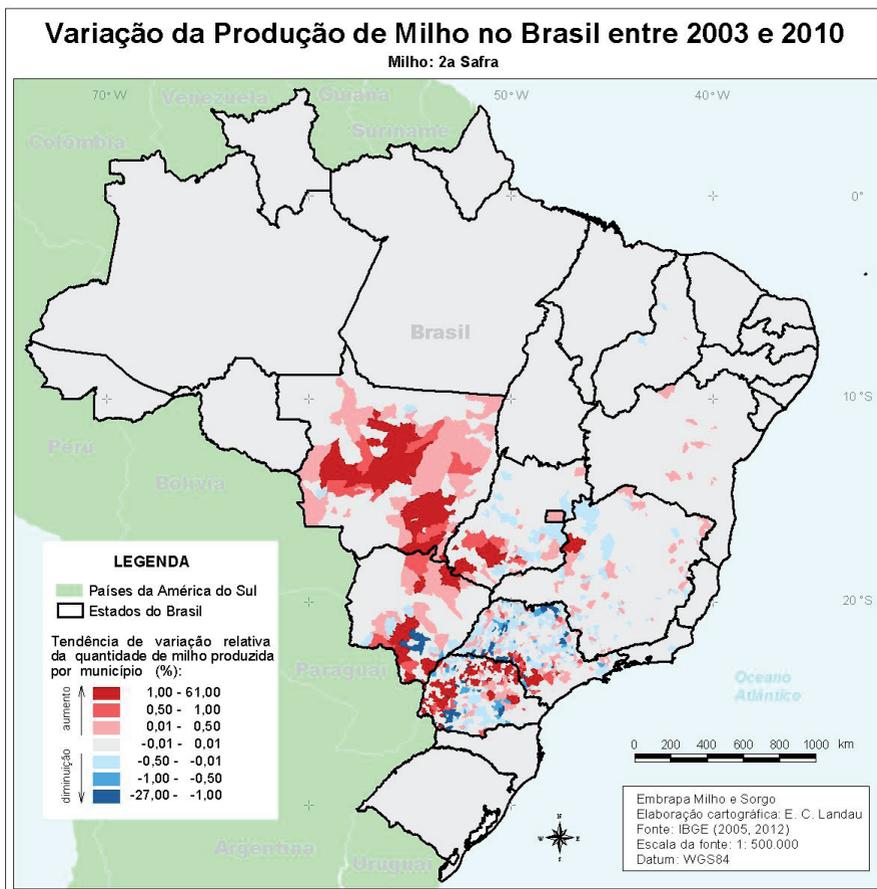


Figura 20. Tendência observada de variação da produção na 2ª safra de milho nos municípios do Brasil entre 2003 e 2010.

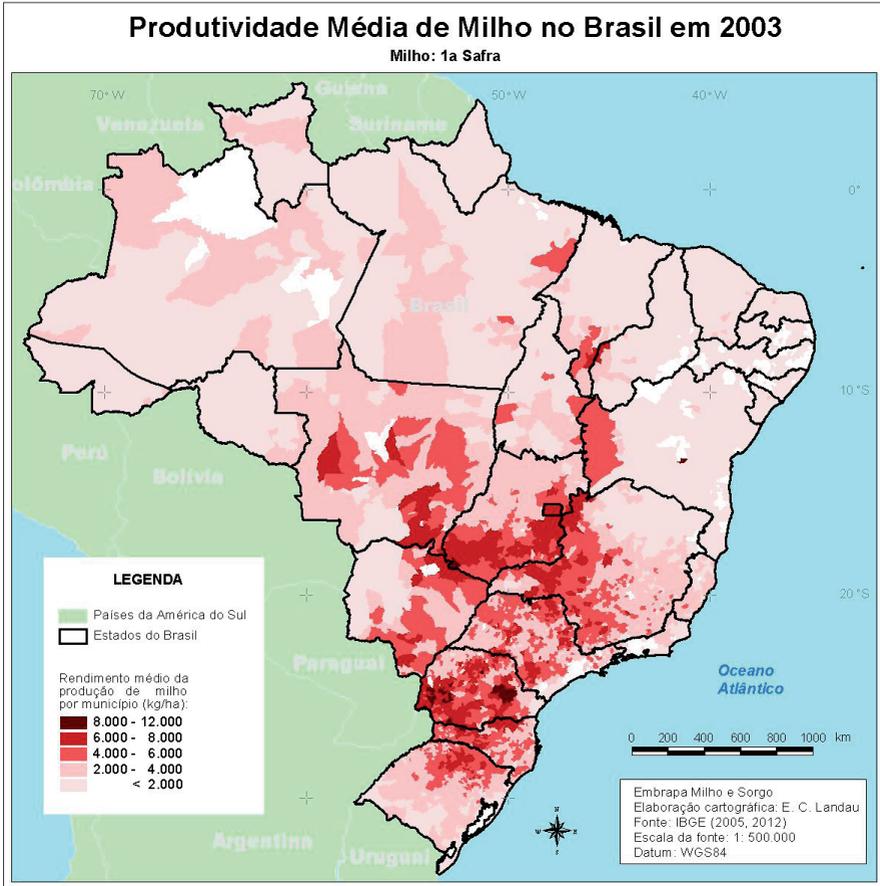


Figura 21. Produtividade média por município na 1ª safra agrícola de milho no Brasil em 2003.

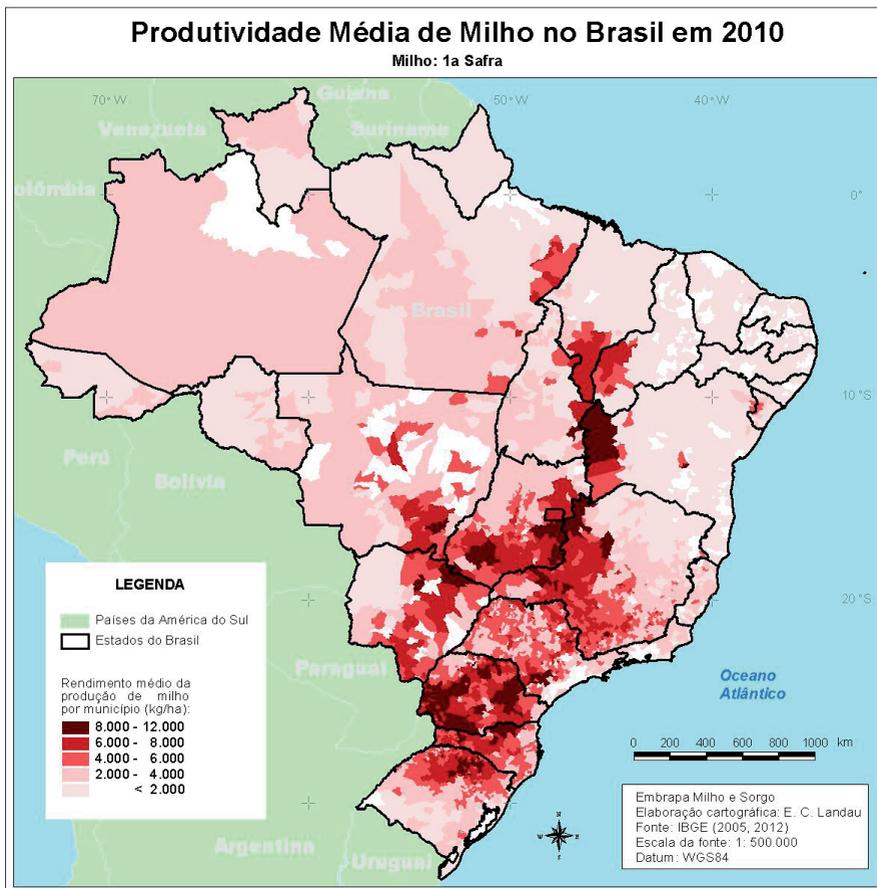


Figura 22. Produtividade média municipal na 1ª safra agrícola de milho do Brasil em 2010.

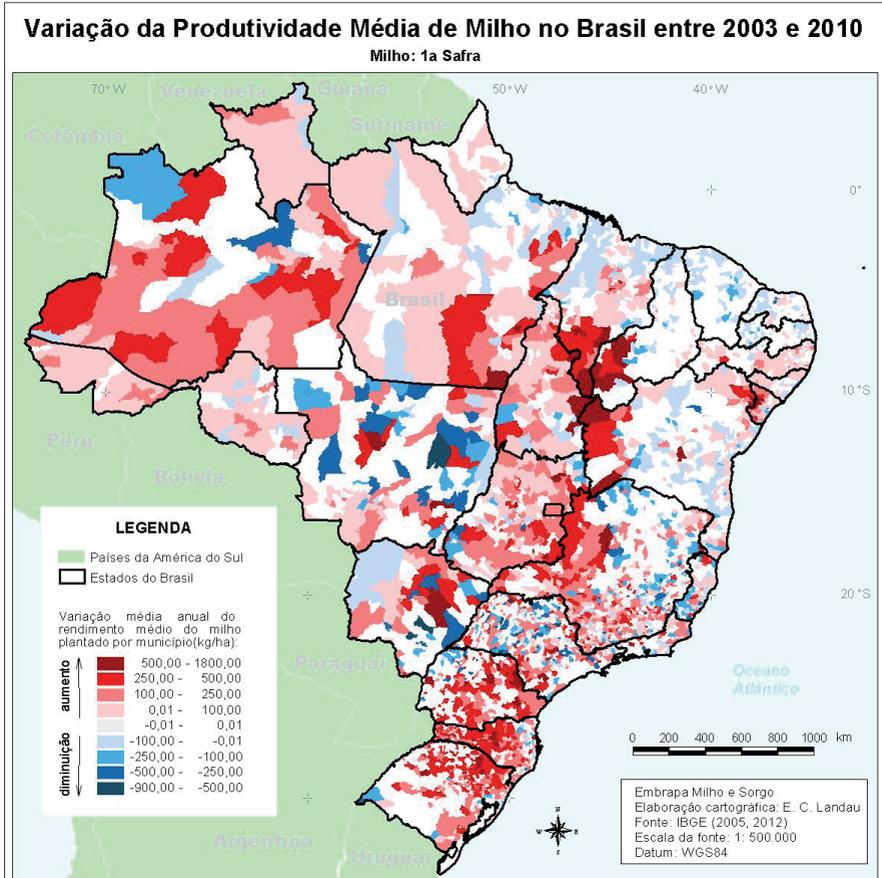


Figura 23. Tendência observada de variação da produtividade na 1ª safra de milho nos municípios do Brasil entre 2003 e 2010.

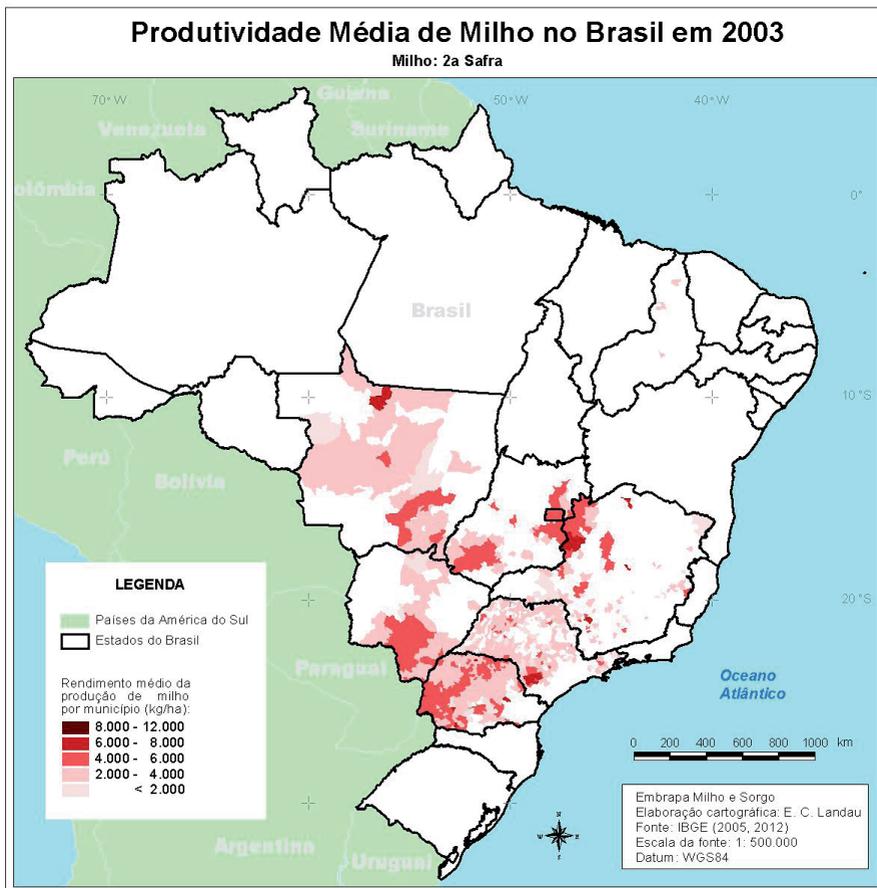


Figura 24. Produtividade média por município na 2ª safra agrícola de milho no Brasil em 2003.

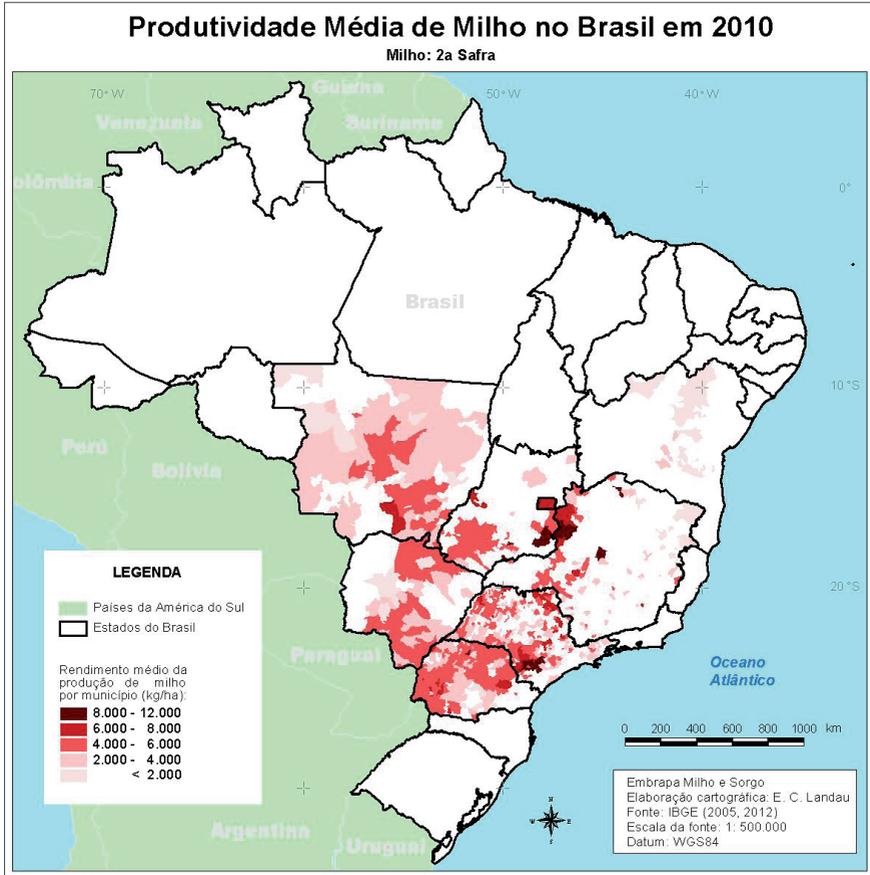


Figura 25. Produtividade média municipal na 2ª safra agrícola de milho do Brasil em 2010.

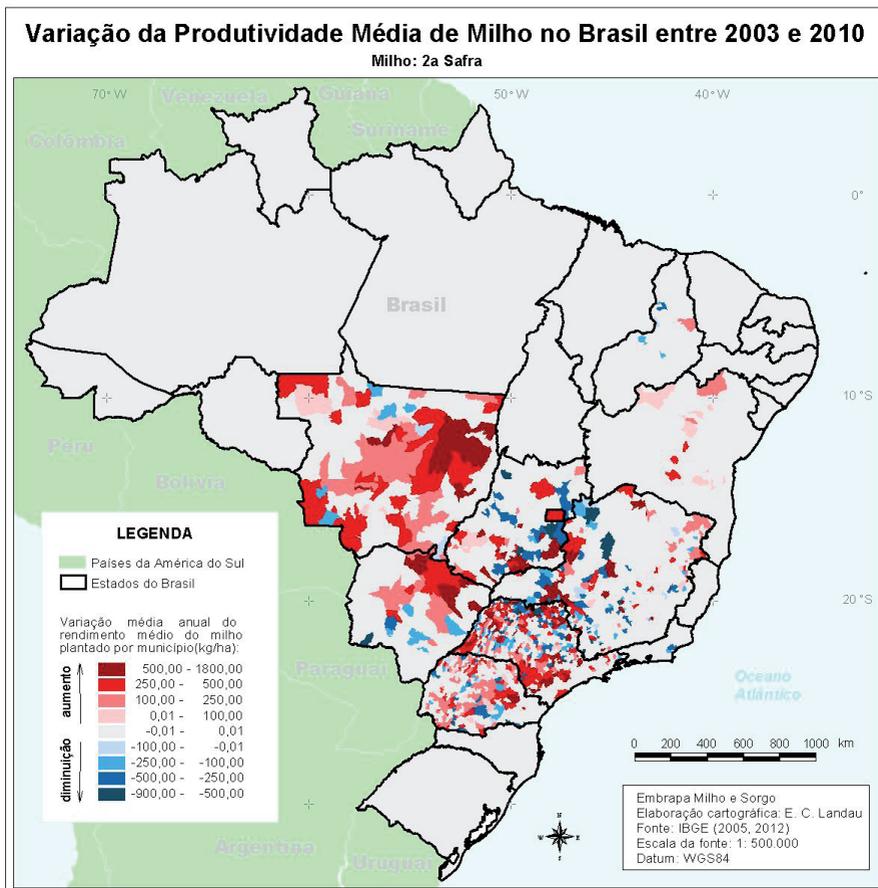


Figura 26. Tendência observada de variação da produtividade na 2ª safra de milho nos municípios do Brasil entre 2003 e 2010.

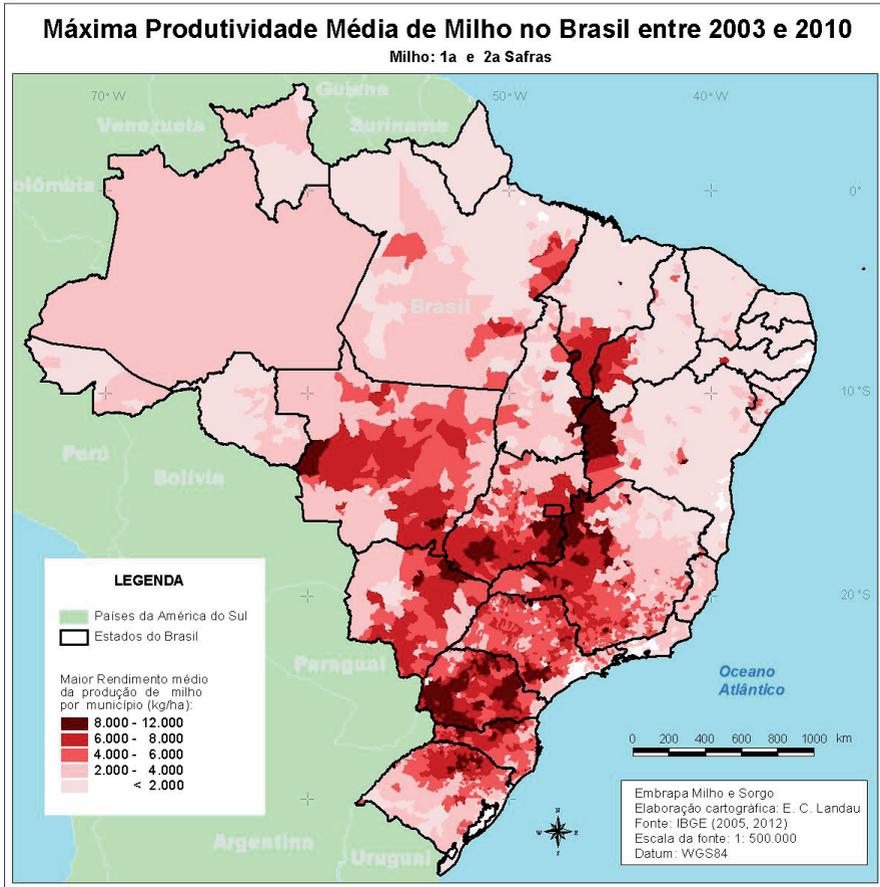


Figura 27. Maior produtividade média de milho registrada por município do Brasil entre 2003 e 2010, considerando ambas as safras anuais.

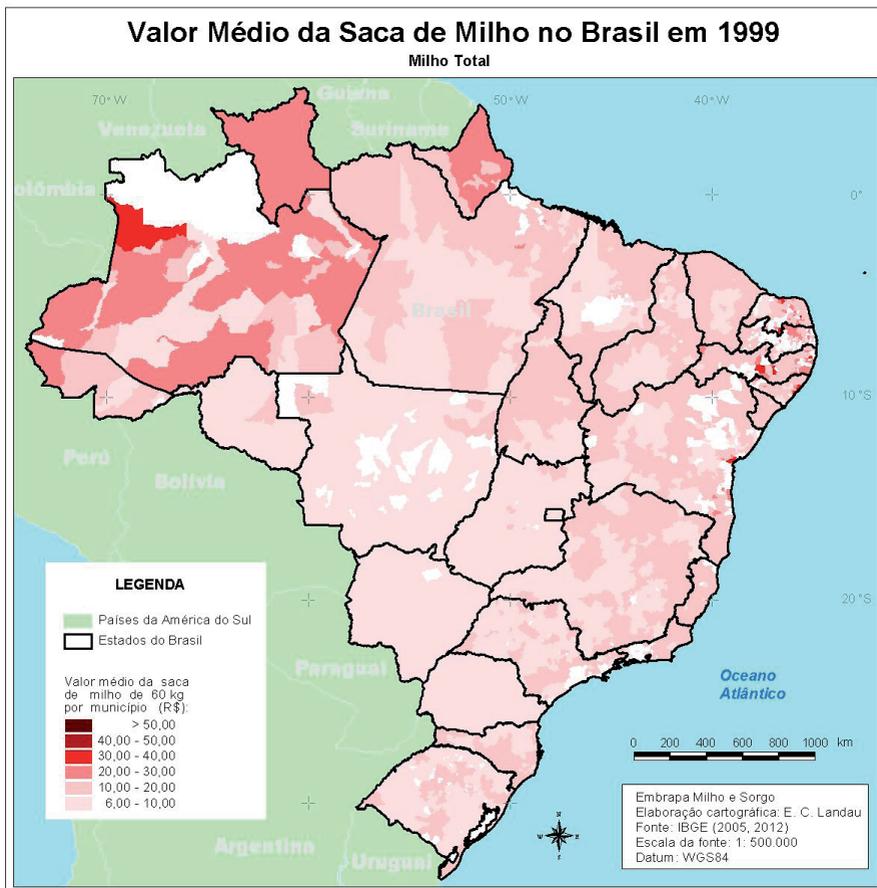


Figura 28. Valor médio da saca de milho por município do Brasil em 1999.

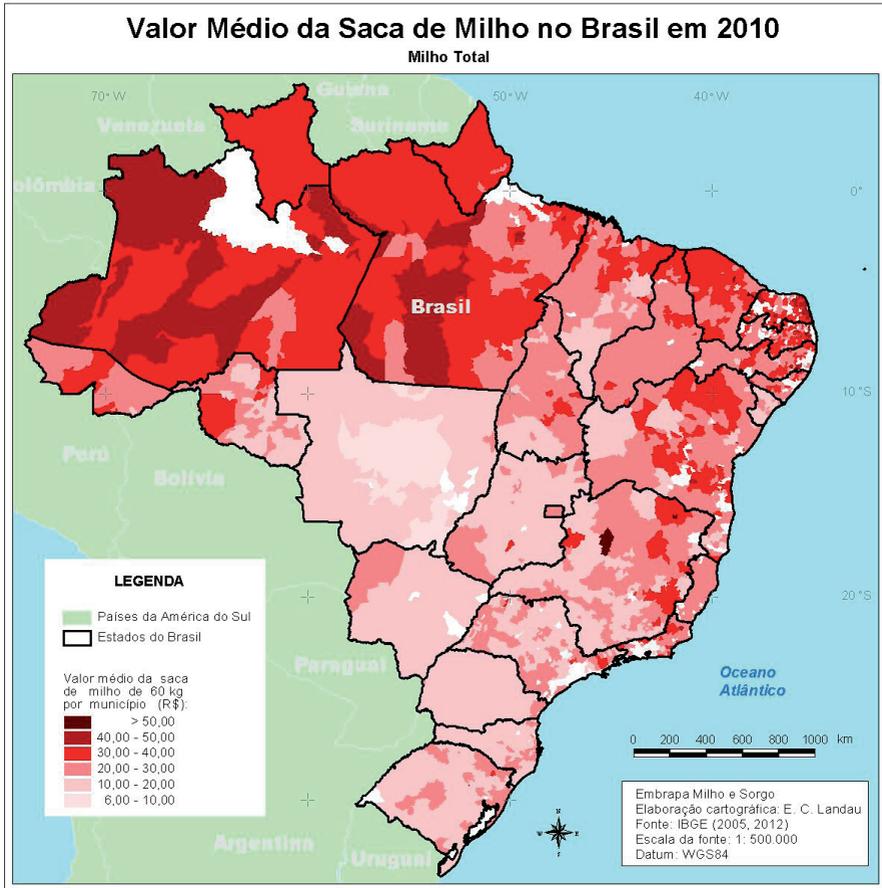


Figura 29. Valor médio da saca de milho por município do Brasil em 2010.

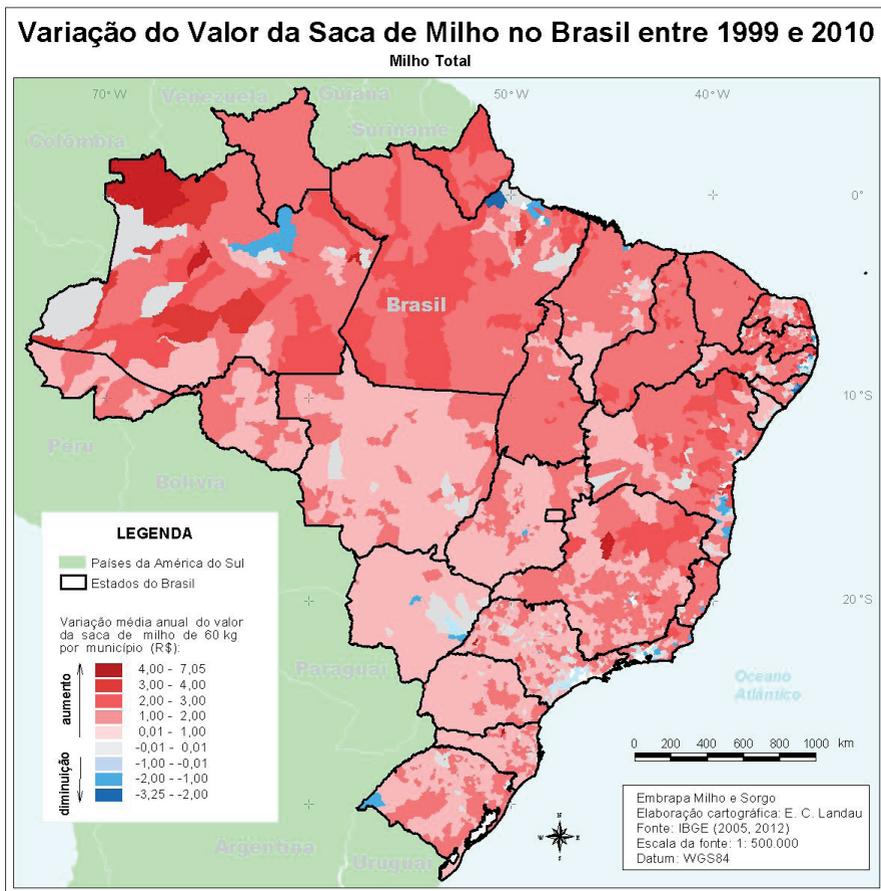


Figura 30. Tendência observada de variação do valor médio da saca de nos municípios do Brasil entre 1999 e 2010.

Conclusões

A área plantada com milho aumentou 4,42% entre 1999 e 2010 no Brasil, enquanto a quantidade produzida aumentou cerca de 72% no mesmo espaço de tempo. Também nesse período ocorreu a diminuição da área plantada na 1ª safra e aumento na 2ª. Pelo fato de ter havido redução na área plantada na 1ª safra, a produção de milho diminuiu 14,77% no período, provavelmente pela opção de muitos agricultores de cultivar a soja no mesmo período da 1ª safra. Em nível nacional, o rendimento e a produção apresentaram valores crescentes na última década, decorrentes de avanços tecnológicos que têm possibilitado incrementos consideráveis no setor agrícola. O aumento da produção tem sido mais expressivo na 2ª safra, período em que os sistemas de produção têm sido aprimorados nos últimos anos, contribuindo para elevar a produtividade e consequente produção das lavouras.

Os padrões de variação da área plantada, da produção e de rendimento não foram homogêneos no Estado na última década. Os maiores aumentos da produção de milho ocorreram durante a 2ª safra, nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, noroeste do Paraná e sul de Goiás. Considerando a 1ª safra, os maiores aumentos de produção foram observados no norte do Estado do Paraná, noroeste do Rio Grande do Sul, sudoeste de Minas Gerais e oeste dos Estados da Bahia e Sergipe.

O preço médio da saca de milho aumentou consideravelmente na última década, tendo aumentado em praticamente todo o país. De forma geral, o valor do produto aumentou mais em áreas em que a produção local é menor. O aumento da demanda de produção de grãos para abastecer os mercados nacional e internacional de rações tem impulsionado a alta de preços do milho, principalmente

em regiões com maior escassez do produto.

Os parâmetros analisados ajudam a traçar o perfil da produção de milho no Brasil. A atual tendência mundial de aumento da demanda por alimentos e uso de grãos para geração de biocombustíveis tende a impulsionar um aumento ainda maior da produção de milho nos próximos anos. Pesquisas complementares abrangendo características da cultura e do clima local, considerando também a importância de fatores econômicos que interferem no processo produtivo da cultura nas diferentes regiões do país, possibilitarão a definição de estratégias visando estimular o aumento da produção em nível nacional.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Dr. Jose Carlos Cruz pela revisão técnica e à Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS) pelo financiamento e apoio dados para a realização deste trabalho.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático por Unidade da Federação**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-poruf>>. Acesso em: 09 mar. 2012a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola e Risco Climático**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>>.

Acesso em: 10 mar. 2012b.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P. Manejo da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 8, p. 171-197.

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; PADRÃO, G. de A. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 1, p. 21-46.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/download>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, L. S.; PENNA, L. B. **Variação da produção estadual de milho no Brasil entre 2000 e 2009**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 42 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920747/1/bol39.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

NUNES, J. L. da S. Milho: comercialização. **Agro-Link**, 02 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/>>

comercializacao.aspx>. Acesso em: 02 ago. 2011.

SOLOGUREN, L. **Produtividade do milho no Brasil**: o novo desafio para consolidar as exportações. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2008. Disponível em: <<http://www.cib.pdf.sologuren.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

Embrapa

Milho e Sorgo



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA