

# ANÁLISE DA FOLGA DE PRODUTIVIDADE NA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO BRASIL EM NÍVEL ESTADUAL



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **DOCUMENTOS 7**

# Análise da folga de produtividade na produção de grãos no Brasil em nível estadual

*Milena Yumi Ramos  
Fernando Luís Garagorry*

**Embrapa**

Parque Estação Biológica (PqEB)  
Av. W3 Norte (Final)  
CEP 70770-901 Brasília, DF  
Fone: (61) 3448-4433  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

**Responsável pelo conteúdo**

Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

Comitê de Publicações da Sede  
Presidente

*Angélica de Paula Galvão Gomes*

Secretária-executiva

*Jeane de Oliveira Dantas*

Membros

*Ivan Sergio Freire de Sousa*

*Edemar Joaquim Corazza*

*Mirian Oliveira de Souza*

*Alberto Roseiro Cavalcanti*

*Marcela Bravo Esteves*

*Wyviane Carlos Lima Vidal*

*Cristiane Pereira de Assis*

*Alfredo Eric Romminger*

*Maria Consolacion Fernandes Villafane Udry*

**Responsável pela edição**

Embrapa, Secretaria-Geral

Coordenação editorial

*Alexandre de Oliveira Barcellos*

*Heloiza Dias da Silva*

*Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial

*Wyviane Carlos Lima Vidal*

Revisão de texto

*Francisca Elijani do Nascimento*

Normalização bibliográfica

*Iara Del Fiaco Rocha (CRB-1/2169)*

Projeto gráfico

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica e capa

*Júlio César da Silva Delfino*

Foto da capa

*Sebastião José de Araújo*

**1ª edição**

Publicação digital - PDF (2020)

**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

Ramos, Milena Yumi.

Análise da folga de produtividade na produção de grãos no Brasil em nível estadual / Milena Yumi Ramos, Fernando Luís Garagorry. – Brasília, DF : Embrapa, 2020.

PDF (58 p.). – (Documentos / Embrapa. Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, ISSN 2237-7298, 7)

1. Análise estatística. 2. Método estatístico. 3. Produção de sementes. 4. Distribuição geográfica. 5 Estimativa. I. Título. II. Série.

CDD 633

Iara Del Fiaco Rocha (CRB-1/2169)

© Embrapa, 2020

## Autores

### **Milena Yumi Ramos**

Engenheira de alimentos, doutora em Política Científica e Tecnológica, pesquisadora da Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Brasília, DF

### **Fernando Luís Garagorry**

Mestre em Estatística Matemática e em Pesquisa Operacional, Ph.D. em Pesquisa Operacional, pesquisador da Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Brasília, DF



## Apresentação

A Embrapa, por meio da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, tem a satisfação de apresentar, neste documento, resultados da análise da folga de produtividade (*yield gap analysis*) na produção de grãos no Brasil, em nível estadual. Ele integra os esforços de pesquisa da Secretaria na linha da caracterização quantitativa da produtividade na agricultura brasileira.

Este estudo oferece avanço técnico no campo da análise da folga de produtividade ao propor e aplicar um novo método de estimação da produtividade potencial, que é, ao mesmo tempo, territorialmente hierárquico, temporalmente adaptativo e exclusivamente baseado nas estatísticas de produção agrícola. O método estatístico utilizado se diferencia dos métodos tradicionalmente empregados, por gerar estimativas com base factual, bem como pela possibilidade de aplicação às mais diversas culturas, temporárias e permanentes, consideradas individualmente ou na forma de agregados, em diferentes escalas espaciais e temporais de interesse.

Mostra ainda utilidade prática ao identificar áreas do território que mereceriam investigação adicional ou intervenções públicas em função do desempenho relativo superior ou inferior em termos de sua contribuição para a folga de produtividade em cada estado.

Esses resultados reforçam nosso firme compromisso com a realização de estudos e análises estratégicos da agricultura brasileira que, ao mesmo tempo, tenham validade científica e sirvam às necessidades institucionais e setoriais de informação qualificada.

*Rita de Cássia Milagres Teixeira Vieira*  
Chefe da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas



## Sumário

Introdução .....	9
Aspectos conceituais .....	10
Produtividade potencial e folga de produtividade .....	10
Aspectos metodológicos .....	13
Dados .....	13
Método para estimação do potencial e da folga de produtividade .....	14
Decomposição em parcelas aditivas .....	16
Método para análise da folga de produtividade .....	17
Estimativas e análise das folgas de produtividade .....	20
Potencial e folga de produtividade dos grãos em nível estadual .....	20
Contribuições mesorregionais para a formação das folgas de produtividade estaduais .....	22
Dinâmica das contribuições mesorregionais para as folgas de produtividade estaduais .....	23
Correlação entre área colhida e folga de produtividade relativas.....	27
Considerações finais.....	30
Referências .....	32
Anexo A – Mapas e listas das mesorregiões consideradas no estudo.....	35
Anexo B – Resultados completos das estimativas e da análise de folgas de produtividade por estado e mesorregião .....	43



## Introdução

A disponibilidade de alimentos para consumo humano em um contexto de expansão demográfica tem sido objeto de estudos técnico-científicos e debates políticos internacionais no que tange à segurança alimentar. Projeções de longo prazo da Organização das Nações Unidas (ONU) apontam para uma população mundial de 9,15 bilhões de habitantes em 2050, cerca de 24% maior que a atual. O impacto projetado desse crescimento populacional sobre a demanda global de produtos agropecuários para alimentação e outros usos é de incremento da ordem de 60% em relação aos níveis observados em 2005–2007 (Alexandratos; Bruinsma, 2012). Ou seja, essas projeções apontam para a necessidade de aumentar a produção.

Estudos da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO (2009) revelam que novas áreas agricultáveis concentram-se em países em desenvolvimento, entre eles o Brasil. Estima-se, porém, que apenas 21% do aumento necessário na produção desses países, até o horizonte de 2050, será devido à expansão da área plantada; os restantes 79%, aproximadamente, derivarão de incrementos na produtividade das culturas (73%) e na intensidade do uso da terra (6%). Quando se consideram somente a América Latina e o Caribe, essas estimativas mudam para 40% na área, 53% na produtividade e 7% na intensidade (Alexandratos; Bruinsma, 2012). Em todo caso, entende-se que a maior parte do aumento da produção deve vir de ganhos na produtividade primária da agricultura.

Projeções específicas para o Brasil reforçam esse argumento ao indicar que “a produtividade continua sendo o principal fator impulsionando o crescimento da produção de grãos nos próximos dez anos. A média deve passar de 3,84 t/ha em 2016/17 para 4,1 t/ha em 2026/27” (Brasil, 2017, p. 19). O crescimento anual estimado para a produção de grãos nesse período é de 2,6% e, para a área, é de 1,5%.

A variabilidade geográfica da produtividade é muito grande, e depende das condições biofísicas, das tecnologias e do manejo agropecuário adotados. Dessa forma, haveria distintas capacidades de incrementos adicionais de produtividade entre países, regiões e localidades para garantir a segurança alimentar e o crescimento econômico da produção.

Uma abordagem que tem sido usada para avaliar esse problema é a análise da folga de produtividade (*yield gap analysis*, termo em inglês). Trata-se de um conjunto de conceitos e técnicas para delimitar uma “capacidade latente” de produção adicional, baseada em valores de referência (produtividades potenciais), que estabelecem limites superiores relativamente aos níveis observados, em diferentes escalas no espaço e no tempo. Também integram essa abordagem estudos dedicados a identificar fatores que limitam a produtividade e como poderiam ser manejados de forma a reduzir as folgas quantificadas.

Há estudos de folga de produtividade em diversas escalas espaciais (estabelecimento rural e níveis subnacional, nacional, regional, macroambiental e global) e temporais (séries diárias, mensais e anuais em períodos curtos, de um ano, a longos, de até 50 anos), considerando um ou poucos produtos, geralmente grãos (os mais presentes são: trigo, milho, arroz e soja). Compilações úteis desses estudos podem ser encontradas em Ittersum et al. (2013) e Sadras et al. (2015). No entanto, são raros aqueles que incluem ampla gama de produtos e detalhamento territorial. No caso do Brasil, há estudos focados na cana-de-açúcar (Monteiro, 2015; Marin et al., 2016), na soja (Sentelhas et al., 2015), no milho (Tojo Soler et al., 2007; Monteiro et al., 2017) e no arroz (Monteiro et al., 2013), todos baseados em modelos de simulação.

Este trabalho inspira-se nesses estudos sob dois aspectos: incorpora a noção de potencial como limite superior para a produtividade e quantifica folgas de produtividade como diferenças entre médias registradas e potenciais estimados. Entretanto, diferencia-se na operacionalização desse conceito, adotando uma perspectiva evolutiva (especialmente hierárquica e temporalmente adaptativa), em lugar de absoluta (máximo estritamente biofísico ou com adição de certas restrições, tais como déficit hídrico e nível tecnológico).

Especificamente, os objetivos deste estudo são: descrever e aplicar um método alternativo de estimação da produtividade potencial, originalmente proposto para o nível nacional (Ramos; Garagorry, 2018); estimar anualmente a magnitude da folga de produtividade dos grãos (como agregado) em nível estadual, bem como as distribuições das contribuições mesorregionais para sua formação; examinar a dinâmica dessas distribuições espaciais como indicativa da velocidade de mudanças intraestaduais na composição das folgas estimadas; e, no conjunto do País, detectar mesorregiões que, apresentando situações extremas, mereceriam estudos mais detalhados ou ações específicas. Espera-se, assim, ilustrar a utilidade da análise de folga de produtividade, segundo a abordagem aplicada, para o planejamento e avaliação territorial de intervenções na agricultura.

## Aspectos conceituais

### Produtividade potencial e folga de produtividade

Neste estudo, o termo produtividade refere-se ao rendimento ou à produtividade primária, parcial ou da terra, identificada com o termo *yield*, em inglês. Para cada produto agrícola, em termos puramente teóricos, a produtividade é expressa em escala aberta, a partir do zero. Assim sendo, em princípio, poderia tomar qualquer valor positivo. No entanto, é conveniente ter alguma cota superior, para relativizar um determinado valor de produtividade. Na grande maioria dos casos, a comparação de um valor registrado em campo com uma cota superior mostra uma diferença, que pode ser designada como folga de produtividade (*yield gap*). De fato, tem se desenvolvido uma linha de pesquisa, conhecida como análise da folga de produtividade (*yield gap analysis*) (Sadras et al., 2015), dedicada a estimar e identificar causas das folgas de produtividade, bem como propor recomendações para reduzi-las.

Entre as questões tratadas na análise da folga de produtividade, podem ser mencionadas:

- a magnitude da diferença entre dois níveis de produtividade (por exemplo: média e potencial) de um produto (Lobell et al., 2009);
- a investigação das principais causas das folgas quantificadas (Lobell et al., 2009);
- a identificação de opções e recomendação de políticas, de tecnologias e de manejo agropecuário centradas no controle ou remoção de fatores limitantes (Laborte et al., 2012);
- a avaliação ex ante do impacto da adoção dessas recomendações (Grassini et al., 2015). Por exemplo, a estimação de incrementos na produção ou de economia de área (Laborte et al., 2012; Marin et al., 2016).

Ittersum et al. (2013) e Grassini et al. (2015) destacam que a análise da folga de produtividade também tem sido usada para simular impactos das mudanças climáticas e de mudanças no uso da terra. Os autores ainda acrescentam que os resultados desse tipo de análise representam elementos-chave para modelos econômicos de avaliação da segurança alimentar e do uso da terra em diferentes escalas espaciais.

A estimação da folga de produtividade está fundamentada na operacionalização do conceito de produtividade potencial (*yield potential*), contra a qual se comparam produtividades observadas (*actual*

*yield*), especificada uma escala espacial e temporal de interesse. As produtividades observadas, frequentemente, são médias a partir de estatísticas oficiais ou de valores obtidos em levantamentos executados em estabelecimentos rurais.

Já a produtividade potencial representa um limite máximo que, em princípio, poderia ser alcançado como uma produtividade observada futura. No conceito original, a produtividade potencial representa um estado idealizado no qual a cultura cresce sem limitações biofísicas, exceto aquelas ligadas a fatores não controláveis, normalmente de natureza climática: radiação solar, temperatura do ar, chuvas em sistemas não irrigados, solos, entre outros (Lobell et al., 2009). Portanto, alcançar a produtividade potencial, em sentido estrito, requer perfeito manejo de todos os demais fatores que interferem na produção, o que é praticamente impossível em condições de campo.

Essa definição, portanto, é bastante restritiva e de difícil mensuração, dada a necessidade de levar em consideração fatores múltiplos e específicos para cada cultura em cada unidade espacial examinada. A depender da abrangência do estudo, torna-se muito difícil reunir todo o conjunto de dados necessários para estimar, com qualidade, a produtividade potencial segundo uma acepção estrita do conceito.

Os estudos de análise da folga de produtividade, então, têm operacionalizado a produtividade potencial segundo uma acepção ampliada, como uma cota superior de referência, isto é, um *benchmark* (Grassini et al., 2015). Esse nível tem o efeito de uma meta que orienta esforços de intervenção sobre fatores controláveis em busca do crescimento da produção baseado no incremento da produtividade em uma área disponível.

Diversos métodos têm sido propostos, com diferentes níveis de restrição/amplitude do conceito de produtividade potencial e baseados em distintas técnicas, variáveis e dados. Conseqüentemente, geram diferentes valores de produtividade potencial e de folgas de produtividade, que usualmente recebem designações próprias (Evans; Fischer, 1999; Aggarwal et al., 2008; Lobell et al., 2009; Ittersum et al., 2013; Sadras et al., 2015). A seguir, indicam-se as principais categorias desses métodos.

### Métodos teóricos

Exploram o entendimento corrente dos princípios fisiológicos e das capacidades produtivas livres de estresses bióticos e abióticos, com uso extensivo de modelos matemáticos. Essa classe de métodos gera valores de produtividade teórica (*theoretical yield potential*), com foco fisiológico e agrônômico.

Variantes dos métodos teóricos incluem restrições. Eles buscam reproduzir o crescimento da planta em ambientes aos quais está adaptada, com plena disponibilidade de nutrientes e pleno controle de fatores de estresse (doenças, pragas, ervas daninhas, acamamento, etc.). Esses modelos geram valores de referência, influenciados pela localização e fatores climáticos (radiação, concentração de CO<sub>2</sub>, temperatura), menores que a produtividade teórica, mas acima das produtividades observadas, denominados genericamente de produtividade biofísica. Um exemplo particular de estimativa desse tipo é a produtividade potencial sob déficit hídrico (*water-limited yield potential*), usada para sistemas não irrigados, afetada pelo tipo de solo e topografia.

Alguns autores consideram, além da localização e das condições climáticas, a viabilidade econômica como fator limitante da produtividade máxima. Isso porque, na prática, os produtores frequentemente buscam um equilíbrio entre a maximização do lucro e a minimização do risco no âmbito do estabelecimento rural, e não apenas a maximização da produtividade da lavoura individual.

Considerações de ordem econômica tornam mais complexa a estimação do potencial, que, então, dependeria também de preços relativos. Como aproximação, com base em estudos focados na

eficiência do uso de insumos, é comum determinar o potencial econômico como 80% do potencial biofísico (Laborte et al., 2012; Sadras et al., 2015). Fatores maiores ou menores que esse podem ser aplicáveis, dependendo do tipo de cultura e de sistema de produção em questão.

### **Métodos estatísticos**

Baseados em produtividades observadas. As observações podem ser geradas em condições controladas, como estações experimentais, unidades de demonstração ou concursos de produtividade; ou podem ser registradas a partir de uma grande amostra de produtores em uma região de interesse. Do primeiro caso, resulta um potencial experimental (*experimental yield potential*), que reflete o uso das melhores práticas e tecnologias existentes; e do segundo, um potencial alcançável (*attainable yield potential*), equivalente à média da parcela dos produtores com produtividades mais altas. Os métodos estatísticos, menos comuns na literatura consultada, são influenciados pela qualidade dos registros utilizados.

### **Métodos combinados**

Usam-se dados observacionais, sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIG) e modelos de complexidade variada, mais adequados para estudos em maior escala espacial (regional e acima).

### **Considerações finais sobre os métodos reportados na literatura**

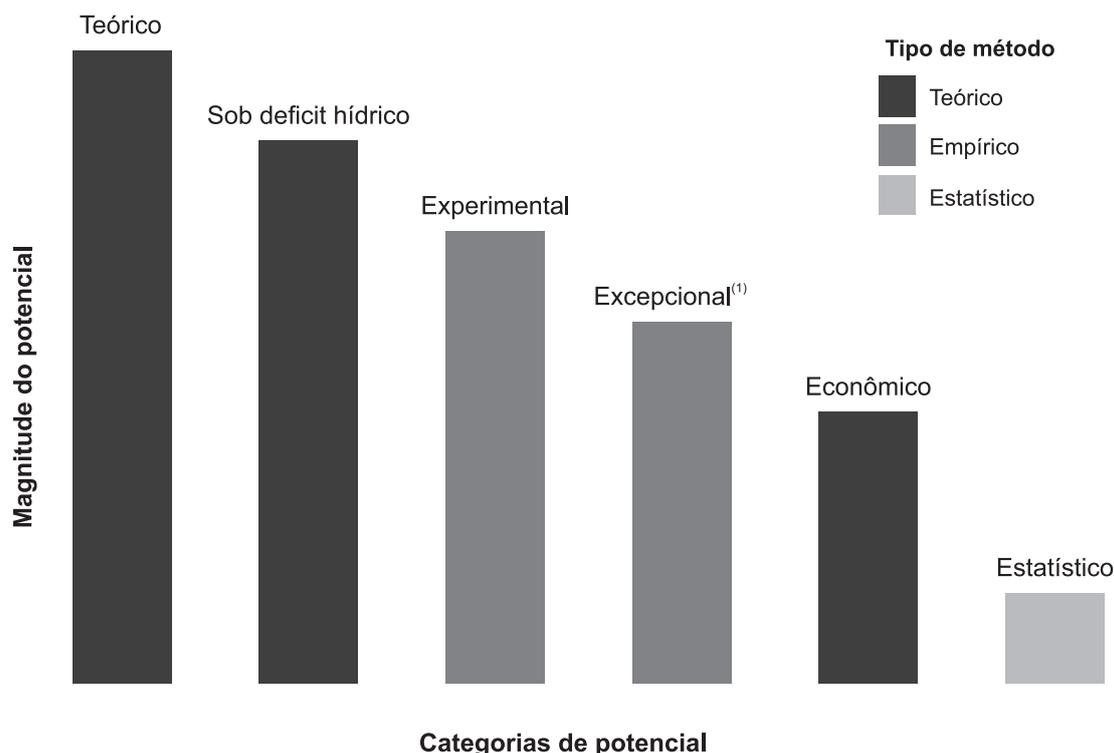
Os métodos mais usados, teóricos e suas variantes, resultam em potenciais normalmente muito acima das médias observadas. Diferentemente, os métodos estatísticos, baseados em observações reais, frequentemente suavizam o potencial pela agregação de um subconjunto de registros individuais. Por isso, tendem a fornecer potenciais mais próximos às produtividades médias com as quais são comparados.

Os métodos e suas variantes consideram e têm diferente sensibilidade quanto aos múltiplos fatores que interferem na produtividade em cada zona agroecológica sob a forma de interação genótipo-ambiente-manejo. Daí, geram distintos valores de referência para a produtividade potencial. Em todos os casos, o nível de referência obtido é comparado com médias das produtividades observadas, que refletem a realidade dos solos e clima e a capacidade média dos produtores quanto ao uso de tecnologias e ao manejo agropecuário. Na Figura 1, ilustram-se os diferentes níveis que podem tomar os potenciais, dependendo do método de estimação adotado. As magnitudes das respectivas folgas resultam da diferença entre os potenciais e a produtividade real observada.

Na literatura consultada é frequente a preocupação com estimativas de produtividade muito próximas do potencial em sentido estrito, isto é, do limite biofísico da cultura. O foco é estimar, com a maior precisão possível, a magnitude do potencial e da folga como indicativos de expectativa quanto ao crescimento da produtividade, já que a proximidade ao potencial representa desaceleração, e, portanto, expectativa de estagnação.

Este estudo busca algo diferente. A estimação do potencial não representa, em si, o foco, mas sim um recurso para fechar a escala de comparação das produtividades médias registradas nas unidades da Federação. O foco está em relativizar as produtividades registradas dentro dessas entidades territoriais, permitindo distinguir regiões em termos de suas possibilidades de aumento da produção com base em incremento da produtividade.

O método proposto se enquadra entre os estatísticos, mas se baseia não em dados amostrais, e sim em dados setoriais publicados anualmente pelo órgão oficial de estatística no Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1990-2015).



**Figura 1.** Definições de produtividade potencial usadas na análise da folga de produtividade.

<sup>(1)</sup>Vencedor de prêmio de produtividade, por exemplo.

Fonte: Adaptado de Lobell et al. (2009), Ittersum et al. (2013) e Sadras et al. (2015).

## Aspectos metodológicos

### Dados

A disponibilidade e a qualidade de dados desagregados da produção segundo os múltiplos fatores que influenciam a produtividade de cada cultura – uma condição ideal para proceder à análise de folga de produtividade com métodos tradicionais (Grassini et al., 2015) – é frequentemente limitada. Além disso, os dados referentes às produtividades registradas e aos potenciais estimados precisam estar em escalas compatíveis para serem comparados e, portanto, permitir o cálculo da folga de produtividade para usos práticos.

As estatísticas agrícolas anuais do IBGE atendem a esses requisitos e foram tomadas como insumos únicos sobre os quais se aplicou o novo método de estimação da produtividade potencial descrito a seguir, originalmente proposto por Ramos e Garagorry (2018). O IBGE fornece séries longas da produção agrícola, na forma de agregados territoriais para os diversos níveis da Divisão Territorial do Brasil, para cerca de 140 produtos. Elas podem ser publicamente acessadas e permitem análises comparativas.

Neste estudo, foram utilizadas as séries de quantidade produzida e área colhida provenientes da Produção Agrícola Municipal (PAM) abrangendo o período de 1990 a 2015. O agregado grãos é composto pelos seguintes itens individuais: algodão, amendoim, arroz, aveia, centeio, cevada, feijão, mamona, milho, soja, sorgo e trigo. Eles foram selecionados a partir dos produtos incluídos no *Acompanhamento da safra brasileira de grãos* (2014), realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), considerando-se também a disponibilidade de séries de dados no IBGE. Nos casos do girassol e do triticale, há dados a partir de 2005 apenas, o que representa menos da metade do período de análise. A canola não faz parte das séries anuais do IBGE. Por isso, esses grãos foram excluídos.

Os dados municipais originais foram adquiridos, tratados e armazenados na base de dados Agrotec (Garagorry, 1993), mantida pela Embrapa para uso interno. Eles foram posteriormente agregados nos níveis de mesorregião e unidade da Federação para os efeitos deste estudo. Em seguida, foram calculadas as médias móveis de três anos, com o intuito de suavizar a variabilidade interanual que se observa nos dados originais. Com esse procedimento, obtiveram-se séries de médias trienais de 1991 a 2014. Para completar o período, atribuiu-se a média dos dois primeiros anos do período ao ano inicial (1990); e, de maneira similar, atribuiu-se a média dos dois últimos anos do período ao ano final (2015). Com isso, o conjunto de dados de trabalho é formado por duas séries de médias entre 1990 e 2015, uma para cada variável (quantidade produzida e área colhida) nas unidades da Federação consideradas e suas mesorregiões. Mais especificamente, em razão do tipo de análise realizada, conforme item Análise da Folga de Produtividade, foram consideradas apenas as unidades da Federação formadas por cinco ou mais mesorregiões, totalizando 13 estados e 96 mesorregiões (Anexo A).

### Método para estimação do potencial e da folga de produtividade

Os métodos tradicionais na análise da folga de produtividade tendem a determinar valores considerados muito altos para a produtividade potencial, que guardam pouca relação com o que se registra na prática da produção. Por essa razão, tem sido sugerida a aplicação de um fator redutor (normalmente, 0,8) desse potencial estimado (Sadras et al., 2015). O valor atribuído ao fator redutor, contudo, embute certa arbitrariedade.

Distintamente, o método estatístico proposto por Ramos e Garagorry (2018) e utilizado neste estudo incorpora diferenças e limitações econômicas, tecnológicas, ambientais e de manejo que incidem na produção local na medida em que se refletem nos dados anuais publicados. Ele também tem duas outras características: é hierárquico, porque, escolhido o nível geográfico da Divisão Territorial do Brasil (aqui denominado nível de análise), toma-se o nível imediatamente inferior (aqui denominado nível operacional), para o qual existam dados, de modo a determinar o valor da produtividade potencial; é adaptativo, porque, a cada ano a seguir do primeiro, ele toma o valor máximo entre o valor estimado anteriormente e o maior valor registrado no ano considerado. Dessa forma, incorpora a difusão de tecnologias e práticas de manejo promotoras de incrementos de produtividade.

Sejam os anos  $t = 0, 1, 2, \dots, T$  (por exemplo, 1990 corresponde a  $t = 0$  e 2015 a  $T = 25$ ) e as entidades geográficas do nível espacial operacional (no caso, as mesorregiões de um estado)  $i = 1, 2, \dots, I$ ; além disso, reserva-se o índice  $i = 0$  para o agregado formado pela união das unidades operacionais (no caso, o estado correspondente). O procedimento de cálculo do potencial estatístico da produtividade no ano  $t$  ( $M^t$ ) consiste em:

- selecionar o nível espacial de análise, no caso estadual;
- selecionar uma unidade nesse nível, ou seja, um estado;
- para cada entidade do nível espacial operacional (as mesorregiões do estado escolhido), tomar os dados de quantidade produzida ( $Q_i^t$ , em kg) e área colhida ( $A_i^t$ , em ha), já em médias móveis, conforme descrito no item Dados, e calcular as produtividades correspondentes ( $P_i^t$ , em kg/ha):

$$P_i^t = \frac{Q_i^t}{A_i^t}, i = 1, 2, \dots, I; t = 0, 1, 2, \dots, T;$$

- para o ano inicial ( $t = 0$ ), a produtividade potencial é definida como:

$$M^0 = \max_{i=1,I} \{P_i^0\};$$

- nos anos subsequentes ( $t = 1, 2, \dots, T$ ), é definida como:

$$M^t = \max \{M^{t-1}, \max_{i=1,I} \{P_i^t\}\}.$$

Ou seja, para cada ano, trata-se da melhor produtividade alcançada, até o momento, no conjunto das mesorregiões do estado selecionado. Como, em cada ano, a produtividade do estado equivale à média (de razões) das produtividades nas suas mesorregiões, ela não pode superar o máximo assim definido. O conjunto dos valores máximos anuais forma a envolvente maximal das produtividades registradas nas mesorregiões ao longo do tempo e representa o potencial hierárquico e adaptativo.

A opção por um método estatístico se justifica pelas seguintes considerações: abrangência, ou seja, o método deveria ser aplicável e válido para diferentes produtos e escalas espaciais e temporais; e uso de estatísticas setoriais disponíveis, sem a necessidade de incorporar conhecimentos, pressupostos, critérios e dados de outras fontes, por exemplo, referentes à fisiologia da planta, às características do solo, ao padrão climático, etc.

A folga de produtividade ( $G$ ) é calculada como a diferença entre a produtividade potencial estatisticamente estimada ( $M$ ) e a produtividade média registrada ( $P$ ). Especificamente, em cada entidade geográfica  $i$  e a cada ano  $t$ , a folga de produtividade é definida como:

$$G_i^t = M^t - P_i^t, i = 0, 1, 2, \dots, I; t = 0, 1, 2, \dots, T.$$

Note-se que essa definição de folga inclui o estado considerado ( $i = 0$ ) e que, nela, entra o potencial definido exclusivamente com base nos valores das produtividades nas suas mesorregiões. Essa construção determina o caráter hierárquico do método, em que a folga para uma unidade espacial de análise (no caso, o estado) é definida a partir das produtividades nas suas unidades espaciais operacionais (as mesorregiões correspondentes).

Além disso, o método dá um caráter realista para a folga de produtividade no estado, pois assume como potencial o valor máximo já registrado em alguma de suas mesorregiões. A natureza adaptativa do método proposto leva em consideração a tendência evolutiva geral da produtividade média dos grãos no estado.

Os procedimentos acima detalhados para o caso de um estado e suas mesorregiões podem ser estendidos para outros pares de níveis sequenciais da Divisão Territorial do Brasil.

Na fórmula anterior, a folga de produtividade  $G_i^t$ , é apresentada em termos absolutos, com a mesma unidade de medida que a produtividade. No entanto, é comum na literatura sobre análise da folga de produtividade que tal variável seja apresentada como percentual da produtividade potencial, isto é:

$$g_i^t = 100 \times \frac{G_i^t}{M^t}, i = 0, 1, 2, \dots, I; t = 0, 1, 2, \dots, T.$$

Evidentemente, o complemento para os 100% representa a parcela da produtividade que já foi alcançada dentro do potencial.

Este estudo mostra os resultados da estimação do potencial e da folga de produtividade nos estados considerados e suas mesorregiões (Anexo A). Convém ressaltar que o método de estimação aqui

apresentado é válido para todas as unidades da Federação, independentemente do número de mesorregiões que as compõem.

Além disso, são explorados desdobramentos dessas estimativas em análises comparativas inter e intraestaduais. Para isso, propõe-se que as estimativas sejam relativizadas internamente em cada estado a cada ano, conforme os procedimentos de cálculo descritos nas subseções a seguir.

### Decomposição em parcelas aditivas

Conforme apresentado por Garagorry et al. (2015), valores médios de uma variável de razão, como a produtividade primária na agricultura, podem ser decompostos em parcelas aditivas, mediante ponderações adequadas. Sejam  $x_i$  e  $y_i$ , com  $x_i > 0$ , os valores registrados de duas variáveis para todos os índices  $i$ . Define-se a seguinte razão:

$$r_i = \frac{y_i}{x_i}, i = 1, 2, \dots, n$$

A média dessas razões é dada por:

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (y_i/x_i)}{\sum_{i=1}^n x_i} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i r_i}{\sum_{i=1}^n x_i} = \sum_{i=1}^n w_i r_i, \text{ com } w_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

A produtividade consiste em uma razão desse tipo. Considerando a divisão espacial adotada neste estudo, a produtividade de grãos em cada estado a cada ano corresponde à média ponderada das produtividades das mesorregiões componentes, em que, para cada mesorregião  $i$ ,  $x_i$  refere-se à área colhida,  $y_i$ , à quantidade produzida, e  $w_i$ , ao quociente entre a área colhida em  $i$  e a área colhida no estado.

O produto  $w_i r_i$  representa, portanto, a contribuição da mesorregião  $i$  para a formação da produtividade média no estado e, mantida constante a produtividade  $r_i$ , ele varia segundo a proporção da área colhida total no estado  $w_i$ . Mesmo que a participação na área colhida estadual, isto é  $w_i$ , seja relativamente alta, isso não significa, necessariamente, que o respectivo termo na expressão aditiva,  $w_i r_i$ , deva ser uma contribuição importante, porque a produtividade  $r_i$  pode ser muito pequena.

De modo similar, levando em conta que  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ , a folga de produtividade é uma variável de razão e pode ser expressa, em um estado a cada ano, como:

$$G_0^t = M^t - P_0^t = \sum_{i=1}^I w_i^t M^t - \sum_{i=1}^I w_i^t P_i^t = \sum_{i=1}^I w_i^t (M^t - P_i^t) = \sum_{i=1}^I w_i^t G_i^t, t = 0, 1, \dots, T.$$

Cada parcela dessa soma, isto é:

$$c_i^t = w_i^t G_i^t,$$

representa a contribuição aditiva de uma mesorregião para a formação da folga de produtividade do estado a que pertence. Essa contribuição pode ser expressa em porcentagem da folga no estado:

$$pc_i^t = 100 \cdot \frac{w_i^t G_i^t}{G_0^t}.$$

Com o objetivo de ilustrar o procedimento de cálculo, apresentam-se, na Tabela 1, os resultados para o estado do Rio Grande do Sul no ano de 2015.

**Tabela 1.** Decomposição da folga de produtividade estadual estimada em contribuições mesorregionais, para o estado do Rio Grande do Sul, em 2015.

Mesorregião	Área colhida (ha)	Quantidade produzida (t)	Produtividade (kg/ha)	Folga de produtividade (kg/ha)	Peso ou área colhida relativa	Contribuição absoluta para a folga de produtividade (kg/ha)	Contribuição percentual para a folga de produtividade (%)
Noroeste Rio-grandense	4.388.994	13.152.074	2.997	2.676	0,52	1.391	66,78
Nordeste Rio-grandense	480.461	2.004.717	4.172	1.500	0,06	85	4,10
Centro Ocidental Rio-grandense	928.132	3.082.304	3.321	2.351	0,11	259	12,41
Centro Oriental Rio-grandense	499.472	1.903.641	3.811	1.861	0,06	110	5,29
Metropolitana de Porto Alegre	407.024	2.242.792	5.510	162	0,05	8	0,38
Sudoeste Rio-grandense	1.102.692	5.183.643	4.701	971	0,13	127	6,09
Sudeste Rio-grandense	635.190	2.730.451	4.299	1.374	0,08	103	4,96
<b>Estado</b>	<b>8.441.963</b>	<b>30.299.619</b>	<b>3.589</b>	<b>2.083</b>	<b>1,00</b>	<b>2.083</b>	<b>100,00</b>
<b>Potencial</b>	-	-	<b>5.672</b>	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

Cabe notar, nesse exemplo, os seguintes pontos:

- houve uma mesorregião do estado que, em 2012, registrou produtividade máxima de 5.672 kg/ha. Esse valor não foi superado até 2015, de modo que, segundo o método proposto, esse valor foi tomado como potencial em 2012 e se manteve nos anos seguintes;
- a folga de produtividade no estado no ano de 2015, de 2.083 kg/ha ou 100%, corresponde à soma das contribuições mesorregionais;
- a mesorregião Nordeste Rio-grandense (4302) apresentou folga de produtividade superior à da mesorregião Sudeste Rio-grandense (4307); porém, sua contribuição para a formação da folga estadual foi inferior. Isso se deveu ao fato de a área colhida em 4302 ter sido menor que em 4307.

## Método para análise da folga de produtividade

A análise da folga de produtividade foi efetuada por meio de técnicas de agrupamento, estimação de distâncias e de correlação, descritas a seguir.

### Classificação

Esta subseção detalha os procedimentos aplicados para agrupar as mesorregiões de um estado de forma a operacionalizar comparações intra e interestaduais.

Especificamente, fixados um ano e um estado, consideraram-se as contribuições percentuais das mesorregiões para a folga de produtividade total no estado (isto é,  $pc_i^t$ ), e definiram-se terços de contribuição de acordo com o seguinte procedimento:

- 1) ordenaram-se as mesorregiões conforme os valores das contribuições percentuais, em ordem crescente;

- 2) acumulou-se a contribuição percentual seguindo essa ordem;
- 3) denotando com  $PCTAC(i)$  a soma acumulada até a mesorregião  $i$ , definiu-se:
  - a) se  $PCTAC(i) \leq 100/3$  (aproximadamente 33,33),  $i$  foi alocada no terço T1;
  - b) caso contrário, se  $PCTAC(i) \leq 200/3$  (aproximadamente 66,67),  $i$  foi alocada no terço T2;
  - c) caso contrário, foi alocada no terço T3.

Por construção, T1 é associado à ideia de terço inferior e T3 ao terço superior. Assim, no caso das contribuições mesorregionais para a formação da folga de produtividade no estado, T1 reúne as mesorregiões com as menores contribuições individuais; e em T3 estão as mesorregiões com as maiores contribuições individuais. Ao contrário do que acontece com outras variáveis aditivas (por exemplo: área colhida, quantidade produzida, valor da produção, etc.), quanto maior a contribuição individual para a formação da folga de produtividade, pior é a situação da mesorregião na discussão da produtividade.

Por outro lado, há casos em que não se tem uma variável aditiva; por exemplo, neste estudo, no que se refere à análise do conjunto de vários estados, considerou-se a área colhida de grãos de cada mesorregião em relação ao total em seu estado (isto é,  $w_i^t$ ) e a folga de produtividade em grãos de cada mesorregião em relação ao potencial em seu estado (isto é,  $g_i^t$ ). Nesses casos, aplicou-se essencialmente o mesmo algoritmo para determinar terços, mas com os seguintes ajustes:

- 1) ordenaram-se as mesorregiões conforme os valores da variável considerada, em ordem crescente;
- 2) aceitou-se que todos os casos (96) contribuíram com a mesma porcentagem (100/96) que foi acumulada seguindo essa ordem;
- 3) denotando com  $PCTAC(i)$  a soma acumulada até a mesorregião,  $i = 1, \dots, 96$ , aplicou-se o mesmo procedimento descrito anteriormente para variáveis aditivas.

Ou seja, aceitou-se uma distribuição uniforme sobre o conjunto das mesorregiões consideradas. Esse método é muito similar ao usado na estatística elementar para definir percentis; no entanto, pela construção utilizada, sempre se garante que, no terço superior, há, pelo menos, 1/3 dos casos, e que, na união dos dois terços superiores, se têm, pelo menos, 2/3 dos casos.

Segundo a variável considerada, área colhida relativa ( $w_i^t$ ) ou folga de produtividade relativa ( $g_i^t$ ), na classificação resultante, a classe T1 agrupou as mesorregiões com os menores valores; ao contrário, em T3 ficaram as mesorregiões com os valores mais altos.

## Distâncias

Garagorry e Chaib Filho (2008) e Garagorry e Penteadó Filho (2012) propõem um conjunto de métodos e técnicas encadeados para identificar e medir o movimento da agricultura no território nacional. Para medi-lo, recomendam o uso de diferentes conceitos de distância, segundo uma acepção matemática do termo, aplicada a uma coleção de dados previamente preparada e processada (por exemplo: distribuições percentuais do volume de produção em um conjunto de microrregiões). Com base nesses documentos, foram utilizados dois conceitos de distância, conforme detalhado a seguir.

*Distâncias entre distribuições.* Para cada estado a cada cinco anos, o conceito de distância usado foi o da distância L1. Esse conceito foi aplicado à distribuição das contribuições mesorregionais para a formação da folga de produtividade estadual, e representa uma medida da dinâmica da variável em questão.

Sejam as distribuições percentuais das contribuições mesorregionais para a formação da folga de produtividade de um estado no ano  $s$ ,  $PC^s = (pc_1^s, pc_2^s, \dots, pc_l^s)$  e, no ano  $t$ ,  $PC^t = (pc_1^t, pc_2^t, \dots, pc_l^t)$ , tais que  $\sum pc_i^s = \sum pc_i^t = 100\%$ . A distância L1 entre essas distribuições é definida como:

$$d(PC^s, PC^t) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^l |pc_i^s - pc_i^t|$$

e sua leitura se faz em pontos percentuais (p.p.). Sua magnitude varia, em princípio, entre 0 e 100 pontos percentuais, embora, na prática, em geral, o limite superior seja ligeiramente inferior a 100. Na aplicação realizada,  $d(PC^s, PC^t)$  fornece uma medida da magnitude da mudança na composição da folga de produtividade dentro de um estado entre dois anos do período. Como em cada ano só existe uma distribuição, costuma-se dizer que se trata de uma distância entre dois anos, e pode ser indicada, por exemplo, como  $d(s, t)$ .

*Distâncias entre listas ternárias.* Outro aspecto que mereceu mensuração consistiu na transição de classe que as mesorregiões sofreram entre dois anos diferentes no período considerado. Para isso, as 96 mesorregiões foram dispostas em duas listas ordenadas, uma referente a cada ano da comparação designados como “ano inicial” e “ano final”, formadas, em cada posição, por um dos valores T1, T2 ou T3, segundo o terço em que foi alocada a respectiva mesorregião, conforme algoritmo descrito no item Classificação.

A distância proposta para dimensionar as alterações acontecidas entre as listas consiste em:

- desconsiderar os casos em que, na mesma posição das listas, aparece o mesmo valor, ou seja, não houve mudança de classe do ano inicial para o ano final;
- contar os demais casos e dividir o resultado por 96; eventualmente, multiplicar por 100 para expressar o resultado em pontos percentuais.

É comum que as listas sejam condensadas numa tabela de contingência (Everitt, 1977), como a representada na Tabela 2. Na diagonal principal (células  $c_{11}$ ,  $c_{22}$  e  $c_{33}$ ), aparecem as frequências correspondentes às mesorregiões que não mudaram de classe. Portanto, a distância proposta consiste em dividir a soma das frequências nas células que estão fora da diagonal principal pela frequência total da tabela (no caso,  $c_{..} = 96$ ).

**Tabela 2.** Tabela de contingência de uma variável em dois anos distintos, segundo três classes.

Ano inicial	Ano final			Total
	Baixa (T1)	Média (T2)	Alta (T3)	
Baixa (T1)	$c_{11}$	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{1.}$
Média (T2)	$c_{21}$	$c_{22}$	$c_{23}$	$c_{2.}$
Alta (T3)	$c_{31}$	$c_{32}$	$c_{33}$	$c_{3.}$
<b>Total</b>	$c_{.1}$	$c_{.2}$	$c_{.3}$	$c_{..}$

Essa é uma distância de cálculo muito simples, que usa apenas a contagem de casos e que tem as seguintes propriedades: a) é uma extensão de uma distância usada em casos binários (Anderberg, 1973); b) se, como está mostrado mais adiante, para cada um dos anos escolhidos, fosse construído um mapa estatístico com três cores para indicar o terço em que se situou cada mesorregião, então ela pode ser entendida como uma distância entre os mapas; e c) ela pode ser aplicada em situações com um número maior de classes (por exemplo: quartos, quintos, etc.). Essa distância tem sido aplicada em outros estudos relacionados com a agricultura (Garagorry; Chaib Filho, 2008; Garagorry et al., 2015).

### Correlação

A designação genérica de “correlação” é utilizada, neste estudo, com referência à consideração simultânea de duas variáveis implicadas no cálculo da contribuição mesorregional para a folga de produtividade no respectivo estado. No caso, fixado um ano, foram colocadas numa tabela de contingência, análoga à mostrada na Tabela 2, as frequências de mesorregiões que aparecem no cruzamento dos terços de área colhida relativa ( $w_i^t$ ) e de folga de produtividade relativa ( $g_i^t$ ). Para cada variável, os terços foram determinados com o procedimento indicado na subseção Classificação para variáveis não aditivas.

Embora, em cada caso, seja possível estimar o coeficiente de contingência da tabela (Siegel, 1975) ou um coeficiente de correlação entre as duas variáveis, esse não é o interesse principal aqui. Simplesmente, as tabelas são utilizadas para identificar situações extremas, que podem merecer detalhamento ou ações específicas. Por exemplo, as mesorregiões que estão na célula  $c_{33}$  indicam situações nas quais, em termos relativos, isto é, dentro de seus respectivos estados, usou-se muita área, mas com alta folga de produtividade, isto é, com baixa produtividade.

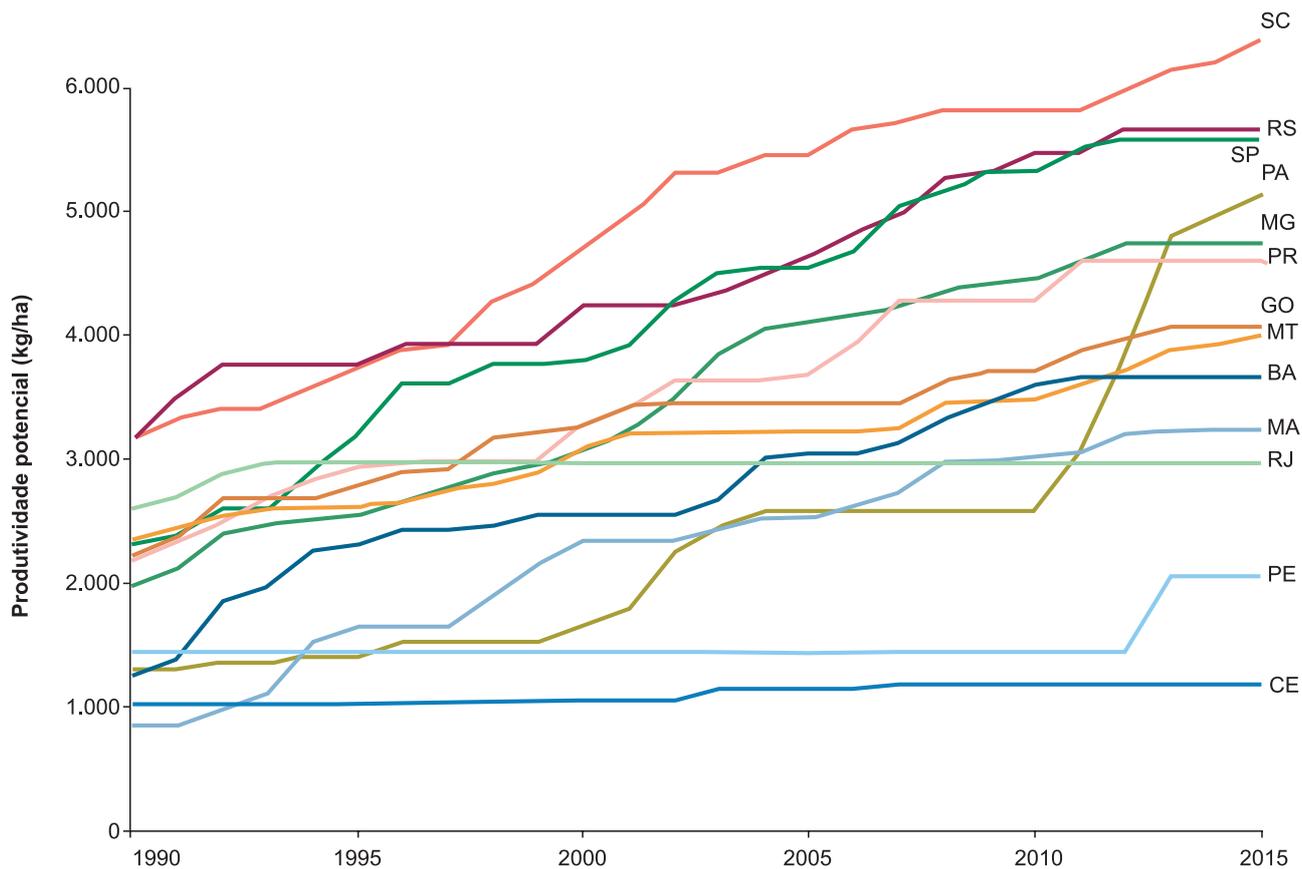
## Estimativas e análise das folgas de produtividade

### Potencial e folga de produtividade dos grãos em nível estadual

Esta subseção apresenta os resultados da estimação do potencial e da folga de produtividade dos grãos nos estados nos anos de 1990 a 2015. A Figura 2 mostra que, no período considerado, os potenciais estaduais absolutos, por construção, cresceram, mas com diferentes velocidades entre as unidades da Federação. A diferença entre o potencial mínimo e o máximo interestaduais também cresceu, de 2.323 kg/ha em 1990 (entre Maranhão e Santa Catarina) para 5.206 kg/ha (entre Ceará e Santa Catarina) em 2015.

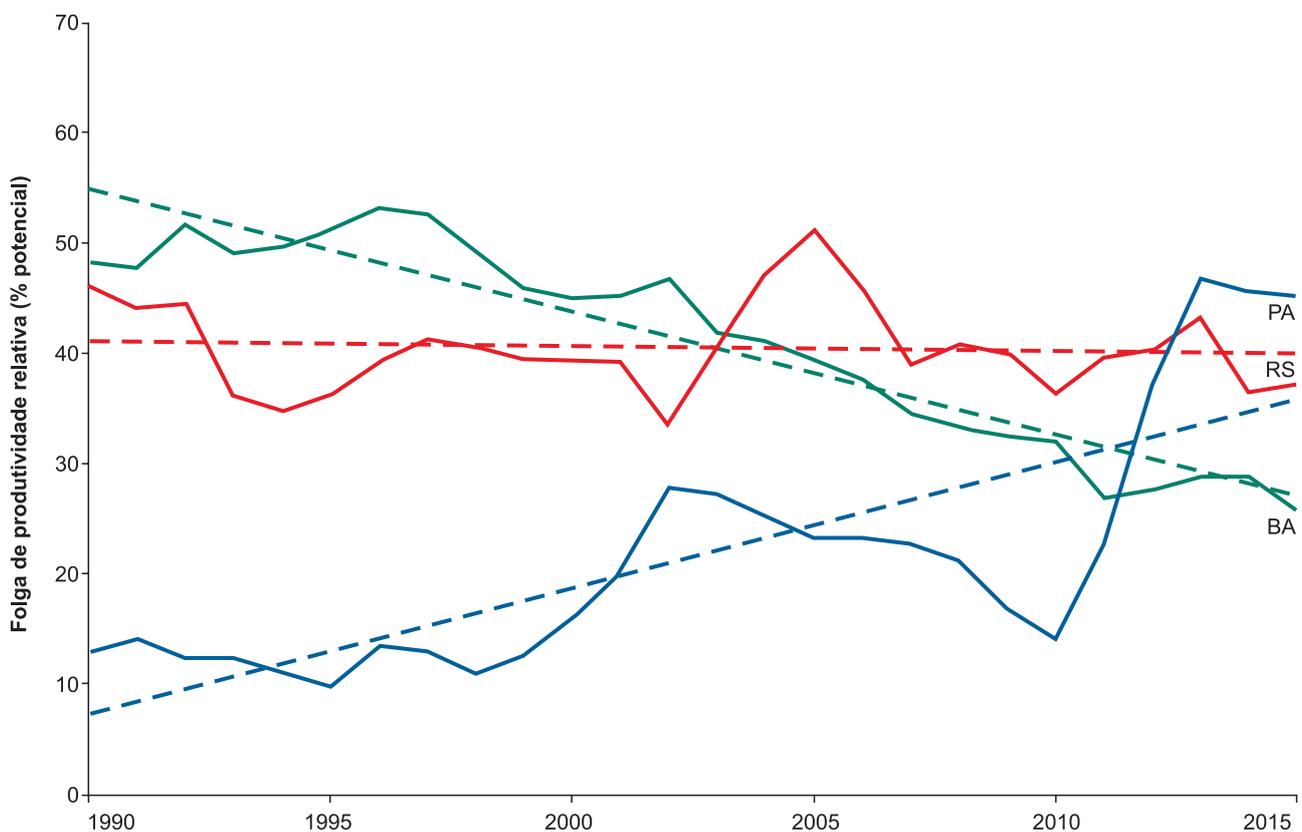
Chama a atenção a evolução do potencial no Pará, com crescimento muito acelerado a partir de 2010. O destaque nesse estado coube à mesorregião Marajó (código 1502), cuja produção de grãos avançou de 2.961 t em uma área de 1.977 ha, em 2010, para 23.316 t em 4.536 ha, no ano de 2015. Os dados desagregados originais revelam que o arroz teve papel preponderante nessa evolução.

Se o potencial, por construção, apresentou tendência generalizada de crescimento, a folga de produtividade relativa, que relativiza a produtividade média em termos do potencial, apresentou diferentes tendências entre os estados. A Figura 3 mostra os tipos de comportamentos da folga de produtividade relativa com três casos ilustrativos (PA, RS e BA); os dados para os demais estados constam da Tabela B2 do Anexo B. Utilizou-se a tendência linear como indicativo geral da evolução resultante, sem considerar a qualidade do ajuste.



**Figura 2.** Evolução da produtividade potencial de grãos nos estados entre 1990 e 2015 (Ver Tabela B1 do Anexo B).

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).



**Figura 3.** Evolução da folga de produtividade relativa em estados selecionados entre 1990 e 2015 (Ver Tabela B2 do Anexo B).

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

O estado do Pará apresentou clara tendência de crescimento da folga de produtividade relativa dos grãos no período. De forma menos pronunciada e com flutuações intermediárias, mas com tendência geral de crescimento, apareceram São Paulo, Ceará, Pernambuco, Paraná e Maranhão. Com tendência inversa, de decréscimo da folga de produtividade relativa, situaram-se os estados da Bahia, Mato Grosso, Santa Catarina, Goiás e Minas Gerais. E os estados do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro apresentaram folgas relativas praticamente estáveis ao longo do período.

A tendência evolutiva geral da folga de produtividade nos estados representa o efeito combinado das evoluções nas mesorregiões componentes. Por isso, dá indicativos de comportamentos intra-estaduais, o que seria interessante analisar com mais detalhe. Neste estudo, essa análise foi feita por meio da decomposição aditiva da folga de produtividade estadual transformada em percentuais de contribuição de cada mesorregião. Esses resultados estão apresentados no próximo item.

### Contribuições mesorregionais para a formação das folgas de produtividade estaduais

Dentro de cada unidade da Federação, ano a ano, as mesorregiões foram alocadas em três classes (terços) com base no percentual de contribuição para a formação da folga de produtividade estadual, seguindo o algoritmo descrito no item Classificação. A Tabela 3, a Figura 4 e a Tabela B3 do Anexo B ilustram os resultados para os anos de 1995, 2005 e 2015.

**Tabela 3.** Distribuição das mesorregiões em três classes de contribuição para a folga de produtividade estadual em 1995, 2005 e 2015<sup>(1)</sup>.

Unidade da Federação	1995			2005			2015			Total (T1+T2+T3)
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
Pará	5	0	1	4	1	1	4	1	1	6
Maranhão	2	1	2	2	1	2	2	1	2	5
Ceará	5	1	1	5	1	1	5	1	1	7
Pernambuco	3	1	1	3	1	1	3	1	1	5
Bahia	5	1	1	5	1	1	4	1	2	7
Minas Gerais	7	3	2	9	2	1	9	1	2	12
Rio de Janeiro	3	1	2	3	2	1	3	2	1	6
São Paulo	11	2	2	11	2	2	11	2	2	15
Paraná	5	3	2	6	2	2	5	3	2	10
Santa Catarina	5	0	1	4	1	1	4	1	1	6
Rio Grande do Sul	6	0	1	6	0	1	6	0	1	7
Mato Grosso	3	1	1	3	1	1	4	0	1	5
Goiás	3	1	1	4	0	1	3	1	1	5
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>65</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>63</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>96</b>
<b>Distribuição média (%)</b>	<b>65,6</b>	<b>15,6</b>	<b>18,7</b>	<b>67,7</b>	<b>15,6</b>	<b>16,7</b>	<b>65,6</b>	<b>15,6</b>	<b>18,7</b>	<b>100,0</b>

<sup>(1)</sup>Ver algoritmo de classificação para variáveis aditivas. Diferenças com 100% nas somas das distribuições médias devem-se ao arredondamento. Ver Tabela B3 do Anexo B.

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

As distribuições médias presentes na última linha da Tabela 3 são as médias das distribuições estaduais, ponderadas pelo número de mesorregiões na margem direita da tabela (coluna Total). Também podem ser obtidas dividindo-se as distribuições das frequências absolutas por 96.

Quando se consideram os 26 anos do período de 1990 a 2015, em média, no País, 18,2% das ocorrências contribuíram individualmente mais (pertenceram à classe T3) para a formação das folgas

de produtividade dos respectivos estados. No outro extremo, 65,7% das ocorrências contribuíram individualmente pouco. Isso é uma manifestação de concentração em que, anualmente, poucas mesorregiões contribuem muito e muitas contribuem pouco para a formação das folgas estaduais.

Para ilustrar o que tem ocorrido no conjunto do País, a Figura 4 apresenta a classificação de contribuição para a folga de produtividade das mesorregiões dentro de cada estado, em anos selecionados.

No ano de 2015, as mesorregiões que formaram a classe T3 foram as seguintes (o código do IBGE aparece entre parênteses): Sudeste Paraense (1506), com contribuição de 60,46%; Centro Maranhense (2103) e Leste Maranhense (2104), com 25,68% e 33,14%, respectivamente; Sertões Cearenses (2304), com 38,93%; Agreste Pernambucano (2603), com 49,52%; Centro Norte Baiano (2903) e Nordeste Baiano (2904), com 26,60% e 28,49%, respectivamente; Noroeste de Minas (3101) e Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (3105), com 27,58% e 32,98%, respectivamente; Noroeste Fluminense (3301), com 48,19%; Assis (3510) e Itapetininga (3511), em SP, com 27,52% e 19,65%, respectivamente; Norte Central Paranaense (4103) e Norte Pioneiro Paranaense (4104), com 17,88% e 17,13%, respectivamente; Oeste Catarinense (4201), com 49,36%; Noroeste Rio-grandense (4301), com 66,78%; Norte Mato-grossense (5101), com 74,45%; e Sul Goiano (5205), com 60,86%.

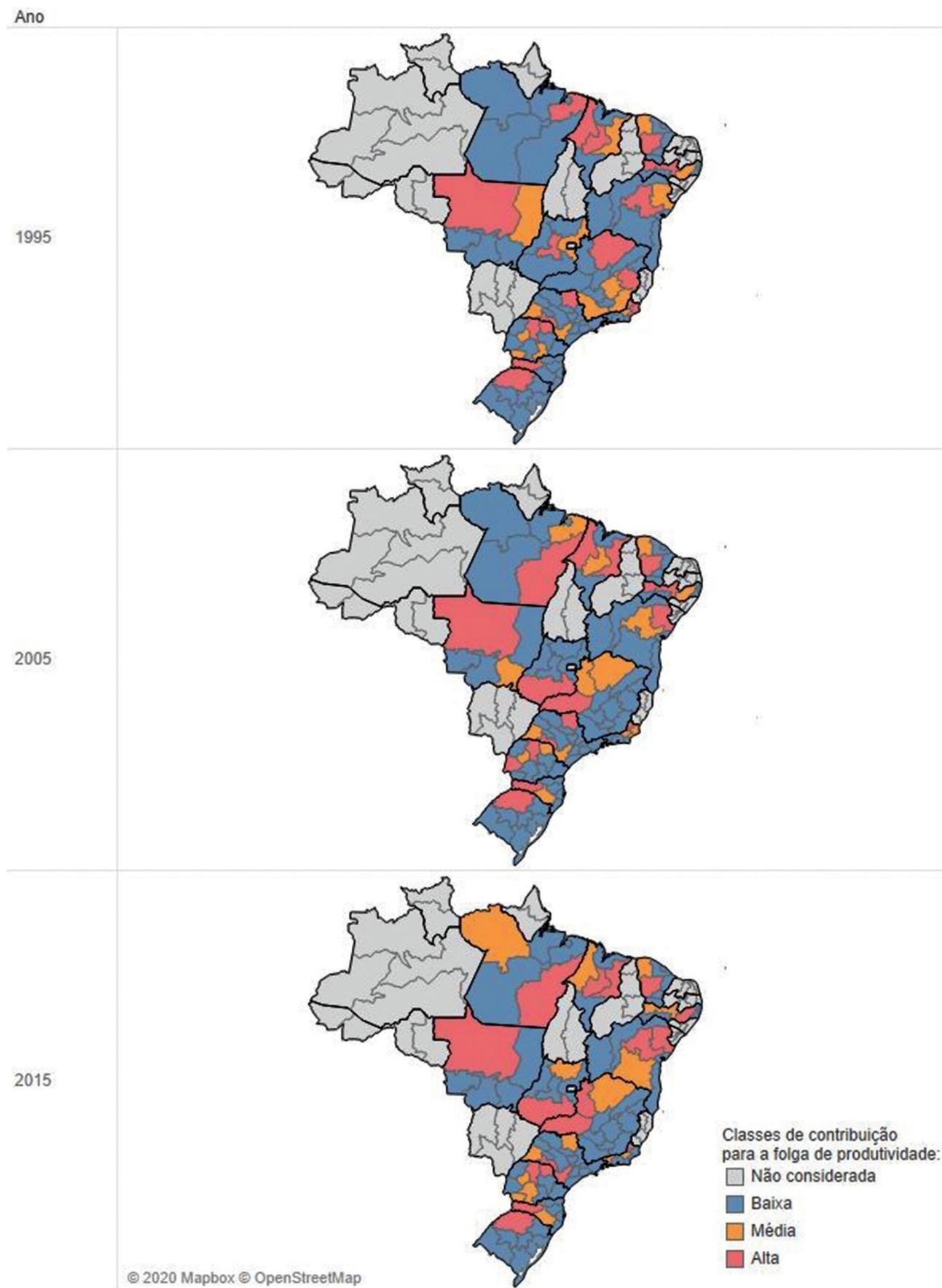
Considerando todos os anos entre 1990 e 2015, um grupo de mesorregiões figurou na mesma classe durante a maior parte do período. Na classe T3 ou terço superior, isto é, entre as que individualmente contribuíram mais para a formação da folga de produtividade estadual, persistiram: Sertões Cearenses (2304), Sertão Pernambucano (2601), Norte de Minas (3102), Noroeste Fluminense (3301), Assis (3510, em SP), Norte Central Paranaense (4103), Oeste Catarinense (4201), Noroeste Rio-grandense (4301), Norte Mato-grossense (5101) e Sul Goiano (5205). Com exceção da mesorregião Norte de Minas (3102), elas tiveram produção relevante (em volume) nos seus estados, mas com produtividades muito abaixo dos respectivos potenciais. Na classe T1 ou terço inferior, persistiu um conjunto de 51 mesorregiões distribuídas por todo o País. Diversas delas apresentavam produção relativa baixa, mas produtividades elevadas. Por outro lado, nessa classe, houve também os casos das mesorregiões Sul Maranhense (2105) e Extremo Oeste Baiano (2901), com produção e produtividade relativamente elevadas.

Distintamente, houve mesorregiões que apresentaram grandes variações relativas ao longo do período, aparecendo nas três classes em diferentes momentos. Foram elas: Oeste Maranhense (2102), Centro Sul Baiano (2906), Zona da Mata (3112, MG), Ribeirão Preto (3502) e Itapetininga (3511), ambas em São Paulo, e Sudoeste Paranaense (4107). Além desses casos, situações intermediárias as mais diversas ocorreram.

Observando-se a situação ano a ano, como ilustrado na Figura 4, é possível perceber que algumas mesorregiões mudaram de classe de um ano para outro, ou seja, houve mudanças nas contribuições mesorregionais para a folga de produtividade dos grãos nos estados, o que é uma manifestação da dinâmica das folgas de produtividade. O passo seguinte é avaliar essas mudanças. Os resultados descritos na sequência mostram a abordagem aqui adotada para isso.

### **Dinâmica das contribuições mesorregionais para as folgas de produtividade estaduais**

Inicialmente, os estados foram considerados individualmente. Nesse sentido, o método descrito no item Distâncias, no tocante a distribuições, foi aplicado às séries de distribuições percentuais das contribuições mesorregionais para a formação da folga de produtividade dos grãos nos estados. As distâncias L1 resultantes constam da Tabela 4. Elas representam uma medida da magnitude da mudança nas contribuições mesorregionais para a formação da folga de produtividade em cada estado ao longo do tempo.



**Figura 4.** Distribuição das mesorregiões em três classes de contribuição para a folga de produtividade nos estados em 1995, 2005 e 2015 (Ver Tabela B3 do Anexo B).

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

**Tabela 4.** Distâncias L1 entre as distribuições percentuais das contribuições mesorregionais para a formação da folga de produtividade estadual entre pares de anos selecionados<sup>(1)</sup>.

Unidade da Federação	Ano inicial – Ano final					Total 1990–2015
	1990–1995	1995–2000	2000–2005	2005–2010	2010–2015	
Pará	7,44	46,89	15,73	39,42	62,24	79,82
Maranhão	35,87	2,76	2,83	3,38	6,18	26,89
Ceará	9,35	3,21	7,92	7,53	8,80	15,73
Pernambuco	5,28	6,81	5,58	4,95	13,31	7,71
Bahia	6,30	8,65	7,06	12,53	13,08	18,57
Minas Gerais	5,47	12,55	39,32	18,37	33,39	52,77
Rio de Janeiro	5,98	11,40	13,01	4,05	12,38	38,74
São Paulo	22,58	11,28	12,08	21,99	8,55	24,31
Paraná	13,96	16,08	21,88	8,07	16,32	15,42
Santa Catarina	8,50	2,68	8,75	7,97	7,80	29,24
Rio Grande do Sul	1,94	2,25	9,98	2,67	7,68	16,17
Mato Grosso	6,85	15,11	21,21	15,60	7,07	21,24
Goiás	3,60	65,52	25,14	16,75	11,36	60,86

<sup>(1)</sup>Situações individuais na Tabela B3 do Anexo B.

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

A maior mudança intraestadual ocorrida entre os anos de 1990 e 2015 deu-se no Pará, com  $d$  (1990, 2015) de quase 80 pontos percentuais. Observando os subperíodos sucessivos, verifica-se que o lustro final, de 2010 para 2015, registrou mudanças relativamente mais importantes (acima de 62 pontos percentuais). Nesse estado, as maiores alterações em termos de contribuição para a formação da folga de produtividade estadual foram verificadas nas mesorregiões Nordeste Paraense (1504), de 86,60%, em 1990, para 11,22%, em 2015, e Sudeste Paraense (1506), de 0 para 60,46%. Na primeira mesorregião, observou-se crescimento da produtividade concomitante à redução da área colhida de grãos, ao passo que, na segunda, a área aumentou proporcionalmente mais que a produtividade.

Mudanças notáveis também aconteceram no estado de Goiás, sobretudo no subperíodo de 1995 a 2000. Nesse estado, a mesorregião Sul Goiano (5205) aumentou significativamente sua contribuição para a formação da folga de produtividade no estado, com grande expansão da área para a produção de grãos; a produtividade, contudo, não acompanhou o mesmo ritmo, inclusive estabilizando-se nos últimos anos do período.

Por outro lado, as mesorregiões Centro Goiano (5203) e Leste Goiano (5204) reduziram suas contribuições, de maneira mais acentuada no primeiro caso, mas com comportamentos diferentes: o Centro Goiano registrou redução da área colhida de grãos, com crescimento lento da produtividade; já no Leste Goiano tanto a área quanto a produtividade apresentaram crescimento.

Observando os resultados nos subperíodos sucessivos, percebe-se que mudanças internas ocorreram em diferentes velocidades entre os estados. Chamam a atenção, pela elevada velocidade, os subperíodos 1990–1995 no Maranhão (35,9 p.p.), 1995–2000 em Goiás (65,5 p.p.), 2000–2005 e 2010–2015 em Minas Gerais (39,3 p.p. e 33,4 p.p., respectivamente), e 1995–2000, 2005–2010 e 2010–2015 no Pará (46,9 p.p., 39,4 p.p. e 62,2 p.p.). Por outro lado, houve subperíodos em que as mudanças foram lentas, por exemplo 1990–1995, 1995–2000 e 2005–2010 no Rio Grande do Sul (1,9 p.p., 2,3 p.p. e 2,7 p.p., respectivamente), 1995–2000 no Maranhão, no Ceará e em Santa Catarina (2,8, p.p., 3,2 p.p. e 2,7 p.p.), e 2000–2005 e 2005–2010 no Maranhão (2,8 p.p. e 3,4 p.p.).

Até aqui, ficou claro que, em um ano, as mesorregiões contribuem distintamente para a formação da folga de produtividade estadual dos grãos e que, ao longo do tempo, essa participação muda.

Nesse sentido, com referência à Figura 4, é possível calcular medidas agregadas do conjunto de mudanças que ocorreram entre dois anos nas classes das mesorregiões. Na prática, isso significa calcular distâncias entre os respectivos mapas, na forma indicada no item Distâncias com referência a listas ternárias.

Uma forma de representar numericamente esses mapas, apenas contando as mesorregiões, é por meio de tabelas de contingência. A Tabela 5 reúne três tabelas de contingência com as classificações entre pares de anos.

**Tabela 5.** Tabelas de contingência com as frequências de mesorregiões nas classes de contribuição para a folga de produtividade nos respectivos estados, em pares de anos selecionados<sup>(1)</sup>.

Situação inicial	Situação final			Total	Mudança	Distância (pontos percentuais)
	T1	T2	T3			
<b>1995</b>	<b>2005</b>					
T1	56	3	4	<b>63</b>	<b>7</b>	
T2	7	6	2	<b>15</b>	<b>9</b>	
T3	2	6	10	<b>18</b>	<b>8</b>	
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>96</b>	<b>24</b>	<b>25,00</b>
<b>2005</b>	<b>2015</b>					
T1	59	6	0	<b>65</b>	<b>6</b>	
T2	3	6	6	<b>15</b>	<b>9</b>	
T3	1	3	12	<b>16</b>	<b>4</b>	
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>96</b>	<b>19</b>	<b>19,79</b>
<b>1995</b>	<b>2015</b>					
T1	53	6	4	<b>63</b>	<b>10</b>	
T2	6	5	4	<b>15</b>	<b>10</b>	
T3	4	4	10	<b>18</b>	<b>8</b>	
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>96</b>	<b>28</b>	<b>29,17</b>

<sup>(1)</sup>Situações individuais na Tabela B3 do Anexo B.

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

Em todos os casos, o total de mesorregiões envolvidas foi de 96. Note-se que as distribuições marginais nessas tabelas coincidem com as distribuições médias que aparecem na linha “Total” da Tabela 3.

Para uma distância que pode tomar valores entre 0 e 100 pontos percentuais, o valor de 29,17 p.p. indica que, de 1995 para 2015, houve numerosas alterações nas posições relativas das mesorregiões (de fato, houve 28 mudanças de classes num total de 96 possíveis). As distâncias intermediárias também indicam que houve muitas alterações, nos respectivos subperíodos, nas classes de contribuição para a formação da folga total de produtividade em diversos estados, e mostram que a velocidade de mudança foi maior de 1995 para 2005 do que de 2005 para 2015.

Além de facilitar a organização dos cálculos para avaliar a importância das mudanças mediante uma métrica muito simples, as tabelas de contingência permitem destacar algumas situações que merecem uma investigação mais detalhada. Por exemplo, de 1995 para 2005, quatro mesorregiões mudaram de T1 (baixa contribuição para a folga no estado) para T3 (alta contribuição). São elas, conforme a Tabela B3 do Anexo B: Sudeste Paraense (1506), Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (3105), Oeste Paraense (4106) e Sul Goiano (5205). Em princípio, tendo em vista o aumento dos potenciais estaduais ao longo de dez anos, o acontecido não quer dizer, necessariamente, que a produtividade tenha diminuído nessas mesorregiões. Pode ter aumentado em todas, mas em menor proporção que noutras dos mesmos estados.

Um aspecto adicional a se avaliar é a correlação, em cada ano, entre as variáveis que compõem a contribuição mesorregional para a formação da folga de produtividade em cada estado. Esse é o foco do item seguinte.

### Correlação entre área colhida e folga de produtividade relativas

A correlação foi operacionalizada por meio do cruzamento, em tabelas de contingência, entre classes formadas com base na área colhida relativa e na folga de produtividade relativa. As mesorregiões foram alocadas nas classes de acordo com o algoritmo descrito no item Classificação para variáveis não aditivas. Como resultado, em cada ano, obteve-se uma tabulação no formato da Tabela 2. A Tabela 6 ilustra as tabelas de contingência resultantes para anos selecionados no período de 1990 a 2015. Foram omitidos os totais marginais das tabelas de contingência, porque em todas elas a frequência total foi de 96 e as frequências marginais (tanto nas linhas quanto nas colunas) foram todas iguais a 32, que é justamente um terço de 96.

Em cada ano, os casos situados na célula  $c_{31}$  (ver Tabela 2) podem ser considerados os melhores, isto é, com alta área relativa ( $w_i$ ) e baixa folga de produtividade relativa ( $g_j$ ); ou seja, são considerados desejáveis. Em todo o período analisado, 24 mesorregiões apresentaram-se nessa situação, nalgum ano. Quatro delas, quais sejam o Extremo Oeste Baiano (2901), o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (3105), o Sudeste Mato-grossense (5105) e o Sul Goiano (5205), persistiram com altas áreas e baixas folgas de produtividade relativas nos respectivos estados em todos os anos.

**Tabela 6.** Tabelas de contingência entre área colhida e folga de produtividade relativas de 1990 a 2015 (anos selecionados)<sup>(1)</sup>.

Ano	Área colhida relativa	Folga de produtividade relativa		
		Baixa	Média	Alta
1990	Baixa	7	13	12
	Média	14	12	6
	Alta	11	7	14
1995	Baixa	3	18	11
	Média	17	9	6
	Alta	12	5	15
2000	Baixa	5	13	14
	Média	15	12	5
	Alta	12	7	13
2005	Baixa	9	9	14
	Média	13	13	6
	Alta	10	10	12
2010	Baixa	7	11	14
	Média	13	11	8
	Alta	12	10	10
2015	Baixa	11	10	11
	Média	9	12	11
	Alta	12	10	10

<sup>(1)</sup> Ver Tabela B4 do Anexo B.

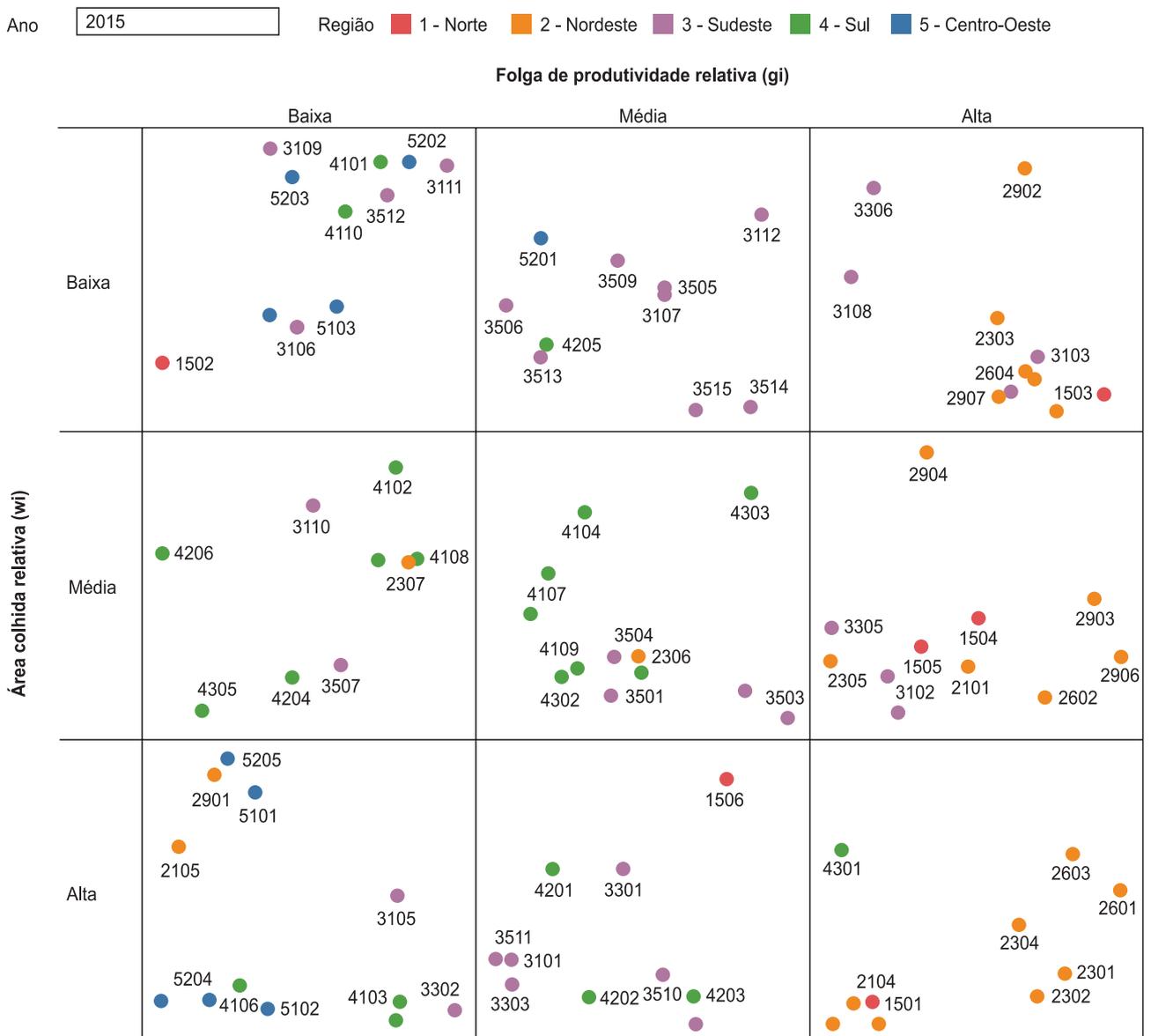
Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

Menos persistentes, mas com presença assídua no grupo, apareceram as mesorregiões Norte Mato-grossense (5101), Oeste Paranaense (4106), Sul Maranhense (2105), Noroeste de Minas (3101) e Sudeste Paraense (1506).

Noutra posição, os casos situados na célula  $c_{33}$  podem ser considerados os piores; isto é, correspondem a mesorregiões que alocaram grande extensão de área para a produção de grãos, mas, no contexto estadual, tiveram alta folga de produtividade, ou seja, baixa produtividade. Vinte mesorregiões encontraram-se nessa situação durante um ou mais anos ao longo do período analisado, metade delas com elevada frequência. O Noroeste Cearense (2301), o Sertão Pernambucano (2601) e o Agreste Pernambucano (2603) persistiram na célula  $c_{33}$  em todos os anos entre 1990 e 2015; e o conjunto formado pelas mesorregiões Nordeste Paraense (1504), Centro Maranhense (2103), Leste Maranhense (2104), Norte Cearense (2302), Sertões Cearenses (2304), Nordeste Baiano (2904) e Noroeste Rio-grandense (4301) integrou o grupo durante boa parte do período.

Para o ano mais recente do período, 2015, a situação foi detalhada, identificando as mesorregiões em cada célula da tabela de contingência, conforme ilustrado na Figura 5. Os dados usados na construção dessa figura estão na Tabela B4 do Anexo B.

É notável o predomínio de mesorregiões do Sul e do Centro-Oeste na célula  $c_{31}$ ; por outro lado, na célula  $c_{33}$ , as mesorregiões do Nordeste é que têm mais presença.



**Figura 5.** Alocação das mesorregiões em classes de área colhida e folga de produtividade relativas em 2015 (Ver Tabela B4 do Anexo B).

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

Na Tabela 7, apresenta-se o detalhamento das mesorregiões nessas células. Como foi comentado anteriormente, o algoritmo de classificação distribuiu as mesorregiões de modo uniforme em cada variável, sendo que todos os totais marginais foram iguais a 32. No entanto, em termos das variáveis consideradas, pode existir muita variabilidade dentro de cada célula, como de fato se observa na Tabela 7.

Entre os casos considerados de pior desempenho em 2015, a área colhida de grãos ocupou de 104 mil hectares, no Baixo Amazonas (1501, PA), a quase 4,4 milhões de hectares, no Noroeste Rio-grandense (4301), e os extremos mínimo e máximo das folgas de produtividade ficaram em 875 kg/ha, nos Sertões Cearenses (2304), e 2.676 kg/ha, no Noroeste Rio-grandense, respectivamente.

**Tabela 7.** Atributos das mesorregiões enquadradas nas células  $c_{31}$  (melhores) e  $c_{33}$  (piores) da tabela de contingência entre área colhida relativa e folga de produtividade relativa em 2015.

Unidade da Federação	Mesorregião	Área colhida	Área colhida relativa	Folga de produtividade absoluta	Folga de produtividade relativa
<b>Melhores</b>					
Maranhão	Sul Maranhense	870.988	0,53	39	1,21
Bahia	Extremo Oeste Baiano	2.124.809	0,69	139	3,77
Minas Gerais	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	1.314.844	0,42	817	17,23
Rio de Janeiro	Norte Fluminense	918	0,15	638	21,41
Paraná	Norte Central Paranaense	1.680.894	0,18	812	17,57
	Oeste Paranaense	1.993.377	0,21	265	5,74
Rio Grande do Sul	Sudoeste Rio-grandense	1.102.692	0,13	971	17,13
Mato Grosso	Norte Mato-grossense	8.702.908	0,65	272	6,79
	Nordeste Mato-grossense	2.086.964	0,16	309	7,72
	Sudeste Mato-grossense	2.201.163	0,16	0	0,00
Goiás	Leste Goiano	890.533	0,17	140	3,42
	Sul Goiano	3.737.584	0,73	194	4,76
<b>Piores</b>					
Pará	Baixo Amazonas	104.305	0,17	2.629	51,15
Maranhão	Oeste Maranhense	204.739	0,12	1.480	45,58
	Centro Maranhense	201.435	0,12	1.704	52,50
	Leste Maranhense	278.836	0,17	1.590	48,96
Ceará	Noroeste Cearense	215.434	0,24	952	80,18
	Norte Cearense	167.205	0,18	906	76,35
	Sertões Cearenses	318.599	0,35	875	73,69
Pernambuco	Sertão Pernambucano	113.133	0,43	1.822	88,53
	Agreste Pernambucano	134.785	0,51	1.676	81,44
Rio Grande do Sul	Noroeste Rio-grandense	4.388.994	0,52	2.676	47,17

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

Entre as mesorregiões com melhor colocação em 2015, a área colhida de grãos variou de 918 hectares, no Norte Fluminense (3302), a mais de 8,7 milhões de hectares, no Norte Mato-grossense (5101). Em termos da produtividade, o Sudeste Mato-grossense (5105) esteve no limite do potencial (folga igual a zero), enquanto o Norte Fluminense apresentou folga de 21,41% do máximo estadual. Esses números revelam mais uma faceta da heterogeneidade espacial da produção agrícola no País, que acontece em qualquer ano considerado. Todavia, existe a mobilidade ao longo dos anos. Nesse sentido, as frequências que aparecem em cada tabela de contingência da Tabela 6 determinam uma distribuição em nove classes do total de 96 casos, e a distância L1 pode ser usada para avaliar

o conjunto das mudanças ocorridas nas frequências dessas classes entre anos selecionados. A Tabela 8 apresenta as distâncias entre essas tabelas de contingência.

**Tabela 8.** Distâncias L1 entre as tabelas de contingência contidas na Tabela 6.

Ano inicial	Ano final				
	1995	2000	2005	2010	2015
1990	10,42	4,17	8,33	8,33	13,54
1995	-	10,42	18,75	16,67	21,88
2000	-	-	9,38	8,33	15,63
2005	-	-	-	6,25	10,42
2010	-	-	-	-	8,33

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

Esses resultados informam que o número de mesorregiões que integram as células das tabelas de contingência formadas a partir do cruzamento da área colhida e da folga de produtividade relativas mudam frequentemente, e o mesmo acontece, no plano individual, com muitas das mesorregiões alocadas nessas classes, como se pode ver na Tabela B4 do Anexo B. Desse modo, é recomendável acompanhar, não só em termos de variáveis tradicionais (por exemplo: área colhida, quantidade produzida e produtividade), mas também com respeito à folga de produtividade, o desempenho das mesorregiões que mais podem impactar no nível estadual.

## Considerações finais

Em geral, o grande benefício do conceito de produtividade potencial é fechar a escala da produtividade, de modo a enquadrar a evolução e as expectativas de crescimento dentro de limites razoáveis. A análise da folga da produtividade compara as produtividades médias registradas com o potencial estimado para avaliar a magnitude do progresso havido ou possível em uma escala espacial e temporal de interesse.

Há diversos métodos para operacionalizar a produtividade potencial, sendo os mais tradicionais baseados em modelos de simulação. No entanto, eles podem incorporar muitos parâmetros e requerer dados específicos de condições biofísicas, genética e manejo agrônomo, que frequentemente não estão disponíveis ou não são diretamente compatíveis com as estatísticas de produção agrícola, comumente utilizadas para estabelecer os valores médios.

Este estudo aplicou o método estatístico originalmente proposto por Ramos e Garagorry (2018) para operacionalizar a produtividade potencial. Trata-se de um método estatístico, territorialmente hierárquico, temporalmente adaptativo e exclusivamente baseado nas estatísticas de produção agrícola. Esse método apresenta algumas vantagens em relação aos métodos tradicionais, tais como:

- dispensa conhecimentos e dados específicos da fisiologia da planta, solos e clima das regiões de interesse;
- os dados necessários em geral existem, estão disponíveis e podem ser acessados com facilidade;
- permite lidar com agregados (como os grãos, tratados neste estudo), além de poder ser aplicado às mais diversas culturas individuais, tanto permanentes quanto temporárias;

- permite lidar com diversos níveis territoriais sem incorrer em erros de compatibilização de escalas;
- resulta em estimativas factualmente estabelecidas.

Na aplicação apresentada neste estudo, o método estatístico foi usado para determinar potenciais em cada estado, a partir das mesorregiões componentes (hierarquia territorial). Encontraram-se diferenças interestaduais acentuadas de magnitude dos potenciais estimados, sendo os casos extremos, em 2015, o do Ceará, com o menor valor (1.187 kg/ha), e o de Santa Catarina, com o maior (6.393 kg/ha).

Em cada ano e em cada estado, uma vez estimado o valor máximo de referência para o agregado grãos, foi calculada a folga de produtividade no estado e nas suas mesorregiões mediante a comparação desse potencial com os respectivos valores registrados nas estatísticas. Assim como acontece com a produtividade, a folga no estado corresponde à média (de razões) das folgas nas mesorregiões. Por decomposição aditiva, determinaram-se, ano a ano, as contribuições absolutas (em kg/ha) e relativas (em %) de cada mesorregião para a formação da folga de produtividade estadual. Na perspectiva intraestadual, verificou-se que um número maior de mesorregiões contribuem individualmente pouco para a formação da folga de produtividade estadual dos grãos (em média, 66% dos casos) e que um número menor (em média, 18%) responde individualmente mais por essa folga. Essa contribuição, é bom reforçar, deve-se ao efeito combinado da área dedicada à produção de grãos e da folga de produtividade na mesorregião.

A comparação interanual das distribuições percentuais das contribuições mesorregionais para a formação das folgas de produtividade nos estados revela a ocorrência de mudanças ao longo do tempo, isto é, mesorregiões que, em certo momento, contribuíam mais passaram, algum tempo depois, a contribuir menos e vice-versa. Essas mudanças são manifestações da dinâmica da folga de produtividade, e seu estudo requer a utilização de algum conceito de distância. Para mensurar a magnitude dessas mudanças, foram calculadas as distâncias L1 entre as distribuições em um ano inicial e um ano final. Essas distâncias tomam valores entre 0 e 100 pontos percentuais. Considerando o ano inicial de 1990 e o ano final de 2015, encontraram-se valores tão elevados para a distância L1 como 79,82 no Pará e 60,86 em Goiás. Já considerando-se subperíodos sucessivos de cinco anos, verifica-se que a dinâmica de mudanças internas nos estados em termos das contribuições mesorregionais para a formação da folga de produtividade estadual, no caso dos grãos, manifesta-se com velocidades distintas. Por exemplo, valores comparativamente altos das distâncias L1 ocorreram no subperíodo 1995–2000 em Goiás (65,5 p.p.) e no subperíodo 2010–2015 no Pará (62,2 p.p.); por outro lado, valores comparativamente baixos corresponderam aos subperíodos 1990–1995, 1995–2000 e 2005–2010 no Rio Grande do Sul (1,9 p.p., 2,3 p.p. e 2,7 p.p., respectivamente).

Para a análise conjunta do ocorrido no nível estadual, preferiu-se utilizar valores relativos, tomando a área e a folga com relação à área total e à produtividade potencial no estado, respectivamente. Esse procedimento usou a classificação das mesorregiões, anualmente, em três classes de cada variável de forma independente. Posteriormente, essas classes foram cruzadas e dispostas na forma de tabelas de contingência para cada ano. Elas facilitaram identificar, em cada ano, as mesorregiões que apresentaram os melhores e piores comportamentos em termos da combinação entre área colhida e folga de produtividade relativas.

Em 2015, por exemplo, foi notável o predomínio de mesorregiões do Sul e do Centro-Oeste na célula  $c_{31}$ , que reuniu as mesorregiões consideradas melhores, isto é, com alta área relativa e baixa folga de produtividade relativa. Noutra posição, consideradas em pior situação – agrupadas na célula  $c_{33}$ , com alta área relativa e alta folga de produtividade relativa –, predominaram mesorregiões nordestinas.

Nesse mesmo ano, entre as mesorregiões situadas na célula  $c_{31}$ , a área colhida de grãos variou de 918 hectares, no Norte Fluminense, a mais de 8,7 milhões de hectares, no Norte Mato-grossense. Em termos da produtividade, o Sudeste Mato-grossense estava no limite do potencial (folga igual a zero), enquanto o Norte Mato-grossense apresentava folga de 21,41% do máximo estadual.

Entre os casos considerados de pior desempenho, a área colhida de grãos ocupou entre 104 mil hectares, no Baixo Amazonas (PA), e quase 4,4 milhões de hectares, no Noroeste Rio-grandense (RS), e os extremos mínimo e máximo das folgas de produtividade ficaram em 875 kg/ha, nos Sertões Cearenses, e 2.676 kg/ha, no Noroeste Rio-grandense (RS), respectivamente.

Esses resultados ilustram como a estimação da folga de produtividade combinada com análise de correlação pode ser uma abordagem útil para identificar situações diferentes e indicar casos de interesse para estudos mais detalhados ou ações específicas. No tema aqui tratado, por exemplo, as mesorregiões de pior desempenho poderiam ser candidatas prioritárias ao detalhamento por cada produto do agregado grãos, de modo a motivar pesquisas orientadas à identificação de causas e avaliação de opções de manejo, de tecnologias e de políticas voltadas à redução da folga nessas áreas do território. Além disso, na continuidade da aplicação do enfoque hierárquico do método apresentado neste estudo, é possível realizar-se, nessas mesorregiões, um tratamento similar, considerando as microrregiões nelas contidas.

Em termos mais gerais, a análise da folga de produtividade, segundo o enfoque estatístico aqui apresentado, permite enquadrar exercícios de projeção e de otimização para um horizonte de poucos anos, com base em estimativas realistas das produtividades alcançáveis no futuro próximo.

## Referências

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2013/14: décimo levantamento, v. 1, n. 10, p. 1-86, jul. 2014.
- AGGARWAL, P. K.; HEBBAR, K. B.; VENUGOPALAN, M. V.; RANI, S.; BALA, A.; BISWAL, A.; WANI, S. P. **Quantification of yield gaps in rain-fed rice, wheat, cotton and mustard in India**. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 2008. 30 p. (Global Theme on Agroecosystems Report, n. 43).
- ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision**. Rome: Agricultural Development Economics Division, FAO, 2012. 147 p. (ESA Working Paper, n. 12-03).
- ANDERBERG, M. R. **Cluster analysis for applications**. New York: Elsevier: Academic Press, 1973. 376 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio: Brasil 2016/17 a 2026/27: projeções de longo prazo**. Brasília, DF: MAPA, 2017. 103 p.
- EVANS, L. T.; FISCHER, R. A. Yield potential: its definition, measurement, and significance. **Crop Science**, v. 39, n. 6, p. 1544-1551, 1999.
- EVERITT, B. S. **The analysis of contingency tables**. London: Chapman and Hall, 1977. 128 p.
- FAO. **How to feed the world in 2050**. Rome, 2009. 35 p.
- GARAGORRY, F. L. **Agrotec**: [base de dados]. [Brasília, DF: Embrapa, 1993]. Acesso restrito.
- GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Elementos de agrodinâmica**. Brasília, DF: Embrapa, Secretaria de Gestão Estratégica, 2008. 72 p. Relatório de pesquisa.
- GARAGORRY, F. L.; MIRANDA, E. E. de; MAGALHÃES, L. A. **MATOPIBA**: evolução recente da produção de grãos. Campinas: Embrapa, 2015. 69 p. (Embrapa. Nota Técnica GITE, 9).
- GARAGORRY, F. L.; PENTEADO FILHO, R. de C. **Concentração espacial e dinâmica de produtos agropecuários**. Brasília, DF: Embrapa, Secretaria de Gestão Estratégica, 2012. 305 p. Disponível em: <<http://www22.sede.embrapa.br/web/sge01/estatisticaagricola/dinamica/produtosagropec.pdf>>. Acesso em: 5 set. 2017.

GRASSINI, P.; BUSSEL, L. G. J. van; VAN WART, J.; WOLF, J.; CLAESSENS, L.; YANG, H.; BOOGAARD, H.; GROOT, H. de; ITTERSUM, M. K. van; CASSMAN, K. G. How good is good enough? Data requirements for reliable crop yield simulations and yield-gap analysis. **Field Crops Research**, v. 177, p. 49-63, 2015.

IBGE. **Divisão regional do Brasil**: [divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas]. [Rio de Janeiro: Coordenação de Geografia, Diretoria de Geociências], 1990. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 5 maio 2017.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção agrícola municipal**: [1990 a 2015]. [Rio de Janeiro], 1990-2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 5 maio 2017.

ITTERSUM, M. K. van; CASSMAN, K. G.; GRASSINI, P.; WOLF, J.; TITTONELL, P.; HOCHMAN, Z. Yield gap analysis with local to global relevance: A review. **Field Crops Research**, v. 143, p. 4-17, 2013.

LABORTE, A. G.; BIE, K. de; SMALING, E. M. A.; MOYA, P. F.; BOLING, A. A.; ITTERSUM, M. K. van. Rice yields and yield gaps in Southeast Asia: past trends and future outlook. **European Journal of Agronomy**, v. 36, n. 1, p. 9-20, 2012.

LOBELL, D. B.; CASSMAN, K. G.; FIELD, C. B. Crop yield gaps: their importance, magnitudes, and causes. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, n. 1, p. 179-204, 2009.

MARIN, F. R.; MARTA JUNIOR, G. B.; CASSMAN, K. G.; GRASSINI, P. Prospects for increasing sugarcane and bioethanol production on existing crop area in Brazil. **BioScience**, v. 66, n. 4, p. 307-316, 2016.

MONTEIRO, J. E. B. de A.; ASSAD, E. D.; SENTELHAS, P. C.; AZEVEDO, L. da C. Modeling of corn yield in Brazil as a function of meteorological conditions and technological level. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 3, p. 137-148, 2017.

MONTEIRO, J. E. B. de A.; AZEVEDO, L. da C.; ASSAD, E. D.; SENTELHAS, P. C. Rice yield estimation based on weather conditions and on technological level of production systems in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 123-131, 2013.

MONTEIRO, L. A. **Sugarcane yield gap in Brazil**: a crop modelling approach. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RAMOS, M. Y.; GARAGORRY, F. L. **Análise da folga de produtividade na produção de grãos no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional, 2017. 44 p. Nota Técnica.

SADRAS, V. O.; CASSMAN, K. G. G.; GRASSINI, P.; HALL, A. J.; BASTIAANSEN, W. G. M.; LABORTE, A. G.; MILNE, A. E.; SILESHI, G.; STEDUTO, P. **Yield gap analysis of field crops**: Methods and case studies. Rome: FAO, 2015. 63 p. (FAO Water Reports, n. 41).

SENTELHAS, P. C.; BATTISTI, R.; CÂMARA, G. M. S.; FARIAS, J. R. B.; HAMPF, A. C.; NENDEL, C. The soybean yield gap in Brazil: magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. **The Journal of Agricultural Science**, v. 153, n. 8, p. 1394-1411, 2015.

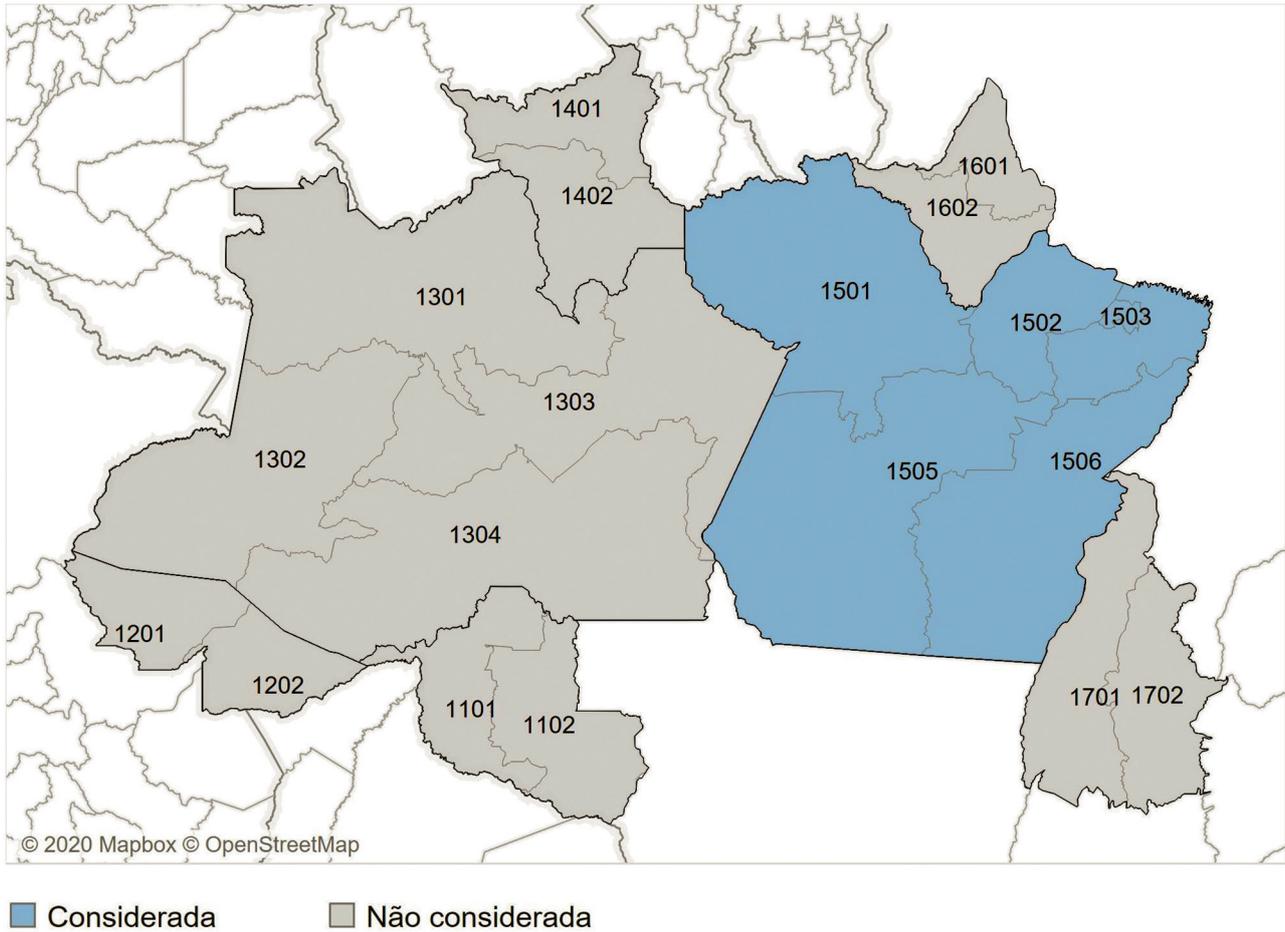
SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 350 p.

TOJO SOLER, C. M.; SENTELHAS, P. C.; HOOGENBOOM, G. Application of the CSM-CERES-Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown off-season in a subtropical environment. **European Journal of Agronomy**, v. 27, n. 2-4, p. 165-177, 2007. DOI: 10.1016/j.eja.2007.03.002.



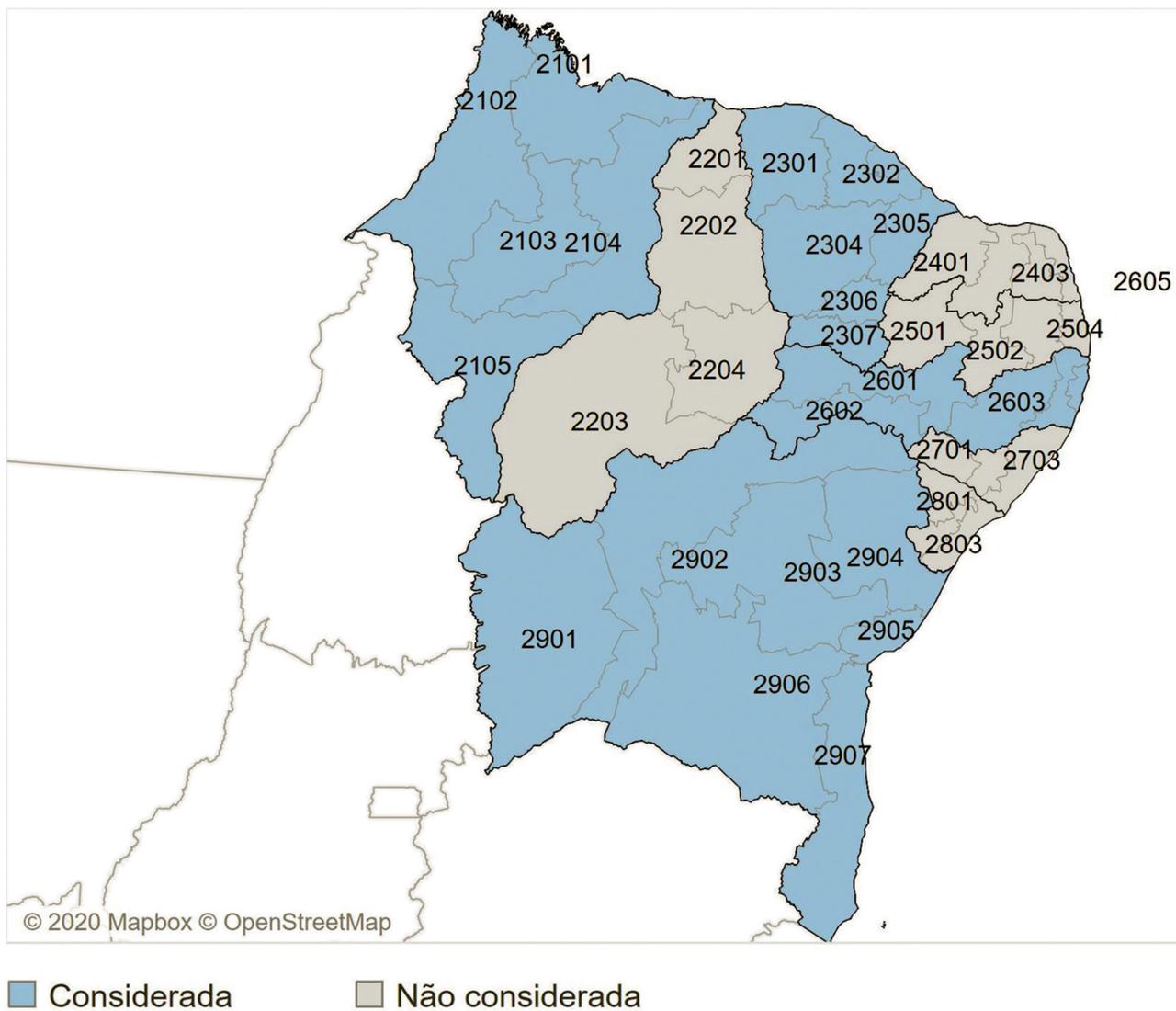
## Anexos

### Anexo A – Mapas e lista das mesorregiões consideradas neste estudo.

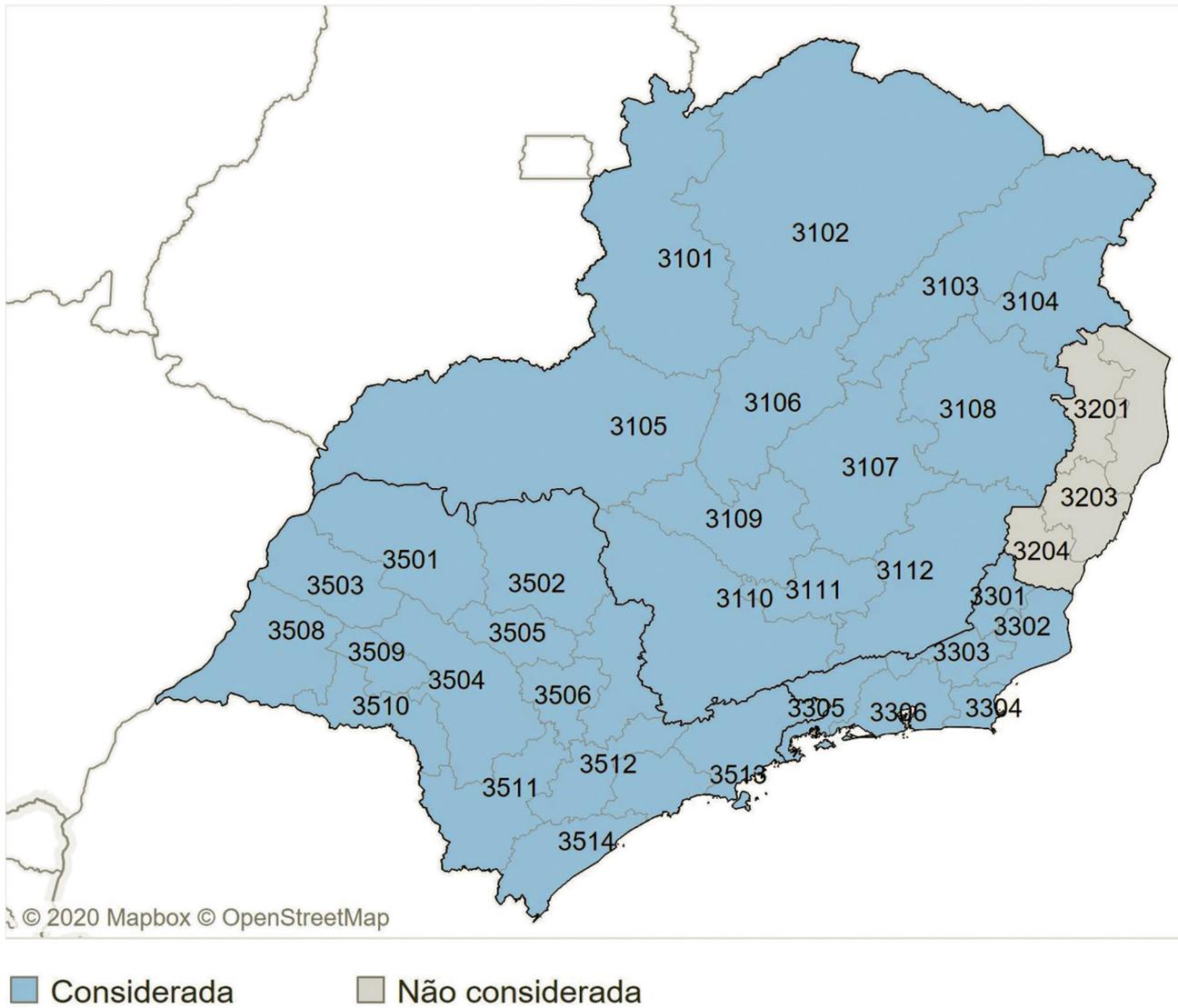


**Figura A1.** Mapa das mesorregiões da região Norte do Brasil consideradas no estudo.

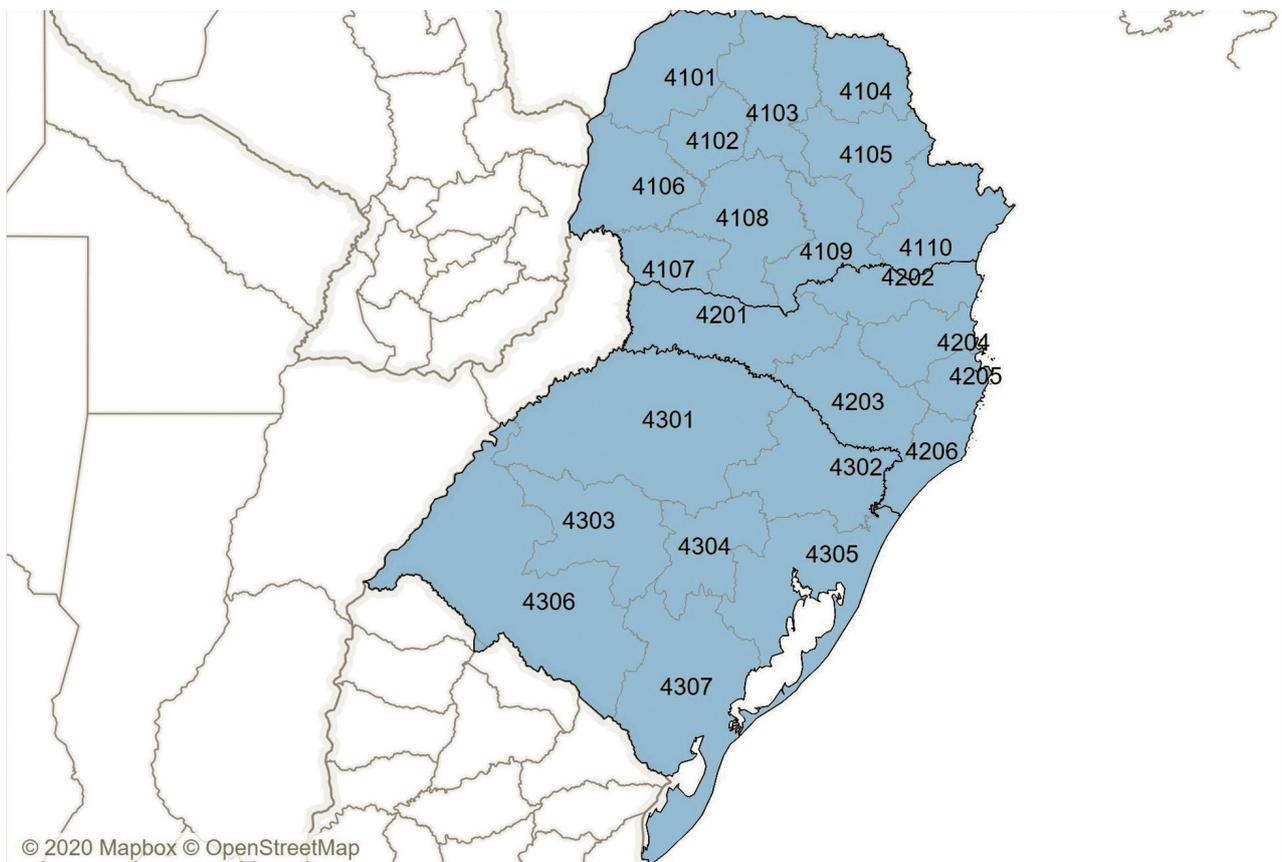
Fonte: IBGE (1990).



**Figura A2.** Mapa das mesorregiões da região Nordeste do Brasil consideradas no estudo.  
Fonte: IBGE (1990).

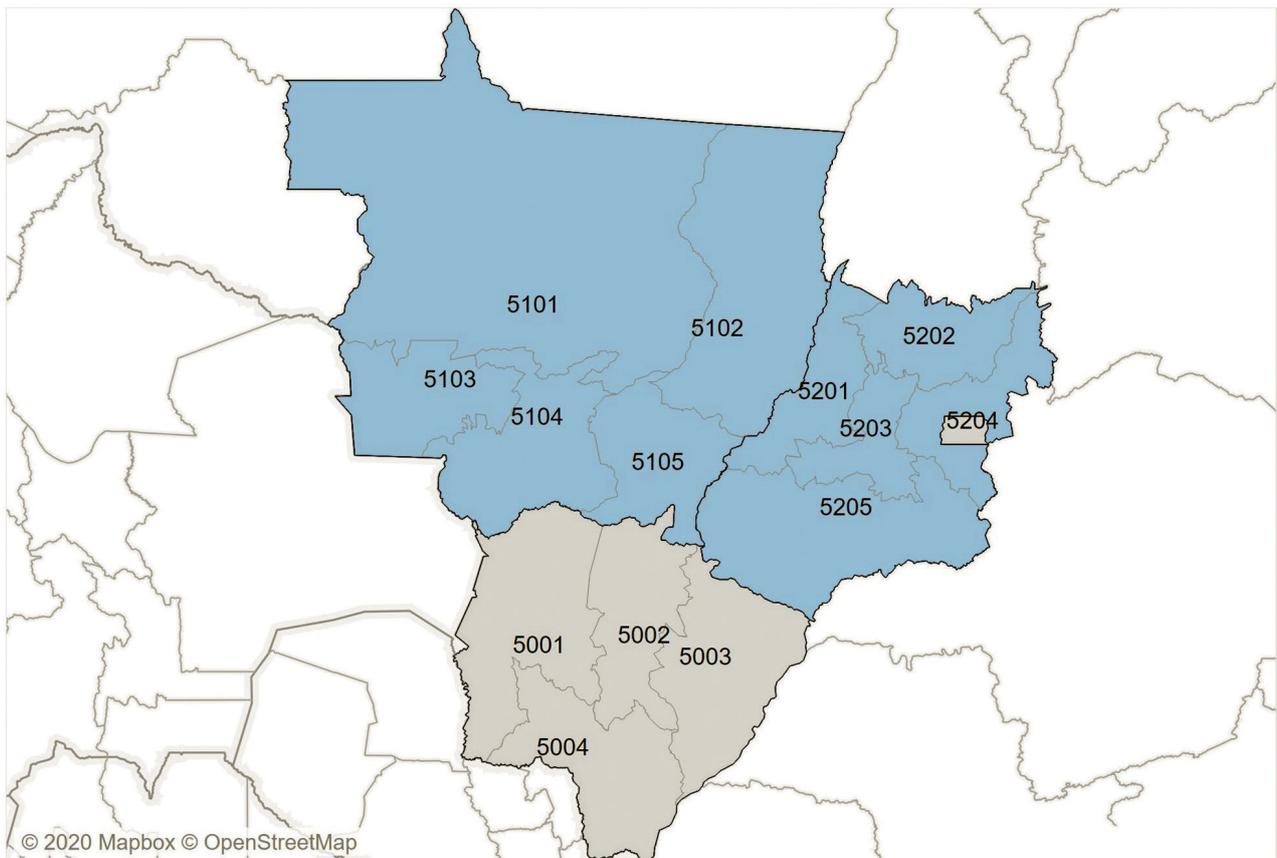


**Figura A3.** Mapa das mesorregiões da região Sudeste do Brasil consideradas no estudo.  
Fonte: IBGE (1990).



■ Considerada

**Figura A4.** Mapa das mesorregiões da região Sul do Brasil consideradas no estudo.  
Fonte: IBGE (1990).



■ Considerada      ■ Não considerada

**Figura A5.** Mapa das mesorregiões da região Centro-oeste do Brasil consideradas no estudo.  
Fonte: IBGE (1990).

**Tabela A1.** Lista das mesorregiões do Brasil consideradas neste estudo.

Unidade da Federação		Mesorregião	
Código	Nome	Código	Nome
15	Pará	1501	Baixo Amazonas
		1502	Marajó
		1503	Metropolitana de Belém
		1504	Nordeste Paraense
		1505	Sudoeste Paraense
		1506	Sudeste Paraense
		21	Maranhão
2102	Oeste Maranhense		
2103	Centro Maranhense		
2104	Leste Maranhense		
2105	Sul Maranhense		
23	Ceará	2301	Noroeste Cearense
		2302	Norte Cearense
		2303	Metropolitana de Fortaleza
		2304	Sertões Cearenses
		2305	Jaguaribe
		2306	Centro-Sul Cearense
		2307	Sul Cearense
26	Pernambuco	2601	Sertão Pernambucano
		2602	São Francisco Pernambucano
		2603	Agreste Pernambucano
		2604	Mata Pernambucana
		2605	Metropolitana de Recife
29	Bahia	2901	Extremo Oeste Baiano
		2902	Vale São-Franciscano da Bahia
		2903	Centro Norte Baiano
		2904	Nordeste Baiano
		2905	Metropolitana de Salvador
		2906	Centro Sul Baiano
		2907	Sul Baiano
31	Minas Gerais	3101	Noroeste de Minas
		3102	Norte de Minas
		3103	Jequitinhonha
		3104	Vale do Mucuri
		3105	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba
		3106	Central Mineira
		3107	Metropolitana de Belo Horizonte

Continua...

**Tabela A1.** Continuação.

Unidade da Federação		Mesorregião	
Código	Nome	Código	Nome
		3108	Vale do Rio Doce
		3109	Oeste de Minas
		3110	Sul/Sudoeste de Minas
		3111	Campo das Vertentes
		3112	Zona da Mata
33	Rio de Janeiro		
		3301	Noroeste Fluminense
		3302	Norte Fluminense
		3303	Centro Fluminense
		3304	Baixadas
		3305	Sul Fluminense
		3306	Metropolitana do Rio de Janeiro
35	São Paulo		
		3501	São José do Rio Preto
		3502	Ribeirão Preto
		3503	Araçatuba
		3504	Bauru
		3505	Araraquara
		3506	Piracicaba
		3507	Campinas
		3508	Presidente Prudente
		3509	Marília
		3510	Assis
		3511	Itapetininga
		3512	Macro Metropolitana Paulista
		3513	Vale do Paraíba Paulista
		3514	Litoral Sul Paulista
		3515	Metropolitana de São Paulo
41	Paraná		
		4101	Noroeste Paranaense
		4102	Centro Ocidental Paranaense
		4103	Norte Central Paranaense
		4104	Norte Pioneiro Paranaense
		4105	Centro Oriental Paranaense
		4106	Oeste Paranaense
		4107	Sudoeste Paranaense
		4108	Centro-Sul Paranaense
		4109	Sudeste Paranaense
		4110	Metropolitana de Curitiba
42	Santa Catarina		
		4201	Oeste Catarinense
		4202	Norte Catarinense
		4203	Serrana
		4204	Vale do Itajaí
		4205	Grande Florianópolis
		4206	Sul Catarinense

Continua...

**Tabela A1.** Continuação.

Unidade da Federação		Mesorregião	
Código	Nome	Código	Nome
43	Rio Grande do Sul		
		4301	Noroeste Rio-grandense
		4302	Nordeste Rio-grandense
		4303	Centro Ocidental Rio-grandense
		4304	Centro Oriental Rio-grandense
		4305	Metropolitana de Porto Alegre
		4306	Sudoeste Rio-grandense
	4307	Sudeste Rio-grandense	
51	Mato Grosso		
		5101	Norte Mato-grossense
		5102	Nordeste Mato-grossense
		5103	Sudoeste Mato-grossense
		5104	Centro-Sul Mato-grossense
	5105	Sudeste Mato-grossense	
52	Goiás		
		5201	Noroeste Goiano
		5202	Norte Goiano
		5203	Centro Goiano
		5204	Leste Goiano
	5205	Sul Goiano	

Fonte: IBGE (1990).

## Anexo B – Resultados completos das estimativas e da análise de folgas de produtividade por estado e mesorregião.

**Tabela B1.** Produtividade potencial (em kg/ha) por estado entre 1990 e 2015.

Ano	Unidade federativa												
	PA	MA	CE	PE	BA	MG	RJ	SP	PR	SC	RS	MT	GO
1990	1.306	855	1.026	1.451	1.262	1.990	2.607	2.342	2.206	3.179	3.142	2.349	2.205
1991	1.316	855	1.026	1.451	1.391	2.136	2.706	2.397	2.361	3.323	3.498	2.452	2.381
1992	1.368	960	1.036	1.451	1.857	2.404	2.896	2.607	2.507	3.426	3.772	2.549	2.684
1993	1.370	1.120	1.036	1.451	1.976	2.482	2.979	2.619	2.709	3.458	3.772	2.612	2.684
1994	1.412	1.526	1.036	1.451	2.267	2.521	2.979	2.926	2.849	3.592	3.772	2.612	2.684
1995	1.420	1.655	1.036	1.451	2.317	2.560	2.979	3.206	2.943	3.763	3.772	2.617	2.790
1996	1.536	1.655	1.043	1.451	2.440	2.666	2.979	3.604	2.972	3.880	3.944	2.662	2.905
1997	1.536	1.655	1.048	1.451	2.440	2.782	2.979	3.604	2.972	3.953	3.944	2.760	2.923
1998	1.536	1.913	1.057	1.451	2.469	2.900	2.979	3.769	2.972	4.238	3.944	2.805	3.179
1999	1.536	2.163	1.057	1.451	2.556	2.961	2.979	3.769	2.993	4.433	3.944	2.899	3.223
2000	1.657	2.349	1.057	1.451	2.561	3.072	2.979	3.807	3.295	4.703	4.263	3.098	3.269
2001	1.797	2.355	1.057	1.451	2.561	3.241	2.979	3.929	3.431	4.958	4.263	3.216	3.428
2002	2.253	2.355	1.057	1.451	2.561	3.500	2.979	4.291	3.642	5.293	4.263	3.229	3.461
2003	2.451	2.448	1.154	1.451	2.680	3.841	2.979	4.513	3.642	5.323	4.353	3.229	3.461
2004	2.576	2.533	1.154	1.451	3.006	4.057	2.979	4.549	3.642	5.469	4.486	3.229	3.461
2005	2.576	2.533	1.154	1.451	3.055	4.117	2.979	4.559	3.692	5.485	4.645	3.229	3.461
2006	2.576	2.615	1.154	1.451	3.055	4.171	2.979	4.693	3.944	5.675	4.841	3.229	3.461
2007	2.576	2.744	1.187	1.451	3.138	4.251	2.979	5.035	4.295	5.724	4.994	3.257	3.461
2008	2.576	2.991	1.187	1.451	3.329	4.377	2.979	5.175	4.295	5.816	5.281	3.461	3.640
2009	2.576	2.991	1.187	1.451	3.456	4.433	2.979	5.334	4.295	5.816	5.324	3.484	3.720
2010	2.594	3.023	1.187	1.451	3.612	4.462	2.979	5.334	4.295	5.816	5.476	3.484	3.720
2011	3.071	3.061	1.187	1.451	3.677	4.623	2.979	5.518	4.622	5.846	5.496	3.609	3.883
2012	3.871	3.213	1.187	1.451	3.677	4.743	2.979	5.589	4.622	5.977	5.672	3.721	3.968
2013	4.795	3.238	1.187	2.058	3.677	4.743	2.979	5.589	4.622	6.154	5.672	3.889	4.079
2014	4.975	3.247	1.187	2.058	3.677	4.743	2.979	5.589	4.622	6.217	5.672	3.935	4.079
2015	5.141	3.247	1.187	2.058	3.677	4.743	2.979	5.589	4.622	6.393	5.672	4.009	4.079

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

**Tabela B2.** Folga de produtividade relativa (em % potencial) por estado entre 1990 e 2015.

Ano	PA	MA	CE	PE	BA	MG	RJ	SP	PR	SC	RS	MT	GO
1990	12,80	13,50	51,31	71,12	47,64	19,29	30,79	14,81	19,09	44,26	45,61	15,86	12,31
1991	13,99	24,11	56,22	72,94	47,14	20,01	29,92	15,01	21,51	39,21	43,48	15,94	12,48
1992	12,29	25,70	55,26	72,40	51,02	19,56	27,93	15,89	20,54	36,20	43,92	14,59	11,64
1993	12,15	32,75	51,81	65,04	48,41	21,07	28,50	17,83	16,73	25,57	35,65	12,58	10,63
1994	10,80	40,87	42,42	59,99	49,00	21,62	29,19	20,89	13,27	25,42	34,35	11,44	8,54
1995	9,77	39,10	38,78	60,46	50,46	22,96	32,01	25,43	13,04	27,83	35,82	8,66	7,12
1996	13,31	38,43	39,16	62,79	52,47	22,20	34,57	27,88	13,80	27,27	38,65	7,93	4,99
1997	12,88	38,12	46,88	63,14	51,90	21,31	36,83	28,33	14,15	28,11	40,73	7,58	5,02
1998	10,87	41,27	48,42	66,08	48,56	20,05	38,84	30,01	12,00	29,97	40,07	5,91	11,73
1999	12,48	42,39	41,32	66,79	45,32	18,38	40,57	32,97	12,46	29,08	39,07	5,18	11,26
2000	15,76	40,39	44,08	70,22	44,39	18,91	40,65	30,12	12,68	26,17	38,95	6,56	7,12
2001	19,98	39,93	41,96	70,04	44,67	16,46	40,26	29,43	15,01	26,99	38,74	6,57	8,96
2002	27,48	39,64	41,29	72,66	46,19	17,33	40,18	28,04	11,57	26,58	33,15	5,83	7,60
2003	26,95	38,70	42,37	70,18	41,37	19,06	37,15	29,90	15,07	29,29	40,04	7,17	11,02
2004	24,94	38,66	48,00	66,68	40,58	21,33	35,17	31,55	17,17	32,47	46,62	8,19	13,78
2005	22,99	37,46	44,79	61,91	38,95	23,20	33,13	32,23	23,62	37,31	50,53	9,52	17,62
2006	23,08	37,87	46,44	61,86	37,17	22,58	33,71	32,47	23,37	34,49	45,40	6,99	14,34
2007	22,51	37,17	37,54	60,94	34,17	20,89	33,35	31,30	21,48	27,97	38,51	2,86	6,87
2008	21,00	39,54	46,96	62,14	32,92	17,86	32,82	30,21	23,13	26,45	40,27	3,43	5,29
2009	16,75	39,35	49,31	62,27	32,13	17,09	29,80	29,71	21,17	24,60	39,66	3,85	4,96
2010	13,93	37,99	46,85	66,10	31,62	16,60	28,00	31,17	21,23	22,36	35,89	4,22	4,07
2011	22,47	37,48	54,86	69,66	26,56	16,09	27,69	30,87	21,32	21,73	39,10	3,61	2,34
2012	36,58	35,65	52,67	66,48	27,30	15,50	28,52	30,96	20,02	23,09	39,66	1,65	1,47
2013	46,13	32,53	69,04	80,03	28,52	16,48	30,21	29,89	19,50	26,21	42,72	3,68	3,25
2014	44,97	27,16	68,31	81,18	28,52	19,59	31,06	28,74	16,40	23,09	36,02	4,06	5,47
2015	44,61	24,88	66,29	84,23	25,44	21,74	31,04	29,48	17,23	25,11	36,73	5,93	5,70

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

**Tabela B3.** Contribuição das mesorregiões para a folga de produtividade estadual em 1995, 2005 e 2015.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Contribuição para a folga de produtividade estadual			
			kg/ha	%	classe	
Pará	1501	Baixo Amazonas	1995	1	0,67	T1
			2005	20	3,38	T1
			2015	438	19,12	T2
	1502	Marajó	1995	1	0,99	T1
			2005	4	0,65	T1
			2015	0	0,00	T1
	1503	Metropolitana de Belém	1995	6	4,30	T1
			2005	10	1,73	T1
			2015	12	0,51	T1
	1504	Nordeste Paraense	1995	117	84,53	T3
			2005	211	35,68	T2
			2015	257	11,22	T1
	1505	Sudoeste Paraense	1995	13	9,51	T1
			2005	113	19,14	T1
			2015	199	8,68	T1
1506	Sudeste Paraense	1995	0	0,00	T1	
		2005	233	39,42	T3	
		2015	1.387	60,46	T3	
Maranhão	2101	Norte Maranhense	1995	101	15,56	T1
			2005	130	13,70	T1
			2015	129	15,96	T1
	2102	Oeste Maranhense	1995	188	29,04	T3
			2005	288	30,35	T3
			2015	183	22,66	T2
	2103	Centro Maranhense	1995	183	28,28	T3
			2005	233	24,55	T2
			2015	207	25,68	T3
	2104	Leste Maranhense	1995	175	27,12	T2
			2005	292	30,76	T3
			2015	268	33,14	T3
	2105	Sul Maranhense	1995	0	0,00	T1
			2005	6	0,63	T1
			2015	21	2,56	T1
Ceará	2301	Noroeste Cearense	1995	112	27,87	T2
			2005	174	33,61	T2
			2015	225	28,64	T2
	2302	Norte Cearense	1995	75	18,64	T1
			2005	100	19,35	T1
			2015	167	21,17	T1
	2303	Metropolitana de Fortaleza	1995	5	1,33	T1
			2005	11	2,14	T1
			2015	12	1,48	T1
	2304	Sertões Cearenses	1995	158	39,39	T3

Continua...

**Tabela B3.** Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Contribuição para a folga de produtividade estadual			
			kg/ha	%	classe	
		2005	186	36,02	T3	
		2015	306	38,93	T3	
	2305	Jaguaribe	1995	21	5,35	T1
			2005	12	2,33	T1
			2015	33	4,23	T1
	2306	Centro-Sul Cearense	1995	0	0,02	T1
			2005	3	0,60	T1
			2015	24	3,10	T1
	2307	Sul Cearense	1995	30	7,41	T1
			2005	31	5,95	T1
			2015	19	2,45	T1
<b>Pernambuco</b>	2601	Sertão Pernambucano	1995	442	50,36	T3
			2005	526	58,53	T3
			2015	783	45,19	T2
	2602	São Francisco Pernambucano	1995	38	4,35	T1
			2005	17	1,92	T1
			2015	82	4,75	T1
	2603	Agreste Pernambucano	1995	378	43,08	T2
			2005	351	39,03	T2
			2015	859	49,52	T3
	2604	Mata Pernambucana	1995	17	1,96	T1
			2005	5	0,50	T1
			2015	9	0,53	T1
	2605	Metropolitana de Recife	1995	2	0,25	T1
			2005	0	0,02	T1
			2015	0	0,01	T1
<b>Bahia</b>	2901	Extremo Oeste Baiano	1995	0	0,00	T1
			2005	0	0,00	T1
			2015	96	10,25	T1
	2902	Vale São-Franciscano da Bahia	1995	72	6,16	T1
			2005	67	5,67	T1
			2015	98	10,46	T1
	2903	Centro Norte Baiano	1995	411	35,16	T3
			2005	449	37,76	T2
			2015	249	26,60	T3
	2904	Nordeste Baiano	1995	377	32,20	T2
			2005	509	42,76	T3
			2015	267	28,49	T3
	2905	Metropolitana de Salvador	1995	6	0,55	T1
			2005	8	0,64	T1
			2015	13	1,43	T1
	2906	Centro Sul Baiano	1995	296	25,30	T1
			2005	148	12,42	T1
			2015	207	22,18	T2

Continua...

**Tabela B3.** Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Contribuição para a folga de produtividade estadual			
			kg/ha	%	classe	
2907	Sul Baiano	1995	7	0,63	T1	
		2005	9	0,75	T1	
		2015	6	0,59	T1	
<b>Minas Gerais</b>	3101	Noroeste de Minas	1995	38	6,49	T1
			2005	158	16,51	T2
			2015	284	27,58	T3
3102	Norte de Minas	1995	149	25,31	T3	
		2005	162	17,01	T2	
		2015	124	12,02	T2	
3103	Jequitinhonha	1995	37	6,35	T1	
		2005	36	3,73	T1	
		2015	29	2,85	T1	
3104	Vale do Mucuri	1995	14	2,38	T1	
		2005	9	0,89	T1	
		2015	9	0,83	T1	
3105	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	1995	0	0,00	T1	
		2005	322	33,76	T3	
		2015	340	32,98	T3	
3106	Central Mineira	1995	22	3,69	T1	
		2005	14	1,48	T1	
		2015	6	0,57	T1	
3107	Metropolitana de Belo Horizonte	1995	40	6,87	T2	
		2005	39	4,10	T1	
		2015	28	2,75	T1	
3108	Vale do Rio Doce	1995	103	17,61	T3	
		2005	75	7,80	T1	
		2015	46	4,45	T1	
3109	Oeste de Minas	1995	35	5,94	T1	
		2005	20	2,14	T1	
		2015	15	1,41	T1	
3110	Sul/Sudoeste de Minas	1995	44	7,55	T2	
		2005	0	0,00	T1	
		2015	56	5,41	T1	
3111	Campo das Vertentes	1995	21	3,55	T1	
		2005	22	2,31	T1	
		2015	36	3,48	T1	
3112	Zona da Mata	1995	84	14,28	T2	
		2005	98	10,26	T1	
		2015	58	5,66	T1	
<b>Rio de Janeiro</b>	3301	Noroeste Fluminense	1995	213	22,32	T3
			2005	406	41,14	T3
			2015	446	48,19	T3
3302	Norte Fluminense	1995	255	26,75	T3	
		2005	192	19,46	T2	

Continua...

**Tabela B3.** Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Contribuição para a folga de produtividade estadual		
			kg/ha	%	classe
		2015	96	10,38	T1
	3303 Centro Fluminense	1995	198	20,77	T2
		2005	204	20,65	T2
		2015	142	15,39	T2
	3304 Baixadas	1995	18	1,90	T1
		2005	47	4,80	T1
		2015	93	10,07	T1
	3305 Sul Fluminense	1995	196	20,55	T1
		2005	93	9,45	T1
		2015	97	10,46	T2
	3306 Metropolitana do Rio de Janeiro	1995	74	7,72	T1
		2005	44	4,50	T1
		2015	51	5,50	T1
<b>São Paulo</b>	3501 São José do Rio Preto	1995	83	10,22	T1
		2005	129	8,81	T1
		2015	89	5,38	T1
	3502 Ribeirão Preto	1995	219	26,92	T3
		2005	377	25,67	T3
		2015	255	15,46	T2
	3503 Araçatuba	1995	25	3,05	T1
		2005	96	6,53	T1
		2015	113	6,84	T1
	3504 Bauru	1995	36	4,44	T1
		2005	67	4,57	T1
		2015	109	6,61	T1
	3505 Araraquara	1995	15	1,81	T1
		2005	22	1,49	T1
		2015	35	2,15	T1
	3506 Piracicaba	1995	0	0,00	T1
		2005	0	0,00	T1
		2015	20	1,20	T1
	3507 Campinas	1995	12	1,48	T1
		2005	29	1,95	T1
		2015	44	2,69	T1
	3508 Presidente Prudente	1995	91	11,19	T2
		2005	189	12,83	T2
		2015	123	7,44	T2
	3509 Marília	1995	24	2,91	T1
		2005	29	1,95	T1
		2015	39	2,36	T1
	3510 Assis	1995	169	20,72	T3
		2005	351	23,85	T3
		2015	453	27,52	T3
	3511 Itapetininga	1995	114	14,04	T2

Continua...

**Tabela B3.** Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Contribuição para a folga de produtividade estadual			
			kg/ha	%	classe	
		2005	134	9,11	T2	
		2015	324	19,65	T3	
3512	Macro Metropolitana Paulista	1995	16	1,94	T1	
		2005	26	1,75	T1	
		2015	30	1,80	T1	
3513	Vale do Paraíba Paulista	1995	5	0,59	T1	
		2005	18	1,24	T1	
		2015	12	0,72	T1	
3514	Litoral Sul Paulista	1995	4	0,50	T1	
		2005	3	0,17	T1	
		2015	2	0,12	T1	
3515	Metropolitana de São Paulo	1995	2	0,20	T1	
		2005	1	0,09	T1	
		2015	1	0,04	T1	
<b>Paraná</b>	4101	Noroeste Paranaense	1995	26	6,71	T1
			2005	65	7,41	T1
			2015	27	3,42	T1
	4102	Centro Ocidental Paranaense	1995	41	10,64	T2
			2005	113	12,93	T2
			2015	93	11,65	T2
	4103	Norte Central Paranaense	1995	64	16,59	T3
			2005	188	21,60	T3
			2015	142	17,88	T3
	4104	Norte Pioneiro Paranaense	1995	64	16,76	T3
			2005	111	12,78	T2
			2015	136	17,13	T3
	4105	Centro Oriental Paranaense	1995	0	0,00	T1
			2005	35	4,07	T1
			2015	66	8,34	T1
	4106	Oeste Paranaense	1995	29	7,62	T1
			2005	176	20,14	T3
			2015	55	6,93	T1
	4107	Sudoeste Paranaense	1995	45	11,69	T2
			2005	91	10,43	T1
			2015	103	12,88	T2
	4108	Centro-Sul Paranaense	1995	30	7,80	T1
			2005	41	4,75	T1
			2015	79	9,88	T2
	4109	Sudeste Paranaense	1995	51	13,20	T2
			2005	51	5,88	T1
			2015	76	9,60	T1
	4110	Metropolitana de Curitiba	1995	35	8,99	T1
			2005	0	0,00	T1
			2015	18	2,30	T1

Continua...

**Tabela B3.** Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Contribuição para a folga de produtividade estadual			
			kg/ha	%	classe	
<b>Santa Catarina</b>	4201	Oeste Catarinense	1995	727	69,43	T3
			2005	1.309	63,94	T3
			2015	792	49,36	T3
	4202	Norte Catarinense	1995	59	5,59	T1
			2005	228	11,13	T1
			2015	326	20,32	T1
	4203	Serrana	1995	216	20,64	T1
			2005	475	23,20	T2
			2015	436	27,14	T2
	4204	Vale do Itajaí	1995	30	2,84	T1
			2005	17	0,82	T1
			2015	35	2,18	T1
	4205	Grande Florianópolis	1995	16	1,49	T1
			2005	19	0,92	T1
			2015	16	1,00	T1
	4206	Sul Catarinense	1995	0	0,00	T1
			2005	0	0,00	T1
			2015	0	0,00	T1
<b>Rio Grande do Sul</b>	4301	Noroeste Rio-grandense	1995	1.129	83,59	T3
			2005	1.715	73,06	T3
			2015	1.391	66,78	T3
	4302	Nordeste Rio-grandense	1995	39	2,91	T1
			2005	132	5,62	T1
			2015	85	4,10	T1
	4303	Centro Ocidental Rio-grandense	1995	83	6,18	T1
			2005	250	10,65	T1
			2015	259	12,41	T1
	4304	Centro Oriental Rio-grandense	1995	60	4,43	T1
			2005	98	4,16	T1
			2015	110	5,29	T1
	4305	Metropolitana de Porto Alegre	1995	6	0,44	T1
			2005	0	0,00	T1
			2015	8	0,38	T1
	4306	Sudoeste Rio-grandense	1995	5	0,34	T1
			2005	77	3,26	T1
			2015	127	6,09	T1
	4307	Sudeste Rio-grandense	1995	29	2,11	T1
			2005	76	3,25	T1
			2015	103	4,96	T1
<b>Mato Grosso</b>	5101	Norte Mato-grossense	1995	136	59,90	T3
			2005	177	57,46	T3
			2015	177	74,45	T3
	5102	Nordeste Mato-grossense	1995	48	21,12	T2
			2005	54	17,49	T1

Continua...

**Tabela B3.** Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Contribuição para a folga de produtividade estadual		
			kg/ha	%	classe
		2015	48	20,29	T1
	5103 Sudoeste Mato-grossense	1995	26	11,40	T1
		2005	7	2,24	T1
		2015	8	3,37	T1
	5104 Centro-Sul Mato-grossense	1995	17	7,58	T1
		2005	8	2,71	T1
		2015	5	1,90	T1
	5105 Sudeste Mato-grossense	1995	0	0,00	T1
		2005	62	20,10	T2
		2015	0	0,00	T1
<b>Goiás</b>	5201 Noroeste Goiano	1995	20	9,88	T1
		2005	17	2,78	T1
		2015	26	11,24	T1
	5202 Norte Goiano	1995	39	19,56	T1
		2005	21	3,46	T1
		2015	27	11,72	T2
	5203 Centro Goiano	1995	90	45,52	T3
		2005	19	3,10	T1
		2015	13	5,76	T1
	5204 Leste Goiano	1995	50	25,03	T2
		2005	45	7,40	T1
		2015	24	10,42	T1
	5205 Sul Goiano	1995	0	0,00	T1
		2005	508	83,26	T3
		2015	142	60,86	T3

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).

**Tabela B4.** Área colhida e folga de produtividade relativas das mesorregiões em 1995, 2005 e 2015.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Folga de produtividade			Área colhida			
			kg/ha	%	classe	ha	%	classe	
Pará	1501	Baixo Amazonas	1995	8	0,57	T1	68.233	11,53	T2
			2005	80	3,10	T1	171.673	25,10	T3
			2015	2.629	51,15	T3	104.305	16,67	T3
	1502	Marajó	1995	488	34,39	T2	1.671	0,28	T1
			2005	1.809	70,21	T3	1.452	0,21	T1
			2015	0	0,00	T1	4.536	0,72	T1
	1503	Metropolitana de Belém	1995	770	54,19	T3	4.582	0,77	T1
			2005	1.621	62,93	T3	4.313	0,63	T1
			2015	4.431	86,20	T3	1.665	0,27	T1
	1504	Nordeste Paraense	1995	675	47,50	T3	102.863	17,38	T3
			2005	1.514	58,79	T3	95.435	13,95	T3
			2015	3.462	67,35	T3	46.508	7,43	T2
	1505	Sudoeste Paraense	1995	86	6,06	T1	90.720	15,33	T3
			2005	964	37,41	T2	80.439	11,76	T2
			2015	3.025	58,84	T3	41.195	6,58	T2
	1506	Sudeste Paraense	1995	0	0,00	T1	323.704	54,70	T3
			2005	483	18,74	T1	330.656	48,34	T3
			2015	2.030	39,48	T2	427.399	68,32	T3
Maranhão	2101	Norte Maranhense	1995	890	53,77	T3	150.831	11,31	T2
			2005	1.560	61,61	T3	111.505	8,33	T2
			2015	2.141	65,93	T3	99.716	6,02	T2
	2102	Oeste Maranhense	1995	615	37,19	T2	406.880	30,52	T3
			2005	1.355	53,50	T3	284.462	21,25	T3
			2015	1.480	45,58	T3	204.739	12,37	T3
	2103	Centro Maranhense	1995	705	42,61	T3	345.862	25,95	T3
			2005	1.296	51,16	T3	240.588	17,97	T3
			2015	1.704	52,50	T3	201.435	12,17	T3
	2104	Leste Maranhense	1995	837	50,60	T3	279.407	20,96	T3
			2005	1.388	54,79	T3	281.511	21,03	T3
			2015	1.590	48,96	T3	278.836	16,84	T3
	2105	Sul Maranhense	1995	0	0,00	T1	150.071	11,26	T2
			2005	19	0,76	T1	420.414	31,41	T3
			2015	39	1,21	T1	870.988	52,61	T3
Ceará	2301	Noroeste Cearense	1995	621	59,94	T3	247.495	18,03	T3
			2005	733	63,55	T3	287.645	23,68	T3
			2015	952	80,18	T3	215.434	23,68	T3
	2302	Norte Cearense	1995	530	51,18	T3	193.890	14,12	T3
			2005	614	53,25	T3	197.657	16,28	T3
			2015	906	76,35	T3	167.205	18,38	T3
	2303	Metropolitana de Fortaleza	1995	241	23,24	T2	30.520	2,22	T1
			2005	721	62,48	T3	18.613	1,53	T1
			2015	833	70,19	T3	12.729	1,40	T1
	2304	Sertões Cearenses	1995	498	48,08	T3	436.090	31,77	T3
			2005	589	51,04	T2	383.891	31,61	T3
			2015	875	73,69	T3	318.599	35,02	T3

Continua...

Tabela B4. Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Folga de produtividade			Área colhida			
			kg/ha	%	classe	ha	%	classe	
	2305	Jaguaribe	1995	209	20,15	T2	141.298	10,29	T2
			2005	165	14,29	T1	88.550	7,29	T2
			2015	538	45,28	T3	56.313	6,19	T2
	2306	Centro-Sul Cearense	1995	1	0,10	T1	104.595	7,62	T2
			2005	46	3,96	T1	82.935	6,83	T2
			2015	387	32,58	T2	57.385	6,31	T2
	2307	Sul Cearense	1995	187	18,02	T1	218.816	15,94	T3
			2005	241	20,86	T2	155.192	12,78	T2
			2015	214	18,02	T1	82.031	9,02	T2
<b>Pernambuco</b>	2601	Sertão Pernambucano	1995	869	59,87	T3	371.598	50,86	T3
			2005	983	67,73	T3	276.824	53,50	T3
			2015	1.822	88,53	T3	113.133	42,99	T3
	2602	São Francisco Pernambucano	1995	536	36,97	T2	52.024	7,12	T2
			2005	197	13,60	T1	45.111	8,72	T2
			2015	1.591	77,30	T3	13.614	5,17	T2
	2603	Agreste Pernambucano	1995	940	64,82	T3	293.555	40,18	T3
			2005	940	64,77	T3	193.046	37,31	T3
			2015	1.676	81,44	T3	134.785	51,22	T3
	2604	Mata Pernambucana	1995	1.061	73,11	T3	11.839	1,62	T1
			2005	1.019	70,21	T3	2.299	0,44	T1
			2015	1.532	74,45	T3	1.585	0,60	T1
	2605	Metropolitana de Recife	1995	1.023	70,52	T3	1.542	0,21	T1
			2005	435	29,98	T2	167	0,03	T1
			2015	1.625	78,95	T3	15	0,01	T1
<b>Bahia</b>	2901	Extremo Oeste Baiano	1995	0	0,00	T1	637.599	34,85	T3
			2005	0	0,00	T1	1.313.203	47,69	T3
			2015	139	3,77	T1	2.124.809	69,24	T3
	2902	Vale São-Franciscano da Bahia	1995	1.409	60,79	T3	93.536	5,11	T1
			2005	2.217	72,57	T3	83.741	3,04	T1
			2015	2.728	74,19	T3	110.058	3,59	T1
	2903	Centro Norte Baiano	1995	2.017	87,04	T3	372.869	20,38	T3
			2005	2.344	76,72	T3	527.991	19,18	T3
			2015	3.121	84,89	T3	244.559	7,97	T2
	2904	Nordeste Baiano	1995	1.701	73,42	T3	404.859	22,13	T3
			2005	2.255	73,82	T3	621.233	22,56	T3
			2015	2.194	59,66	T3	372.810	12,15	T2
	2905	Metropolitana de Salvador	1995	1.616	69,73	T3	7.288	0,40	T1
			2005	2.227	72,90	T3	9.409	0,34	T1
			2015	2.781	75,64	T3	14.733	0,48	T1
	2906	Centro Sul Baiano	1995	1.776	76,63	T3	304.751	16,66	T3
			2005	2.177	71,25	T3	186.971	6,79	T2
			2015	3.263	88,75	T3	195.078	6,36	T2
2907	Sul Baiano	1995	1.600	69,04	T3	8.420	0,46	T1	
		2005	2.251	73,70	T3	10.975	0,40	T1	
		2015	2.585	70,31	T3	6.556	0,21	T1	

Continua...

Tabela B4. Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Folga de produtividade			Área colhida			
			kg/ha	%	classe	ha	%	classe	
Minas Gerais	3101	Noroeste de Minas	1995	277	10,81	T1	397.408	13,78	T3
			2005	839	20,37	T1	571.588	18,80	T3
			2015	1.070	22,56	T2	839.518	26,57	T3
	3102	Norte de Minas	1995	1.691	66,05	T3	253.749	8,80	T2
			2005	2.497	60,64	T3	197.876	6,51	T2
			2015	2.624	55,32	T3	149.245	4,72	T2
	3103	Jequitinhonha	1995	1.777	69,39	T3	60.568	2,10	T1
			2005	3.001	72,88	T3	36.073	1,19	T1
			2015	3.613	76,18	T3	25.677	0,81	T1
	3104	Vale do Mucuri	1995	1.725	67,37	T3	23.351	0,81	T1
			2005	2.660	64,60	T3	9.742	0,32	T1
			2015	3.397	71,61	T3	7.983	0,25	T1
	3105	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	1995	0	0,00	T1	835.589	28,97	T3
			2005	783	19,02	T1	1.251.777	41,17	T3
			2015	817	17,23	T1	1.314.844	41,61	T3
	3106	Central Mineira	1995	789	30,83	T2	79.315	2,75	T1
			2005	814	19,78	T1	52.929	1,74	T1
			2015	472	9,95	T1	39.623	1,25	T1
	3107	Metropolitana de Belo Horizonte	1995	747	29,19	T2	155.850	5,40	T1
			2005	1.581	38,40	T2	75.356	2,48	T1
			2015	1.639	34,56	T2	54.660	1,73	T1
	3108	Vale do Rio Doce	1995	1.345	52,53	T3	221.994	7,70	T2
			2005	2.131	51,77	T3	106.284	3,50	T1
			2015	2.295	48,38	T3	63.242	2,00	T1
	3109	Oeste de Minas	1995	726	28,36	T2	138.709	4,81	T1
			2005	472	11,47	T1	131.825	4,34	T1
			2015	373	7,85	T1	123.195	3,90	T1
	3110	Sul/Sudoeste de Minas	1995	349	13,62	T1	366.861	12,72	T3
			2005	0	0,00	T1	363.996	11,97	T2
			2015	525	11,08	T1	335.508	10,62	T2
3111	Campo das Vertentes	1995	704	27,48	T2	85.496	2,96	T1	
		2005	768	18,64	T1	87.534	2,88	T1	
		2015	990	20,87	T1	114.551	3,62	T1	
3112	Zona da Mata	1995	911	35,58	T2	265.809	9,21	T2	
		2005	1.915	46,52	T2	155.512	5,11	T2	
		2015	2.004	42,24	T2	92.019	2,91	T1	
Rio de Janeiro	3301	Noroeste Fluminense	1995	580	19,47	T2	17.068	36,69	T3
			2005	764	25,63	T2	11.086	53,17	T3
			2015	937	31,44	T2	2.901	47,58	T3
	3302	Norte Fluminense	1995	1.274	42,76	T3	9.312	20,02	T3
			2005	1.365	45,82	T2	2.933	14,07	T3
			2015	638	21,41	T1	918	15,05	T3
	3303	Centro Fluminense	1995	1.156	38,80	T3	7.967	17,13	T3
			2005	950	31,87	T2	4.474	21,46	T3
			2015	674	22,63	T2	1.288	21,12	T3
	3304	Baixadas	1995	278	9,33	T1	3.037	6,53	T2

Continua...

Tabela B4. Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Folga de produtividade			Área colhida		
			kg/ha	%	classe	ha	%	classe
		2005	1.672	56,13	T3	590	2,83	T1
		2015	1.601	53,75	T3	355	5,81	T2
	3305 Sul Fluminense	1995	1.396	46,84	T3	6.532	14,04	T3
		2005	1.533	51,45	T3	1.269	6,09	T2
		2015	1.355	45,47	T3	436	7,14	T2
	3306 Metropolitana do Rio de Janeiro	1995	1.317	44,19	T3	2.600	5,59	T2
		2005	1.862	62,50	T3	497	2,39	T1
		2015	1.540	51,70	T3	202	3,30	T1
<b>São Paulo</b>	3501 São José do Rio Preto	1995	748	23,33	T2	271.656	11,14	T2
		2005	1.446	31,71	T2	209.996	8,95	T2
		2015	1.706	30,53	T2	98.370	5,20	T2
	3502 Ribeirão Preto	1995	785	24,49	T2	681.772	27,95	T3
		2005	1.834	40,24	T2	482.548	20,57	T3
		2015	2.074	37,11	T2	232.505	12,28	T3
	3503 Araçatuba	1995	447	13,95	T1	135.396	5,55	T2
		2005	1.413	31,00	T2	159.353	6,79	T2
		2015	2.474	44,26	T2	86.257	4,56	T2
	3504 Bauru	1995	676	21,09	T2	130.622	5,36	T1
		2005	1.045	22,92	T2	150.646	6,42	T2
		2015	1.720	30,77	T2	119.877	6,33	T2
	3505 Araraquara	1995	595	18,57	T2	60.305	2,47	T1
		2005	1.282	28,12	T2	40.009	1,71	T1
		2015	1.935	34,63	T2	34.709	1,83	T1
	3506 Piracicaba	1995	0	0,00	T1	40.832	1,67	T1
		2005	0	0,00	T1	36.242	1,54	T1
		2015	1.241	22,21	T2	30.113	1,59	T1
	3507 Campinas	1995	222	6,93	T1	132.171	5,42	T2
		2005	407	8,94	T1	164.830	7,02	T2
		2015	731	13,07	T1	114.698	6,06	T2
	3508 Presidente Prudente	1995	1.611	50,26	T3	138.120	5,66	T2
		2005	2.413	52,93	T3	183.335	7,81	T2
		2015	2.290	40,97	T2	101.336	5,35	T2
	3509 Marília	1995	1.353	42,20	T3	42.766	1,75	T1
		2005	1.697	37,22	T2	39.572	1,69	T1
		2015	1.731	30,98	T2	42.501	2,25	T1
	3510 Assis	1995	907	28,29	T2	454.407	18,63	T3
		2005	1.876	41,14	T2	438.452	18,69	T3
		2015	1.934	34,60	T2	443.794	23,45	T3
	3511 Itapetininga	1995	1.088	33,94	T2	256.546	10,52	T2
		2005	880	19,30	T1	357.182	15,22	T3
		2015	1.202	21,51	T2	509.741	26,93	T3
	3512 Macro Metropolitana Paulista	1995	777	24,24	T2	49.616	2,03	T1
		2005	1.161	25,47	T2	51.965	2,21	T1
		2015	925	16,56	T1	60.666	3,21	T1
	3513 Vale do Paraíba Paulista	1995	314	9,81	T1	37.419	1,53	T1
		2005	1.454	31,90	T2	29.318	1,25	T1

Continua...

Tabela B4. Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Folga de produtividade			Área colhida		
			kg/ha	%	classe	ha	%	classe
		2015	1.410	25,23	T2	15.933	0,84	T1
	3514 Litoral Sul Paulista	1995	1.966	61,33	T3	5.067	0,21	T1
		2005	3.192	70,01	T3	1.844	0,08	T1
		2015	2.309	41,32	T2	1.604	0,08	T1
	3515 Metropolitana de São Paulo	1995	1.730	53,96	T3	2.319	0,10	T1
		2005	2.857	62,67	T3	1.056	0,05	T1
		2015	2.064	36,93	T2	672	0,04	T1
<b>Paraná</b>	4101 Noroeste Paranaense	1995	929	31,56	T2	182.805	2,77	T1
		2005	1.393	37,74	T2	389.795	4,64	T1
		2015	739	15,99	T1	353.078	3,68	T1
	4102 Centro Ocidental Paranaense	1995	360	12,25	T1	747.221	11,33	T2
		2005	948	25,69	T2	998.913	11,89	T2
		2015	791	17,11	T1	1.124.746	11,73	T2
	4103 Norte Central Paranaense	1995	395	13,43	T1	1.062.716	16,11	T3
		2005	1.113	30,14	T2	1.421.937	16,93	T3
		2015	812	17,57	T1	1.680.894	17,53	T3
	4104 Norte Pioneiro Paranaense	1995	776	26,39	T2	546.476	8,29	T2
		2005	1.206	32,65	T2	776.343	9,24	T2
		2015	1.309	28,31	T2	999.654	10,43	T2
	4105 Centro Oriental Paranaense	1995	0	0,00	T1	533.063	8,08	T2
		2005	389	10,54	T1	765.209	9,11	T2
		2015	731	15,81	T1	871.959	9,09	T2
	4106 Oeste Paranaense	1995	133	4,52	T1	1.448.725	21,97	T3
		2005	886	24,00	T2	1.664.827	19,82	T3
		2015	265	5,74	T1	1.993.377	20,79	T3
	4107 Sudoeste Paranaense	1995	373	12,69	T1	792.366	12,01	T2
		2005	1.038	28,13	T2	736.060	8,76	T2
		2015	1.179	25,50	T2	834.352	8,70	T2
	4108 Centro-Sul Paranaense	1995	294	9,99	T1	672.348	10,19	T2
		2005	415	11,25	T1	838.271	9,98	T2
		2015	862	18,64	T1	875.807	9,13	T2
	4109 Sudeste Paranaense	1995	829	28,17	T2	403.211	6,11	T2
		2005	814	22,04	T2	529.312	6,30	T2
		2015	1.282	27,73	T2	571.692	5,96	T2
	4110 Metropolitana de Curitiba	1995	1.104	37,53	T2	206.153	3,13	T1
		2005	0	0,00	T1	279.830	3,33	T1
		2015	620	13,41	T1	283.079	2,95	T1
<b>Santa Catarina</b>	4201 Oeste Catarinense	1995	1.142	30,35	T2	1.068.993	63,67	T3
		2005	2.405	43,85	T2	789.502	54,41	T3
		2015	1.661	25,98	T2	636.842	47,70	T3
	4202 Norte Catarinense	1995	563	14,96	T1	174.702	10,41	T2
		2005	1.500	27,34	T2	220.330	15,18	T3
		2015	1.831	28,65	T2	237.793	17,81	T3
	4203 Serrana	1995	1.863	49,50	T3	194.883	11,61	T2
		2005	3.258	59,40	T3	211.480	14,57	T3
		2015	2.354	36,82	T2	247.102	18,51	T3

Continua...

Tabela B4. Continuação.

Unidade da Federação	Mesorregião	Ano	Folga de produtividade			Área colhida		
			kg/ha	%	classe	ha	%	classe
Rio Grande do Sul	Vale do Itajaí	1995	524	13,92	T1	95.502	5,69	T2
		2005	322	5,87	T1	75.650	5,21	T2
		2015	611	9,55	T1	76.500	5,73	T2
	Grande Florianópolis	1995	1.244	33,06	T2	21.035	1,25	T1
		2005	1.356	24,72	T2	20.059	1,38	T1
		2015	1.639	25,65	T2	13.123	0,98	T1
	Sul Catarinense	1995	0	0,00	T1	123.749	7,37	T2
		2005	0	0,00	T1	134.064	9,24	T2
		2015	0	0,00	T1	123.801	9,27	T2
Rio Grande do Sul	Noroeste Rio-grandense	1995	1.748	46,35	T3	4.104.758	64,60	T3
		2005	2.967	63,87	T3	4.166.370	57,79	T3
		2015	2.676	47,17	T3	4.388.994	51,99	T3
	Nordeste Rio-grandense	1995	1.068	28,33	T2	233.979	3,68	T1
		2005	2.271	48,89	T2	418.641	5,81	T2
		2015	1.500	26,44	T2	480.461	5,69	T2
	Centro Ocidental Rio-grandense	1995	1.298	34,40	T2	408.865	6,43	T2
		2005	2.493	53,68	T3	722.420	10,02	T2
		2015	2.351	41,45	T2	928.132	10,99	T2
	Centro Oriental Rio-grandense	1995	1.181	31,32	T2	321.771	5,06	T1
		2005	2.020	43,49	T2	348.639	4,84	T2
		2015	1.861	32,81	T2	499.472	5,92	T2
	Metropolitana de Porto Alegre	1995	126	3,34	T1	300.968	4,74	T1
		2005	0	0,00	T1	311.316	4,32	T1
		2015	162	2,86	T1	407.024	4,82	T2
	Sudoeste Rio-grandense	1995	51	1,35	T1	566.273	8,91	T2
		2005	663	14,27	T1	833.287	11,56	T2
		2015	971	17,13	T1	1.102.692	13,06	T3
	Sudeste Rio-grandense	1995	434	11,50	T1	417.887	6,58	T2
		2005	1.345	28,96	T2	408.438	5,67	T2
		2015	1.374	24,22	T2	635.190	7,52	T2
Mato Grosso	Norte Mato-grossense	1995	257	9,83	T1	1.657.255	52,77	T3
		2005	270	8,35	T1	5.247.917	65,53	T3
		2015	272	6,79	T1	8.702.908	64,99	T3
	Nordeste Mato-grossense	1995	484	18,48	T1	310.993	9,90	T2
		2005	535	16,56	T1	805.072	10,05	T2
		2015	309	7,72	T1	2.086.964	15,58	T3
	Sudoeste Mato-grossense	1995	639	24,43	T2	126.935	4,04	T1
		2005	397	12,28	T1	139.268	1,74	T1
		2015	512	12,76	T1	209.458	1,56	T1
	Centro-Sul Mato-grossense	1995	796	30,43	T2	67.784	2,16	T1
		2005	498	15,41	T1	134.235	1,68	T1
		2015	317	7,91	T1	190.667	1,42	T1
	Sudeste Mato-grossense	1995	0	0,00	T1	977.272	31,12	T3
		2005	294	9,11	T1	1.681.609	21,00	T3
		2015	0	0,00	T1	2.201.163	16,44	T3

Continua...

**Tabela B4.** Continuação.

Unidade da Federação		Mesorregião	Ano	Folga de produtividade			Área colhida		
				kg/ha	%	classe	ha	%	classe
Goiás	5201	Nordeste Goiano	1995	946	33,90	T2	49.913	2,08	T1
			2005	927	26,78	T2	71.888	1,83	T1
			2015	1.018	24,96	T2	131.553	2,57	T1
	5202	Norte Goiano	1995	1.064	38,15	T2	87.779	3,65	T1
			2005	686	19,82	T1	120.955	3,08	T1
			2015	741	18,17	T1	188.536	3,68	T1
	5203	Centro Goiano	1995	767	27,49	T2	283.519	11,79	T2
			2005	353	10,19	T1	211.078	5,37	T2
			2015	388	9,51	T1	176.922	3,45	T1
	5204	Leste Goiano	1995	452	16,20	T1	264.520	11,00	T2
			2005	364	10,50	T1	488.585	12,42	T2
			2015	140	3,42	T1	890.533	17,38	T3
	5205	Sul Goiano	1995	0	0,00	T1	1.718.484	71,48	T3
			2005	657	18,98	T1	3.040.347	77,31	T3
			2015	194	4,76	T1	3.737.584	72,93	T3

Fonte: Adaptado de IBGE (1990–2015).





MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



CGPE 15966