OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Volume 4

DINÂMICA DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E DA PAISAGEM NATURAL NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Sistemas Agrícolas, Paisagem Natural e Análise Integrada do Espaço Rural

Elena Charlotte Landau
Gilma Alves da Silva
Larissa Moura
André Hirsch
Daniel Pereira Guimarães

Editores Técnicos

Embrapa

DINÂMICA DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E DA PAISAGEM NATURAL NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Sistemas Agrícolas, Paisagem Natural e Análise Integrada do Espaço Rural

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Volume 4

DINÂMICA DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E DA PAISAGEM NATURAL NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Sistemas Agrícolas, Paisagem Natural e Análise Integrada do Espaço Rural

Elena Charlotte Landau
Gilma Alves da Silva
Larissa Moura
André Hirsch
Daniel Pereira Guimarães

Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2020

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e edição
Embrapa Milho e Sorgo

Comitê Local de Publicações
Presidente
Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva
Elena Charlotte Landau

Membros
Antonio Claudio da Silva Barros
Cynthia Maria Borges Damasceno
Maria Lúcia Ferreira Simeone
Monica Matoso Campanha
Roberto dos Santos Trindade
Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro

Editoração eletrônica
Elena Charlotte Landau
Gilma Alves da Silva

Capa
Ingrid Carina Landau Hirsch

1ª edição
Publicação digital (2020)

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte constitui violação dos direitos autorais (Lei n° 9.610).

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

Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas/Elena Charlotte Landau ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.
4 v. PDF (2.171 p.) il. color.

Conteúdo: v. 1. Cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais - v. 2. Produtos de origem vegetal. – v. 3. Produtos de origem animal e da silvicultura. – v. 4. Sistemas agrícolas, paisagem natural e análise integrada do espaço rural.

ISBN 978-65-87380-02-5 v.1.
ISBN 978-65-87380-03-2 v.2.
ISBN 978-65-86056-98-3 v.3.
ISBN 978-65-86056-99-0 v.4.

1. Geoprocessamento. 2. Integração multidisciplinar. 3. Variação geográfica. 4. Variação espaço-temporal. 5. Inteligência territorial. 6. Desenvolvimento sustentável. I. Landau, Elena Charlotte. II. Silva, Gilma Alves da. III. Moura, Larissa. IV. Hirsch, André. V. Guimarães, Daniel Pereira. VI. Título. VII. Embrapa Milho e Sorgo.

CDD 526

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

©Embrapa, 2020

Autores

Elena Charlotte Landau
Bióloga, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Gilma Alves da Silva
Bióloga, bolsista CNPq da Embrapa Milho e Sorgo e graduanda em Engenharia Agronômica na Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, MG.

Larissa Moura
Engenheira ambiental, bolsista de Apoio Técnico da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

André Hirsch
Biólogo, doutor em Ecologia, professor associado da Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Ciências Agrárias, Sete Lagoas, MG.

Daniel Pereira Guimarães
Engenheiro florestal, doutor em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Anderson Oliveira Latini
Zootecnista, doutor em Ecologia, professor adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Ciências Exatas e Biológicas, Sete Lagoas, MG.

Gabriel Ribeiro Brandão
Estagiário da Embrapa Milho e Sorgo e graduando em Engenharia Agronômica na Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, MG.

Gabriele Moreira Valadares
Estagiária da Embrapa Milho e Sorgo e graduanda em Engenharia Agronômica na Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas, MG.

Jéssica Letícia Abreu Martins
Engenheira-agrônoma, mestranda em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa, MG.

Marcela Costa Ferreira
Engenheira-agrônoma, mestre em Ecologia, doutoranda em Ciências Florestais na Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Marinalva Woods Pedrosa
Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), Sete Lagoas, MG.

Walter José Rodrigues Matrangolo
Engenheiro-agrônomo, doutor Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Agência Nacional de Águas (ANA) e à Fundação de Apoio á Pesquisa e Desenvolvimento (Faped) pelo financiamento e/ou apoio logístico para a realização deste trabalho.

Aos revisores técnicos de capítulos deste volume, pelas sugestões e importantes contribuições para melhorar a qualidade da obra: Dr. Carlos Alberto Silva/ University of Maryland; College Park, Washington DC (Cap. 55); Dr. Ivan Cruz/ Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG (Cap. 52); Dr. Ivênio Rubens de Oliveira/ Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG (Cap. 52 e 57); Dr. Paulo Emílio Pereira de Albuquerque/ Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG (Cap. 51); Dr. Rodrigo de Campos Macedo/ UFPR, Curitiba/PR (Cap. 54); Dr. Rodrigo Matta Machado/ UFMG, Belo Horizonte/MG (Cap. 53); e Dr. Thomaz Corrêa e Castro da Costa/ Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG (Cap. 56).

Aos revisores ortográfico e bibliográfico; à ilustradora da capa e contracapa; aos que gentilmente cederam imagens ilustrativas; a Maria Clara Tolentino de Mattos (estudante de Sistemas de Informação na Faculdade Cenecista de Sete Lagoas) e Gabriele Moreira Valadares (estudante de Eng. Agronômica da UFSJ/CSL); ao Bacharel em Biossistemas Fernando Martins Pimenta, ao Bacharel em Sistemas de Informação Anderson Henrique dos Santos, ao Bacharel em Sistemas de Informação e Engenheiro Agrônomo Ricardo Nunes Nery, pela inclusão de bases de dados georreferenciados gerados para acesso através do servidor de mapas do GeoPortal da Embrapa Milho e Sorgo: geoportal.cnpms.embrapa.br, permitindo a consulta interativa do público interessado às bases de dados e outras informações disponibilizadas através do servidor de mapas ou outras abas do GeoPortal.

Aos Drs. Simone Martins Mendes (Embrapa Milho e Sorgo), Juliana Dias Alves Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/MG) e Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar/UFMG), Humberto Silva Augusto, Antônio Braz de Oliveira e Silva e Luciene Aparecida Ferreira de Barros Longo (IBGE/MG), pela ajuda no entendimento de dados, metodologias e restrições relativas a variáveis levantadas pelo IBGE; e ao Eng. Agr. Antônio Carlos Simões Florido, gerente técnico dos últimos Censos Agropecuário realizados pelo IBGE, pelo convite para a participação da cerimônia de lançamento oficial dos resultados do Censo Agropecuário de 2017 (ocorrida em 25/outubro/2019 em Curitiba-PR), durante a qual destacou os principais

resultados e as mudanças metodológicas ocorridas entre os dois últimos Censos Agropecuários.

A Alessandra de Oliveira Machado (estudante de Administração da Faculdade Promove de Sete Lagoas), Gabriele Aparecida Gonçalves Pereira (Bolsista Menor Aprendiz pelo Serviço de Promoção ao Menor e à Família de Sete Lagoas) e Ivane Pyetra Cardoso Cavalieri (estudante de Administração da Faculdade Newton Paiva de Belo Horizonte), pela tramitação, através do Comitê Local de Publicações da Embrapa Milho e Sorgo, das revisões dos capítulos; e a todos os que de alguma forma contribuíram para a publicação deste livro.

Apresentação

Com a crescente demanda pela produção agrícola e pecuária no Brasil para fins de alimentação, geração de bioenergia e outros usos, a identificação de tendências de variação do uso da terra e de características das áreas territoriais rurais do País é importante para o planejamento estratégico regional a nacional. A dinâmica da produção agrícola e pecuária pautada em uma nova bioeconomia, é influenciada por características técnicas, econômicas, políticas, infraestruturais, logísticas, históricas, culturais e ambientais, gerando demandas e oportunidades desde locais até nacionais e internacionais. Variações sobre características originais também influenciam na determinação de novas oportunidades e perspectivas. Assim, conhecer a dinâmica geográfica e temporal de características das áreas rurais brasileiras representa um auxílio para futuras tomadas de decisões estratégicas de investimentos, planejamento adequado, pesquisas e proposta de programas específicos.

Apesar da disponibilidade de dados decorrentes de diversos levantamentos nacionais há carência de publicações apresentando de forma padronizada, comparativa e integrada a variação espaço-temporal de características da produção agrícola e pecuária, aspectos ambientais e outros relevantes no território nacional, com abordagem nas escalas nacional a municipal. Este fato foi a motivação principal para reunir na presente obra análises inovadoras, padronizadas e integradas sobre a variação geográfica de aspectos multidisciplinares das áreas rurais do Brasil nas últimas décadas, visando subsidiar o planejamento adequado de estratégias territoriais, políticas públicas e futuras tomadas de decisões em prol do desenvolvimento sustentável do Brasil.

Considerando este contexto, nesta publicação organizada em 4 volumes, tratada por especialistas, são analisadas de forma objetiva e comparativa, variações espaço-temporais de aspectos relativos à dinâmica das principais culturas agrícolas e atividades pecuárias de maior importância econômica nacional, destacando variações geográficas e/ou temporais de cada uma a partir da década de 1990, através de textos informativos e analíticos, tabelas, gráficos e mapas padronizados. Também são apresentados aspectos relacionados a mudanças de características originais do território nacional.

Frederico Ozanan Machado Durães
Chefe-Geral da Embrapa Milho e Sorgo

Sumário

Introdução		1773
Capítulo 51	Variação Geográfica da Agricultura Irrigada	1781
Capítulo 52	Variação Geográfica do Uso de Agrotóxicos e Afins	1823
Capítulo 53	Variação Geográfica do Uso de Agricultura Orgânica	1905
Capítulo 54	Cadastro Ambiental e Indicadores Cadastrais Rurais	1969
Capítulo 55	Variação Espaço-Temporal da Cobertura Vegetal e do Uso da Terra no Brasil	2023
Capítulo 56	Serviços Ecossistêmicos e Agricultura	2105
Capítulo 57	Análise Integrada da Dinâmica da Produção Agropecuária e da Paisagem Natural no Brasil nas Últimas Décadas	2125

Introdução

A produção agropecuária no Brasil é estratégica para a segurança alimentar, geração de biocombustíveis e uso na indústria farmacêutica, bem como para a economia interna e de exportação. As áreas destinadas a atividades agropecuárias e nas que predominam o plantio e a produção de cada cultura agrícola ou atividade pecuária podem variar ao longo do tempo, em função de características econômicas, técnicas, políticas, infraestruturais, logísticas, históricas, culturais e ambientais, o que influencia na geração de demandas e oportunidades locais, nacionais e/ou internacionais. As consequências dessas variações sobre características anteriores frequentemente implicam a ocorrência de alterações ambientais (mudanças na paisagem e consequentes implicações sobre o clima, a conservação do solo, a qualidade da água e do ar, a diversidade genética, a criação de condições propícias ou não para a proliferação de certas doenças e pragas, a saúde), a implantação de mudanças tecnológicas (adoção de sistemas diversificados de produção, armazenamento e comercialização, de controle de pragas e doenças, de acesso a novas tecnologias), e também a determinação de novas perspectivas e fluxos migratórios humanos (mudanças de oportunidades; migrações; questões econômicas e comerciais locais; características educacionais e culturais). Conhecer a variação geográfica dessas mudanças auxilia em futuras tomadas de decisões estratégicas de planejamento adequado, com direcionamento de pesquisas, investimentos e proposta de programas específicos. A identificação de características e variações simultâneas de aspectos multidisciplinares relevantes ocorrendo em cada área geográfica favorece a tomada de decisões baseadas numa visão mais ecossistêmica e abrangente da realidade.

Levantamentos periódicos com posterior disponibilização gratuita de dados sobre as áreas rurais e urbanas do Brasil têm sido extremamente importantes e possibilitado o acesso a informações nacionais em diversas escalas geográficas e temporais, representando retratos fundamentais da realidade do País. Atualmente, a maioria dos censos e levantamentos oficiais envolvendo dados nacionais sobre agropecuária têm se baseado principalmente em dados declaratórios dos entrevistados e/ou estimativas de profissionais com atuações regionais a nacionais. Embora estejam sujeitos a imprecisões ou falhas relacionadas com a escala e a metodologia adotadas, representam os **dados oficiais do Brasil**, resultantes de levantamentos disponibilizados em diversos formatos, escalas e por distintas fontes, como os realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Companhia Nacional de Abastecimento (Conab); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); Ministério do Meio Ambiente (MMA);

Fundação Getúlio Vargas (FGV) ou outras instituições, conforme o tema. No entanto, apesar da disponibilização de dados decorrentes de diversos levantamentos nacionais, há carência de publicações apresentando de forma padronizada, comparativa e integrada a variação espaço-temporal de características da produção agrícola e pecuária, aspectos ambientais e outros relevantes sobre o território nacional, com abordagens nas escalas nacional a municipal, auxiliando os leitores a terem uma visão mais holística[1] e abrangente sobre características das áreas rurais do País em escala até municipal. Esse fato foi a motivação para reunir na presente obra análises inovadoras, padronizadas, comparativas e integradas sobre a variação geográfica de aspectos multidisciplinares das áreas rurais do Brasil nas últimas décadas, acessíveis a profissionais, estudantes, gestores e demais públicos interessados.

A publicação foi organizada em quatro volumes, abrangendo a variação geográfica e/ou temporal de características multidisciplinares sobre as áreas rurais do território nacional em diversas escalas, sendo:

Volume 1 – “Cenário Histórico, Divisão Política, Características Demográficas, Socioeconômicas e Ambientais”;

Volume 2 – “Produtos de Origem Vegetal”;

Volume 3 – “Produtos de Origem Animal e da Silvicultura”;

Volume 4 – “Sistemas Agrícolas, Paisagem Natural e Análise Integrada do Espaço Rural”.

Neste **Volume 4**, são reunidos aspectos relacionados com os sistemas de produção e tecnologias adotadas nas atividades agropecuárias, como a adoção de sistemas de manejo com o uso da agricultura irrigada, aplicação de agrotóxicos e/ou afins, ou a opção pelo uso de agricultura orgânica. Posteriormente, são apresentados dados sobre a dinâmica de características relacionadas com o ambiente natural, incluindo análises sobre o cadastramento de propriedades rurais no Cadastro Ambiental Rural – CAR, indicadores cadastrais rurais por município, levantamento da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra no País, bem como informações sobre a importância de serviços ecossistêmicos (ambientais) relacionados a diferentes características da paisagem. Finalizando, o último capítulo inclui uma síntese das informações apresentadas na publicação, assim como considerações finais referentes a características da produção agropecuária e de aspectos das áreas rurais do Brasil rumo à sustentabilidade.

[1] Visão holística: observação ou análise integrada de aspectos e características multidisciplinares de forma mais completa, tendo por objetivo a compreensão mais global dos fenômenos.

Ações e atividades de pesquisa da Embrapa são agrupadas em portfólios[2] ou temas estratégicos, dentro dos quais são destacados desafios baseados em megatendências identificadas no documento "Visão 2030"[3]. Entre os Desafios de Inovação[4] recentemente definidos no âmbito do Portfólio "Inteligência, Gestão e Monitoramento Territorial", está incluído o conhecimento da "dinâmica territorial das cadeias produtivas de grãos, fibras, biocombustíveis, proteína animal, madeireira/celulose como apoio à definição e monitoramento de políticas públicas". No âmbito do portfólio "Serviços Ambientais", insere-se a abordagem "integrada de dados espaço-temporais e alterações na dinâmica" de serviços ambientais em diversos biomas. Relacionado ao portfólio "Agricultura Irrigada" está incluída a organização de dados por meio de geotecnologias e tecnologias da informação para subsidiar a "otimização" do "planejamento e gestão do uso da água em áreas irrigadas". Assim, na presente obra há capítulos alinhados principalmente com esses três desafios de inovação, e também capítulos com resultados de pesquisa relacionados a mais da metade dos portfólios da Embrapa. Esta obra apresenta metodologias e análises inovadoras, integrando dados, propostas metodológicas e resultados originais ou obtidos pela equipe de autores, principalmente durante os seguintes projetos e ações de pesquisa:

- "Dinâmica Espaço-Temporal da Ocupação Agrícola nas Últimas Décadas" – Fapemig: CAG-APQ 00460-14/ Embrapa 03.16.00.074.00.00 (2015-2018),
- "Monitoramento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil" – ANA (2017-2018);
- "Zoneamento Agrícola de Risco Climático" – Zarc/ Mapa (~2014-2019),
- "Saneamento Básico em Áreas Rurais do Brasil" (2014-2017),
- "Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil" – ANA/ Embrapa 03.16.00.054.00.00 (2014-2016),

[2] **Portfólio**: conjunto de trabalhos ou ações da instituição por objetivo ou tema estratégico. Os atuais portfólios da Embrapa são: "Agricultura irrigada"; "Alimentos: segurança, nutrição e saúde"; "Amazônia"; "Aquicultura"; "Automação e agricultura de precisão e digital"; "Biotecnologia avançada aplicada ao agronegócio", "Café"; "Carnes"; "Convivência com a seca no Semiárido"; "Diversificação e nichos de mercado"; "Energia, química e tecnologia da biomassa"; "Fibras e biomassa para uso industrial"; "Florestal"; "Fruticultura temperada"; "Fruticultura tropical"; "Grãos"; "Hortaliças"; "Inovação organizacional", "Inovação social na agropecuária", "Insumos biológicos"; "Integração Lavoura-Pecuária-Floresta"; "Inteligência, gestão e monitoramento territorial"; "Leite"; "Manejo racional de agrotóxicos"; "Mudanças climáticas"; "Nanotecnologia"; "Nutrientes para agricultura"; "Pastagens"; "Recursos genéticos"; "Sanidade animal"; "Sanidade vegetal"; "Serviços ambientais"; "Sistemas de produção de base ecológica" e "Solos do Brasil" (informações adicionais podem ser obtidas em: https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento/portfolios).

[3] Embrapa. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira, Brasília, DF, 2018. 212 p. il. color. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194611/1/Visao-2030-o-futuro-da-agricultura-brasileira.pdf>. Acesso em: 7 mar 2019.

[4] Desafios de Inovação: prioridades de pesquisa, desenvolvimento e inovação definidos em 2019 como parte dos objetivos estratégicos do VI Plano Diretor da Embrapa e da Agenda 2030.

- "Fenotipagem e tolerância a estresses abióticos" – Embrapa 22.14.16.001.00.05.006 (2015-2019)
- "Evolução da Agricultura Brasileira em um Período Recente" – Embrapa 02.03.1.02.SGE (2011-2013),
- "Indicadores Ambientais e Socioeconômicos de Produtividade de Milho" – Fapemig: CAG-APQ 00387-10 (2010-2014),
- "Cenários Territoriais para a Agricultura Brasileira nos Próximos 5-10 Anos" – Embrapa 02.07.1.016 SGE (2008-2010).

Nos quatro volumes foram reunidas informações multidisciplinares sobre o território nacional (características históricas, demográficas, sociais, econômicas, ambientais, fundiárias, tecnológicas) e sobre as culturas agrícolas e atividades pecuárias economicamente mais importantes para o Brasil nas últimas décadas, permitindo a identificação e comparação das áreas em que predominam os plantios e aspectos relacionados com a **produção agrícola** das principais culturas de **cereais** (arroz, milho, sorgo granífero e trigo), **leguminosas** (feijão e soja), **oleaginosas** (algodão herbáceo e amendoim), **hortaliças** (alho, batata-doce, batata-inglesa, cebola, mandioca, tomate), **frutas** (abacaxi, banana, coco-da-baía, goiaba, laranja, limão, maçã, mamão, manga, maracujá, melancia, melão, tangerina, uva) e outras de maior importância econômica nacional em 2016 (café, cana-de-açúcar, erva-mate, fumo, pimenta-do-reino), assim como de **silvicultura**s (borracha, eucalipto, pinus) e atividades relacionadas com a **produção pecuária** (pastagens, bovinos, galináceos, suínos, abelhas), integrantes da cadeia produtiva de diversas culturas agrícolas consideradas. As informações são apresentadas na forma de textos, tabelas, gráficos e *layouts* de mapas temáticos representando a variação geográfica e temporal de aspectos sobre áreas rurais brasileiras ou de influência sobre estas descrevendo de forma simples a evolução da agricultura do ponto de vista quantitativo[5]. Foram considerados os dados mais atuais disponíveis na época em que as informações referentes a cada capítulo foram organizadas. Futuras atualizações e complementações serão oportunas, na medida em que dados mais atuais forem sendo disponibilizados.

Para a revisão técnica de cada capítulo foram considerados profissionais de instituições de todo o País com publicações ou atuação na(s) área(s) de conhecimento específica(s) ou correlata(s) ao(s) tema(s) abordado(s) em cada um[6]. A escolha dos

[5] Na maioria dos capítulos desta publicação optou-se pela apresentação do texto inicialmente e das figuras posteriormente, para minimizar a ocorrência espaços em branco entre figuras.

[6] Os profissionais que contribuíram com sugestões para a melhoria da obra foram relacionados nos "Agradecimentos" do volume em que os capítulos revisados por eles foram incluídos.

revisores técnicos foi baseada na análise do *Curriculum Lattes* de profissionais indicados e/ou identificados como tendo publicações na área e com Doutorado (ou *PhD*) concluído (através do modo "Buscar Currículo" da Plataforma Lattes/CNPq). No caso de culturas agrícolas com maior concentração da produção em determinada(s) área(s) geográfica(s) do País, foi, ainda, priorizada a indicação de revisores técnicos com atuação nessa(s) região(ões).

Dessa forma, a publicação representa uma contribuição inicial inovadora e com abrangência nacional[7], no intuito de integrar aspectos multidisciplinares que têm influenciado mudanças no espaço rural brasileiro, visando facilitar a compreensão integrada da dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no País nas últimas décadas, servindo de base para a formação de profissionais e estudantes de diversas áreas do conhecimento, auxiliar na identificação de áreas com ambientes favoráveis e consequente risco potencial da ocorrência de doenças ou pragas presentes em diversas culturas, além de subsidiar o planejamento adequado de estratégias territoriais inteligentes, políticas públicas e futuras tomadas de decisões em prol da sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida no Brasil.

Por permitir a análise integrada e abrangente da diversidade apresentada de informações multidisciplinares relevantes sobre o espaço rural do Brasil, disponibilizando gratuitamente a publicação para livre acesso por parte de profissionais, estudantes e interessados, a presente obra apresenta contribuições para o desenvolvimento sustentável nacional, como subsídios para o atendimento de diversos objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas - ONU[8], como: **Objetivo 10**: "Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles"; **Objetivo 2** – "Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável"; **Objetivo 3** – "Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades"; **Objetivo 4** – "Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos", **Objetivo 15** – "Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação de terra e deter a perda de biodiversidade".

Os editores técnicos

[8] ONU. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <**https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/**>. Acesso em: 09 ago.2019.

Agricultura irrigada

Pivô central
próximo à GO-436,
Cristalina – GO
(24 ago. 2017)
Foto: Elena Charlotte Landau

Capítulo 51

Variação Geográfica da Agricultura Irrigada

Daniel Pereira Guimarães
Gabriel Ribeiro Brandão

Os desafios da alimentação humana

Atualmente, vivenciamos o período Holoceno da Era Cenozoica. Esse período teve início há cerca de 11 mil anos, após a última glaciação, e coincide com o surgimento da espécie humana no planeta. Há cerca de dez mil anos, no período Neolítico, as espécies humanas já iniciaram o cultivo de plantas para sua alimentação dando início à prática da agricultura. A capacidade de produzir alimentos para seu próprio sustento, incluindo a manutenção de rebanhos animais, promoveu profundas transformações no comportamento da raça humana que passou a manter hábitos gregários e maior capacidade de resiliência em face das adversidades (Gupta, 2004). O uso da prática da irrigação através da condução de água por canais surgiu da necessidade de adaptação do cultivo de plantas em regiões de savanas, onde o clima era menos favorável para a produção agrícola do que nos ambientes de maior cobertura florestal. Neto (2003) citado por Lima (2017), informa que há cerca de 4.500 anos a.C., os povos Caldeus, Assírios e Babilônicos já adotavam o uso da irrigação para a produção de alimentos. Os canais de irrigação construídos pelos Incas no Peru e pelos Nabateus na cidade de Petra, na Jordânia, são exemplos clássicos do impacto do uso eficiente da água por civilizações que floresceram em ambientes de altos riscos de deficiência hídrica.

A produção de alimentos vem passando por rápidos processos transformativos. Os avanços na área de biotecnologia, controles efetivos de pragas e doenças, uso de insumos apropriados, sistemas de produção específicos para as condições locais e o uso de máquinas e implementos de altas performances vêm contribuindo para ganhos expressivos na produtividade e qualidade dos produtos agrícolas do País. Esses avanços são fundamentais para garantir a segurança alimentar no futuro, tendo em vista a expansão populacional do planeta para cerca de 9,7 bilhões de indivíduos, de acordo com as projeções da Organização das Nações Unidas – ONU. Em termos globais, o Brasil ocupa atualmente a posição de terceiro maior exportador agrícola e principal país com potencial de expandir sua capacidade produtiva. Essa janela de oportunidades tem

impulsionado o agronegócio, que atualmente gera riquezas correspondentes a cerca de 25% do PIB brasileiro, agrega 35% da mão de obra (Gonçalves et al., 2018) e tem participação superior a 40% na balança comercial brasileira (Teixeira et al., 2018), além de suprir a demanda interna.

Entretanto, os cenários futuros projetam grandes desafios a serem superados. A Revolução Verde, iniciada na década de 1950 nos Estados Unidos e que trouxe grandes impulsos na agricultura brasileira a partir dos anos 70 e 80, principalmente com a abertura da fronteira agrícola dos Cerrados. Os “pacotes tecnológicos” se basearam no uso de sementes melhoradas geneticamente, insumos industriais nas áreas de fertilizantes sintéticos e defensivos químicos, mecanização agrícola, monoculturas e forte apoio oficial na forma de créditos rurais permitiram o rápido crescimento da produção e a geração de excedentes para a exportação (Matos, 2010), contribuindo para o aumento da oferta de alimentos e redução dos preços, fator essencial à redução da pobreza nos países menos desenvolvidos e o domínio das práticas agrícolas nos trópicos. Com efeitos adversos desse sistema de produção, Andrades e Ganimi (2007) citam os impactos sociais como a forte alteração da estrutura fundiária resultando no êxodo rural, aumento na concentração de renda e da terra e a contaminação dos trabalhadores e dos alimentos por agrotóxicos, ocorrendo ainda os impactos ambientais ocasionados pelo desmatamento, erosão e compactação dos solos e poluição do meio ambiente. Além da emissão de gases de efeito estufa, os pesticidas e nutrientes carreados para lagos e oceanos vêm causando danos intensos na fauna e flora aquática e produzindo regiões denominadas de Zonas Mortas (*Dead Zones*) que são áreas hipóxias onde os baixos níveis de oxigenação das águas são provocados pela ação antropogênica, contribuindo para os altos níveis de fertilizantes dissolvidos. E, de acordo com Altieri e Gedan (2014), essas áreas ocorrem exatamente nos locais de maior ocorrência de vida marinha e estão dobrando de tamanho a cada década. De acordo com Breitburg et al. (2018), esses danos ambientais vêm sendo ampliados pelo aquecimento global. A Teoria Malthusiana (Malthus, 1878), que previa a incapacidade de suprimento de alimentos para a humanidade em função do crescimento populacional e escassez de insumos, sempre foi superada pelos conceitos de Condorcet (Garcia, 2018), anteriores a Malthus, que previa a superação desses problemas com os avanços do conhecimento humano. Atualmente, a produção de alimentos supera a demanda e estima-se que cerca de 30% se perde por problemas de armazenamentos, transportes, pragas e desperdício. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), 1,3 bilhão de toneladas de alimentos é desperdiçada anualmente. A meta nº 3 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 12 prevê a redução pela metade do desperdício

per capita mundial até 2030. Torna-se evidente a necessidade de melhoria da eficiência dos sistemas produtivos e a adoção de práticas relacionadas à sustentabilidade ambiental. De acordo com Ray et al. (2015), cerca de 1/3 da produção global dos alimentos é perdida anualmente em função de instabilidades climáticas, especialmente pela insuficiência hídrica e altas temperaturas.

Em contraponto aos sistemas de produção dominantes na produção de alimentos, têm surgido outras formas baseadas em conceitos de sustentabilidade (Matos, 2010), como a Agricultura Biodinâmica, Agricultura Orgânica, Agricultura Natural e Agroecologia, Agricultura Biológica e Permacultura. Entretanto, esses sistemas de produção ainda não conseguem competir economicamente com o sistema de produção predominante e atendem apenas a nichos específicos de mercado e dominados por pessoas de maior poder aquisitivo. De acordo com Borsato (2015), o consumo de alimentos orgânicos na União Europeia cresce a taxas superiores a 50% ao ano.

De acordo com Marin et al. (2016) o adicional de dois bilhões de pessoas em áreas urbanas de países em desenvolvimento previsto para o ano de 2050 aumentará os riscos de insegurança alimentar no futuro próximo, uma vez que o aumento da produção de alimentos deverá ser obtido exclusivamente dos ganhos em produtividade e minimização dos impactos ambientais. Deve-se considerar ainda os impactos nocivos das mudanças climáticas e os conflitos pelo uso e ocupação dos solos e oferta hídrica. Previsões citadas por Jorasch (2019) indicam que até 2050 são esperadas variações na temperatura média global de 14,7 ºC para 16,0 ºC, aumento nas perdas ocasionadas por pragas e doenças de 10% a 15% para 20% a 25%, demanda anual de água de 3.500 km^3 para 5.500 km^3 e redução na área arável de 0,20 ha para 0,15 ha per capita. A Figura 51.1 ilustra a alta ocupação de terras no planeta para fins de produção de alimentos. De acordo com Rosegrant et al. (2001), a maior demanda por alimentos no futuro estará ligada aos países pobres e em desenvolvimento, o que requer uma contínua tendência de aumento da oferta para propiciar a redução dos preços.

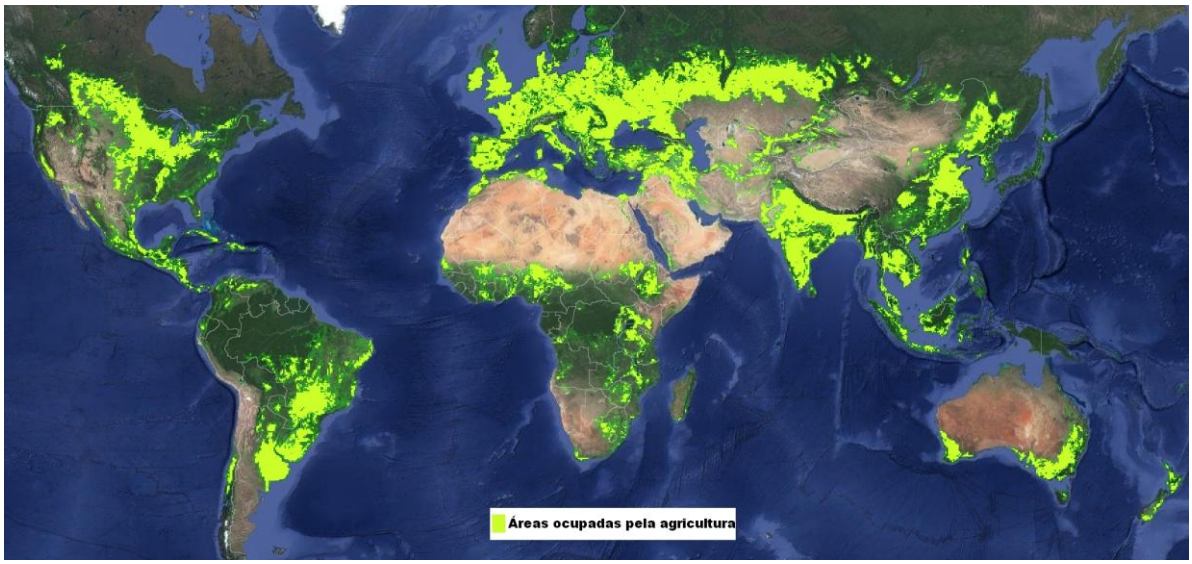


Figura 51.1. Áreas agrícolas no mundo.
Fonte: Adaptado de Global Croplands (2019).

Fica evidente que a agricultura irrigada terá papel fundamental na oferta futura de alimentos para a humanidade. Os ganhos em produtividade são bastante conhecidos e, de acordo com a FAO (2018), a agricultura irrigada corresponde a 20% das áreas cultivadas no planeta, mas respondem por cerca de 40% da oferta de alimentos, fibras e culturas bioenergéticas. Entretanto, as estatísticas acerca das áreas irrigadas e do uso da água na agricultura são ainda incipientes e imprecisas. De acordo com as estatísticas da FAO (http://www.fao.org/faostat), a China possui a maior área irrigada do planeta, com 73 milhões de hectares. Resultados similares são fornecidos pela Agência de Inteligência dos Estados Unidos – CIA (Estados Unidos, 2019) enquanto os resultados divulgados pela Aquastat da própria FAO informam ser a Índia o país com maior área irrigada (http://www.fao.org/nr/water/aquastat/). As estatísticas da FAO indicam uma área irrigada no planeta de cerca de 337 milhões de hectares sendo que a metade dessa área está localizada em apenas três países: China, Índia e Estados Unidos. Apesar de possuir cerca de 8% da água doce disponível (Lima et al., 1999), o Brasil apresentava uma área irrigada de 5,4 milhões de hectares contribuindo com apenas 1,6% da área irrigada global. Sparovek e Dourado Neto (2014) reporta o potencial de 61 milhões de hectares aptos para irrigação no Brasil. Porkka et al. (2016) mostram a forte tendência de escassez futura de água exatamente nos principais países onde se situam as maiores áreas irrigadas: China e Índia (ver Figura 51.4). Mancosu et al. (2015) também evidenciam a relação complexa entre a oferta hídrica e a retirada de água para fins de irrigação no planeta (ver Figuras 51.2 e 51.3).

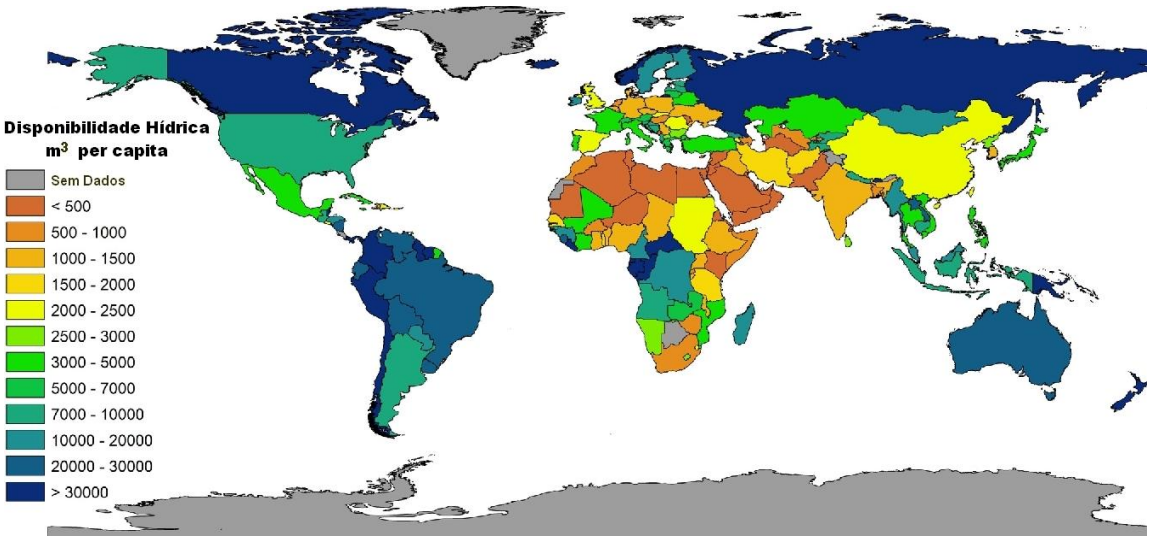


Figura 51.2. Disponibilidade hídrica

Fonte: Adaptado de Mancosu et al. (2015).

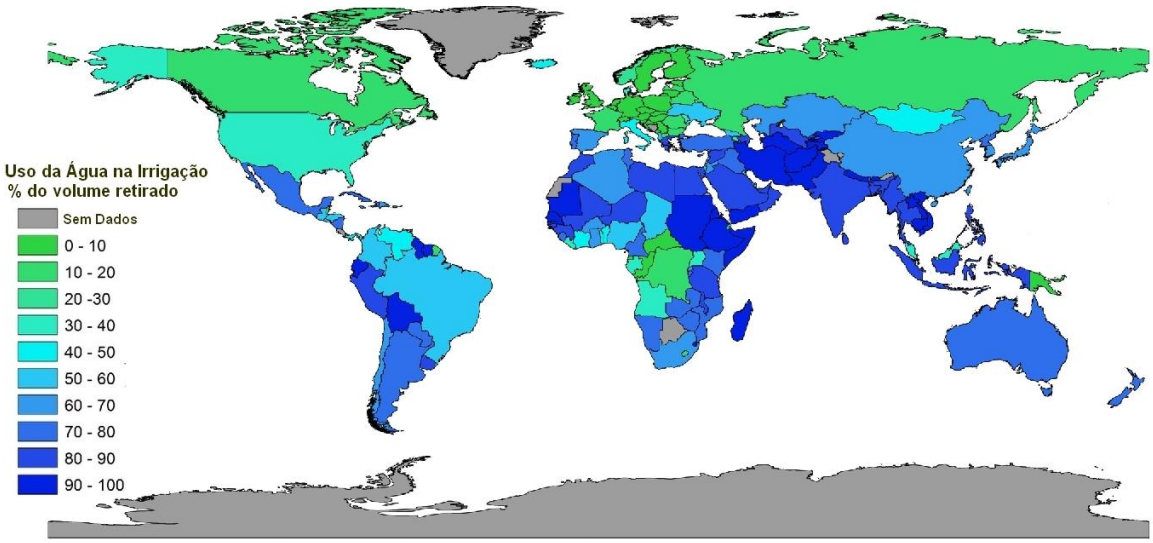


Figura 51.3. Uso da água na agricultura.

Fonte: Adaptado de Mancosu et al. (2015).

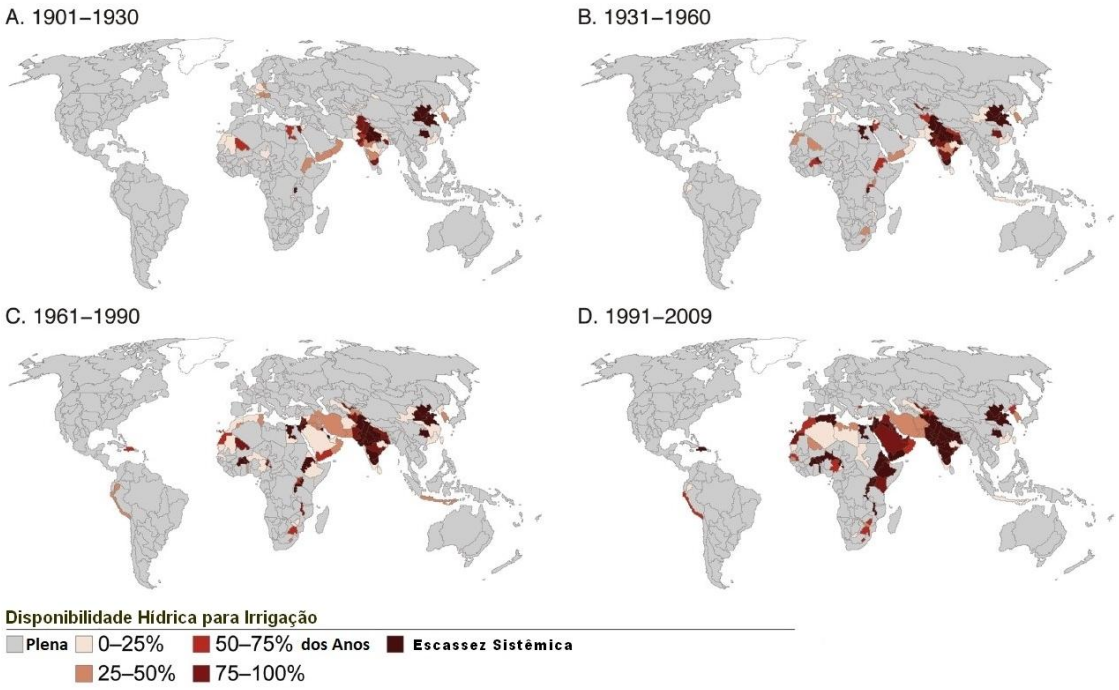


Figura 51.4. Tendência de escassez de água

Fonte: Adaptado de Porkka et al. (2016).

Outro fator importante diz respeito ao uso eficiente da água na agricultura. De acordo com Coelho et al. (2005), o desperdício ainda é enorme e no início da década de 2000 o aproveitamento da água retirada para fins de irrigação no Brasil situava-se em torno de 37%, ou seja, 63% das águas retiradas dos corpos hídricos eram desperdiçadas no processo. De acordo com a Agência Nacional de Águas (2019), o aproveitamento atual dos recursos hídricos pelas atividades humanas situa-se em cerca de 55%, sendo que 68,4% desse volume é destinado para a irrigação agrícola. Visando definir o uso eficiente da água na agricultura, elaborou-se o conceito de agricultura irrigada sustentável (Borghetti et al., 2018):

"*Agricultura irrigada sustentável*: *Práticas agrícolas que atendam às necessidades sociais atuais e futuras por alimentos e por fibras; que permitam a manutenção dos serviços ambientais dos ecossistemas e que possibilitem uma vida saudável para agricultores e para os consumidores. Mas, igualmente importante, que permitam que tudo isso seja alcançado, de forma ética, por meio da maximização do benefício líquido para a sociedade, sempre considerando todos os custos e benefícios atrelados a essas práticas*".

Sistemas e métodos de irrigação

A irrigação, de forma simples, pode ser definida como: maneiras utilizadas para levar a água de forma artificial à planta, buscando satisfazer sua necessidade e visando uma produção ideal (Testezlaf et al., 2017).

O uso de forma artificial da água é utilizado para suprir a falta d'água em época de estiagem das chuvas ou para atender as necessidades da cultura. O crescimento vegetativo de uma cultura está ligado principalmente à disponibilidade de água, onde a falta ou ocasionalidade dela pode definir o insucesso de uma cultura (Telles, 1998). De acordo com o autor, o uso consuntivo de uma cultura é determinado pela quantidade de água utilizada para seu desenvolvimento. O valor está ligado a condições da própria cultura: seja pela espécie, variedade, estágio de desenvolvimento e ao clima (poder evaporante). A maior parte da água que as plantas retiram do solo é liberada na atmosfera em forma de vapor (cerca de 98%).

Importância da Irrigação

A principal finalidade da irrigação é disponibilizar água à planta de maneira a atender as exigências específicas de cada cultura durante todo seu ciclo. Levando em consideração que a quantidade de água necessária vai depender da espécie, do tipo de solo e da época de plantio (Bernardo, 1997).

Qualidade do produto final

Um dos aspectos científicos a favor da irrigação é que, sob o regime certo de irrigação e fertilizantes, algumas espécies de plantas apresentam qualidade superior no produto final. Este é o caso, em sua maioria, de frutas e legumes, onde os padrões desejáveis para consumo podem ser adquiridos através da irrigação (Testezlaf et al., 2017).

Métodos de Irrigação

Existem várias formas artificiais de se levar água a uma planta. Algumas formas necessitam de mão de obra, outras nem tanto, porém necessitam de alto investimento em equipamentos ou em energia. Alguns necessitam de muito volume de água, outros são mais eficientes na gestão da quantidade (Telles, 1998).

Os diversos métodos utilizados se baseiam na forma que a água é colocada à disposição da planta: por superfície, aspersão, localizada e subterrânea.

• Irrigação por Superfície: a água é aplicada por ação da gravidade, utilizando a superfície do solo (parcial ou total).

• Irrigação por Aspersão: a água é aplicada sobre a folhagem da cultura, na forma de chuva.

• Irrigação Localizada: a água é aplicada em uma área limitada da superfície do solo.

• Irrigação Subterrânea: a água é aplicada abaixo da superfície do solo, onde se encontram as raízes.

Sistemas de Irrigação

Os sistemas de irrigação baseiam-se no conjunto de equipamentos, acessórios e manejo que, de forma planejada, realizará o ato de irrigar a planta. Os sistemas de irrigação são subdivididos entre os métodos de irrigação de:

Superfície: Sulcos e inundação.

Aspersão: Convencional e mecanizado.

Localizada: Gotejamento e Microaspersão.

Subterrânea: Elevação do lençol freático e gotejamento subsuperficial.

a) **Superfície:** Neste sistema a água que é aplicada na superfície do solo, por ação da gravidade, se infiltra no solo. Os sistemas de irrigação por superfície são classificados em dois tipos:

- **Irrigação por Sulcos:** O sistema de irrigação por sulcos caracteriza-se pela aplicação da água ao solo, onde a água é distribuída através da inundação parcial da área a ser irrigada, escoando e se infiltrando por pequenos canais abertos construídos na superfície do solo acompanhado as linhas da cultura. De acordo com Soares e Costa (2009), a área molhada do solo vai depender do tipo de solo, vazão, declividade do sulco e tempo de irrigação. Ainda, a área molhada por planta pode ser dobrada após um ano dependendo da topografia do terreno.
- **Irrigação por Inundação:** Neste sistema a água é distribuída sobre toda a área plantada e é aplicada em faixas e tabuleiros de forma contínua ou intermitente limitado por diques, onde a água se acumula na superfície e se infiltra no solo. A irrigação por inundação se subdivide em dois tipos: Faixas e Tabuleiros.

b) **Aspersão:** Neste sistema a água é distribuída uniformemente sobre a cultura ou superfície do solo em forma de gotas imitando a chuva.

- Irrigação Convencional: Neste sistema são utilizados componentes convencionais de aspersão (motobombas, tubulações e aspersores). Eles podem ser móveis ou fixos:

• Portátil: No sistema convencional portátil, os componentes são deslocados de forma manual, ao longo da área a ser irrigada.

• Permanente ou Semiportátil: Neste sistema os aspersores são deslocados dentro da área conforme necessário, enquanto os demais componentes do sistema permanecem fixos em um determinado local (Marouelli; Silva, 2011).

- Mecanizada: Neste sistema é onde os aspersores são montados em estruturas que se movem ao longo de uma determinada área para realizar a irrigação. Eles podem se movimentar com o auxílio de um trator ou de sistemas automatizados. A sua trajetória de irrigação pode ser de forma linear ou circular.

• **Sistema Lateral:** Neste equipamento onde a linha lateral, contendo os aspersores, possui propulsores que auxiliam na sua movimentação de forma contínua ou intermitente. Propulsores que atuam continuamente podem ser classificados de acordo com a direção do deslocamento da seguinte forma: Lateral Rolante e Pivô Central.

• **Lateral Rolante:** Este sistema possui uma linha lateral contendo aspersores, no centro dessa linha se encontra uma unidade propulsora, trabalhando como um eixo com rodas de metal regularmente espaçadas. Terminada a aplicação de água, o sistema é automaticamente drenado, podendo ser deslocado para a próxima posição. Esta estrutura de irrigação se desloca em uma única direção, onde se retira a água de um canal ou tubo flexível. Ainda há a possibilidade de fixar uma extremidade e girar em torno dela, assim permitindo mudar a direção da irrigação de modo a irrigar uma área na forma de L (Richter, 2012).

• **Pivô Central:** Pertencente ao sistema de aspersão mecanizada está o pivô central, um dos mais conhecidos no Brasil. O pivô aplica água e produtos químicos na cultura de forma uniforme, e tem sido bastante utilizado, pelo fato do seu alto grau de automação, irrigação em grandes áreas e por ser passível de utilização em diferentes tipos de solo (Guimarães et al., 2018).

• **Carretel Enrolador (Autopropelido):** O carretel enrolador, antes chamado de autopropelido, se trata de um aspersor que se desloca na área a ser irrigada, molhando apenas faixas individuais. Logo após irrigar uma faixa o carretel é deslocado para outra faixa, até completar um ciclo de irrigação, formando uma

sequência. Ao final do ciclo, o carretel está pronto para iniciar um novo ciclo (Santos, 2010).

- **Montagem Direta:** Este sistema apresenta uma unidade móvel de bombeamento, acionada por um motor. O equipamento coleta a água através de canais localizados nas áreas de aplicação, que são estrategicamente posicionados para uma maior eficiência do equipamento.

c) **Localizada:** Neste sistema visa-se a aplicação de água em uma determinada área sobre o solo, buscando irrigar somente o sistema radicular das plantas. Dentre as principais vantagens que o sistema apresenta, destacam-se pela maior eficiência no uso da água, economia de mão-de-obra, maior eficiência no controle fitossanitário e se adapta a diferentes tipos de solos e topografia (Silva; Silva, 2005).

- **Microaspersão:** Neste sistema utilizam-se microaspersores, que aplicam a água ou produto químico na forma de jato ou aerosol, frequentemente, na área sombreada pela copa da planta, onde o volume de solo explorado pelas raízes das plantas é maior.
- **Gotejamento:** Neste sistema a água ou produto químico é distribuído sobre o solo na forma de gotas com baixa vazão em uma fração de solo explorado pelas raízes das plantas, de forma que a água fica disponível para a planta com mais eficiência (Soares; Costa, 2009). A água passa por emissores chamados “gotejadores”.
- **Subterrânea:** Neste sistema a água é aplicada abaixo da superfície do solo, entrando em contato direto com as raízes no solo.
- **Gotejamento Subsuperficial:** Neste sistema as linhas de gotejamento estão enterradas onde podem atingir as raízes com mais facilidade.
- **Elevação do lençol freático:** Neste sistema ocorre a elevação do nível freático mediante o uso de estruturas de drenagem ou de linhas de irrigação enterradas que permitem saturar o perfil do solo e controlar a profundidade do nível freático, deixando-o próximo das raízes das plantas. Esse sistema é empregado em áreas com problemas de encharcamento.

Além destes sistemas citados acima se tem a utilização da hidroponia, sistema DFT e aeroponia, onde a aplicação da água dá-se diretamente nas raízes das plantas, na maioria dos casos sem a utilização de solo. Estes sistemas geralmente são utilizados em locais de cultivo protegido.

- **Hidroponia:** Hidroponia é uma técnica de cultivo, onde o solo é substituído por uma solução nutritiva aquosa essenciais aos vegetais (Graves, 1983). A hidroponia, além de

ser uma maneira alternativa à produção convencional, vem sendo uma importante ferramenta para estudo da composição das plantas, forma de crescimento, nutrientes e respostas que apresentam a variações ambientais (Carrijo; Makishima, 2000).

- **Sistema DFT ("*Deep Film Technique*") ou Cultivo na Água:** Neste sistema a solução nutritiva forma uma lâmina d'água, em uma mesa plana que circula a solução nutritiva, onde as raízes ficam submersas (Furlani et al., 2009).
- **Aeroponia:** A aeroponia é o cultivo de plantas sem a utilização de solo, desta forma, evitando organismos prejudiciais contidos no solo. As plantas ficam suspensas no ar, onde a solução nutritiva é nebulizada diretamente na raiz em proporção equilibrada (Targino et al., 2018).

Características da Agricultura Irrigada

Diante das características observadas de cada sistema, grandes são os benefícios provenientes do uso da irrigação. De acordo com Bernardo (1997), a irrigação pode causar impactos positivos e negativos com relação ao meio ambiente, qualidade do solo e da água, saúde pública e ao aspecto socioeconômico de uma região.

Critérios para Seleção de Sistemas de Irrigação

Planejamento

O planejamento deve ser realizado de maneira que as informações técnicas obtidas sobre a propriedade ajudem a encontrar um sistema que atenda às necessidades da cultura a ser explorada, bem como uma utilização eficiente de seus recursos naturais, econômicos e sociais (Testezlaf, 2017).

Dimensionamento e Elaboração de Projetos

Os sistemas de irrigação que são mal dimensionados ou elaborados como, por exemplo, a drenagem inadequada para cada tipo de solo e topografia, causam impactos ambientais (Bernardo, 1997).

De acordo com Zanini et al. (1998), é necessário ressaltar que não existe método ideal de irrigação. Os métodos e sistemas podem ou não ser adotados para cada situação, isso pode variar de acordo com características específicas de cada propriedade, como, por exemplo, clima, topografia, disponibilidade de água, dentre outros aspectos abordados no decorrer do capítulo.

Para projetar um sistema de irrigação é necessário, basicamente, selecionar de forma técnica os componentes e acessórios que, operando juntos, permitirão a aplicação da água em uma determinada cultura ou local de interesse (Testezlaf, 2017).

A elaboração de projetos envolve vários fatores que refletem no sucesso da irrigação como um todo, sendo assim, para que haja uma eficiência na escolha do sistema de irrigação é necessário observar alguns aspectos de relevância. Entre eles estão os sete principais:

Potencial Hídrico: A disponibilidade de vazão outorgável, qualidade da água e distância.

Topografia: Desnível, declividade permitida para cada sistema e a forma da área.

Solo: Deve ser analisada a profundidade do solo, a capacidade de retenção de água, a capacidade de infiltração, fertilidade e salinidade.

Clima: Nível de precipitação, velocidade do vento e temperatura.

Cultura: Densidade de plantio, sistema radicular, altura da planta e necessidades fitossanitárias.

Aspectos Econômicos: Valor econômico da cultura, custo do capital investido e custo anual operacional.

Fatores Humanos: Hábitos locais, preferência de quem está implantando o sistema, tradições, preconceitos e nível educacional da região e dos trabalhadores.

Outro fator relevante na adoção do sistema de irrigação refere-se à eficiência do uso da água. A Tabela 51.1 mostra a eficiência de uso da água dos principais sistemas de irrigação.

Tabela 51.1. Eficiência do uso da água de diferentes sistemas de irrigação.

Método	Sistema	Eficiência de Irrigação (%)
Superficial	Sulcos	40 - 70
	Corrrugação	40 - 70
	Faixas	50 - 75
	Inundação	50 - 70
Subsuperficial	Lençol Freático Fixo	40 - 70
	Lençol Freático Variável	50 - 75
Aspersão	Convencional Portátil	60 - 75
	Convencional Semiportátil	60 - 75
	Convencional Permanente	70 - 80
	Autopropelido	60 - 70
	Ramal Rolante	65 - 85
	Pivô Central	75 - 90
	Deslocamento Linear	75 - 90
Microirrigação	Gotejamento	85 - 95
	Microaspersão	80 - 90
	Borbulhador ("*Bubbler*")	75 - 90

Fonte: Marouelli e Silva (2011).

Agricultura 4.0

Atualmente, os avanços tecnológicos disponibilizam sensores remotos da variabilidade espectral das plantas, sensores da umidade, composição química dos solos e monitoramento ambiental, os quais, integrados via processos de inteligência artificial permitem maximizar a eficiência dos sistemas de produção, denominados de Agricultura 4.0.

As novas perspectivas de produção da agricultura vêm trazendo consigo uma necessidade de novas tecnologias, que aliadas ao conhecimento técnico, geram alta produtividade e eficiência no uso de recursos naturais e insumos.

A Agricultura 4.0 é utilizada de maneira a empregar o uso de tecnologias para o processamento de dados que são coletados no campo, visando buscar métodos e soluções ágeis para cada situação, através de sistemas de suporte à tomada de decisão de manejo. Contribui para elevar a produtividade, a eficiência do uso de recursos e insumos, redução de custos e diminuição do impacto ao meio ambiente, englobando a agricultura de precisão, automação e a robótica agrícola (Massruhá; Leite, 2017).

Com o avanço da tecnologia no meio rural, várias empresas desenvolvem programas de computadores que funcionam como um “cérebro” no processamento e análise de dados. Estes programas são capazes de controlar a irrigação e fertirrigação de forma automatizada, tudo isso com precisão e eficiência. Além de poder realizar o monitoramento e controlar a irrigação de forma simples e descomplicada a partir do uso de um computador ou celular com acesso à internet.

A Agricultura 4.0 veio para desempenhar um importante papel na agricultura moderna, onde são aplicadas as mais novas tecnologias, a fim de que promova aumento na produção, redução de custos e racionalização na utilização de recursos naturais e insumos (Ribeiro et al., 2018).

Demanda hídrica

De acordo com Couto e Sans (2002), a produtividade de uma cultura depende em 60% de suas características genéticas e 40% de fatores ambientais. No entanto, a máxima expressão do potencial produtivo depende do suprimento dos fatores de produção como a disponibilidade nutricional, práticas de manejo, incidência de doenças e pragas e oferta hídrica. De acordo com Romani et al. (2016) mais de 80% das variações na produtividade agrícola em países tropicais depende das condições meteorológicas,

especialmente pelo déficit hídrico. De acordo com Souza et al. (2006), o balanço hídrico reflete os fluxos hídricos nos solos determinados pela entrada de água no sistema via chuva ou irrigação, a capacidade de retenção da água pelo solo em função de fatores inerentes às propriedades físicas (textura, estrutura), profundidade dos solos e as perdas de água definidas pela evapotranspiração, percolação profunda e escoamentos superficiais. Dentre todas as variáveis envolvidas no balanço hídrico, a evapotranspiração (saída da água do solo para a atmosfera através da transpiração das plantas e evaporação pela superfície do solo) é a mais complexa. O termo evapotranspiração foi criado por Thornthwaite e Wilm em 1944 (Camargo; Camargo, 2000). A complexidade do entendimento da evapotranspiração está relacionada à inclusão de fatores termodinâmicos e aerodinâmicos inclusive a resistência ao transporte de calor sensível e de vapor d'água e a resistência da superfície à transferência de vapor d'água (Cavalcante Júnior et al., 2011). A adoção do Método de Penman Monteith FAO 56 como padrão se deve à excelente correlação da evapotranspiração com medidas lisimétricas em diferentes regiões do planeta. Tendo em vista o grande número de variáveis meteorológicas inseridas no cálculo da evapotranspiração por esse método, muitas proposições de métodos mais simplificados foram feitas. Carvalho et al. (2011) citam o método original de Penman, Thornthwaite, Turc, Penman-Monteith-FAO (PM-FAO), Tanque Classe A, Blaney-Criddle, Makkink, Hamon, Radiação Solar FAO 24, Linacre, Camargo, Jensen-Haise, Hargreaves, Priestley-Taylor, Holdridge, Kharrufa, ASCE-Penman-Monteith e Penman Modificado. O uso de métodos alternativos para a estimativa da evapotranspiração pode levar à ocorrência de erros sistemáticos que interferem na eficiência do uso da água na irrigação.

A determinação da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith FAO 56 é dada pela equação:

$$\mathbf{ETo} = \frac{0{,}408\Delta\,(R_n - G + \lambda\frac{900}{(T+273)}\,U_2(es-ea)}{\Delta + \lambda(1+0{,}34U_2)}$$

Onde:

ETo = evapotranspiração de referência (mm d^{-1}),

R_n = saldo de radiação na superfície (MJ.m^{-2}.d^{-1}),

G = fluxo de calor sensível no solo (MJ.m^{-2}.d^{-1}),

T = temperatura média do ar a 2 m do solo (^oC),

U_2 = velocidade do vento a 2 m (m.s^{-1}),

es = pressão de saturação de vapor (kPa),

ea = pressão parcial de vapor (kPa),

Δ - declividade da curva de pressão de vapor de saturação (kPa.°C^{-1}),

λ - coeficiente psicrométrico (kPa.°C^{-1}).

Tem sido intensificado o uso de sensores de umidade dos solos e a instalação de estações meteorológicas automáticas nas áreas irrigadas com o objetivo de monitorar o balanço hídrico nos solos. As redes de estações meteorológicas em âmbitos nacional ou estadual também são importantes fontes de informações para a definição das lâminas de irrigação e turnos de rega.

Redes Nacionais de Estações Meteorológicas:

Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet

http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe

http://sinda.crn.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/historico/index.php

Icea – Instituto de Controle do Espaço Aéreo da FAB

http://clima.icea.gov.br/clima/index.php

Redes Estaduais de Estações Meteorológicas:

Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos da Bahia - Seia

http://monitoramento.seia.ba.gov.br/

Sistema de Meteorologia e Hidrologia Estado de Goiás: Simehgo

http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/

CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - SP

http://www.ciiagro.org.br/ema/

Sistema Meteorológico do Paraná - Simepar – PR

http://www.simepar.br/

Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – Ciram/Epagri

http://ciram.epagri.sc.gov.br/

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - Funceme

http://www.funceme.br/pcd/

Disponibilidade hídrica nos solos

A Capacidade de Água Disponível (CAD) reflete a máxima absorção de água retida pela capilaridade do solo superando os efeitos da força gravitacional. Os solos com mais de 15% de matéria orgânica em suas composições são classificados como solos orgânicos e como solos minerais quando um teor superior a 85% for de componentes minerais. Trata-se de material poroso contendo as fases sólida que permite sua estruturação, líquida e gasosa. Poros com diâmetros superiores a 0,1 mm são denominados de macroporos e a água se perde facilmente pela ação da gravidade ou pela absorção radicular. Os microporos apresentam diâmetros inferiores a 0,05 mm e oferecem maior resistência à perda de água. A ocupação dos espaços porosos pelos componentes líquidos e gasosos varia em função do volume de água retido pelo solo, o qual fica saturado quando todos os espaços são ocupados pela fase líquida. Fica evidente a função do solo para a sustentação e nutrição para a maioria das espécies vegetais. A CAD varia em função de características do solo, especialmente a textura e a estrutura que afetam o tamanho e a quantidade de poros. A Figura 51.5 ilustra o impacto da textura dos solos sobre a capacidade de retenção de água.

Solos de diferentes texturas e estruturas tendem a apresentar diferentes curvas de retenção de água. A determinação das curvas de retenção envolve a coleta de amostras indeformadas dos solos na profundidade ocupada pelo sistema radicular e envio para análises em laboratório. A Figura 51.6 ilustra os resultados obtidos por Silva et al. (2006) mostrando as alterações nas curvas de retenção da água em função do tipo de solo do Cerrado. As análises envolveram variações dos solos Neossolo Quartzarênico, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho. As tendências de variação do conteúdo de água em função da tensão da água no solo foram explicadas pelo ajuste da função de van Genuchten.

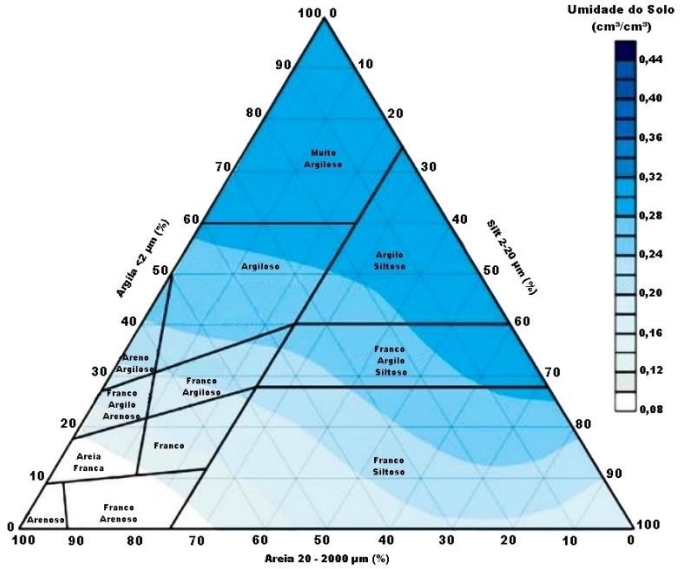


Figura 51.5. Gradiente textural dos solos e a variabilidade da capacidade de retenção de água.

Fonte: Adaptado de Terra Gis (2019).

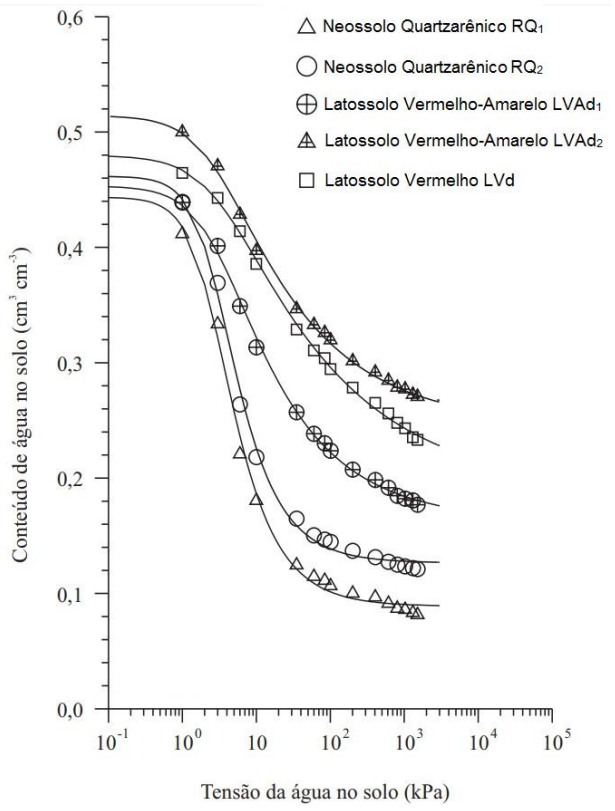


Figura 51.6. Curvas de retenção de água em solos dos Cerrados.

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2006).

A disponibilidade hídrica dos solos corresponde à quantidade de água assimilável pelas plantas. O ponto em que o solo contém a máxima capacidade de retenção é denominado de Capacidade de Campo sendo que os volumes de água superiores a esse limite se perdem por escorrimento superficial ou percolação, denominada de água gravitacional. O limite inferior é denominado Ponto de Murcha Permanente onde as forças de tensão da água retida nos solos são maiores que a capacidade de absorção pelas plantas. O cálculo da Capacidade de Água Disponível (CAD) é dado por:

$$CAD(mm) = \left\{\frac{CC - PMP}{100}\right\} x\ 10\ x\ Ds\left(\frac{mm}{cm}\right) x\ H(cm)$$

Onde:

CAD = Capacidade de Água Disponível – (mm de água/cm de solo)

CC = Capacidade de Campo – (%peso)

PMP = Ponto de Murcha Permanente – (%peso)

Ds = Densidade do Solo (g de solo/cm^3 de solo)

H = Profundidade Efetiva do Sistema Radicular (cm)

Para fins de irrigação, não é desejável esperar que toda a água disponível do solo seja consumida para sua reposição. Ocorre que na medida em que a água disponível se reduz em relação à capacidade de campo, maiores as retenções pelas forças mátricas, ou seja, quanto mais seco o solo, maiores as dificuldades de extrair a água contida em seu interior. Utiliza-se então o conceito de Água Facilmente Disponível (AFD) que corresponde ao estabelecimento de um limite de déficit hídrico a partir do qual a água deve ser reposta para a capacidade de campo pelo uso da irrigação.

Balanço hídrico no solo

Apesar de existirem diferentes procedimentos para avaliar a necessidade de irrigação pelas plantas, como os sensores de umidade dos solos e o uso de sensores nas plantas, o método do balanço hídrico no solo é o mais empregado. De acordo com Sentelhas e Angelocci (2009), o balanço hídrico reflete as entradas e saídas de água nos sistemas e podem ser interpretados em diferentes escalas sendo que na condição macro é o próprio ciclo hidrológico atuando na biosfera, conforme demonstrado na Figura 51.7.

Figura 51.7. Ciclo hidrológico. Créditos: USGS Domínio público.

Em escalas intermediárias temos as bacias hidrográficas onde o balanço hídrico tem grande utilidade na determinação da vazão de água pelo sistema. Os balanços hídricos climatológicos são usados para caracterização climática e análises de riscos para a prática da agricultura, e o principal exemplo desse uso no Brasil é o Zoneamento Agrícola de Risco Climático – Zarc, usado pelo Ministério da Agricultura como instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura (como apresentado no **Capítulo 7**, no Volume 1). A Figura 51.8 ilustra o balanço hídrico climatológico para Sete Lagoas, Minas Gerais, baseado em normais climatológicas dos últimos 30 anos e solo com CAD de 100 mm.

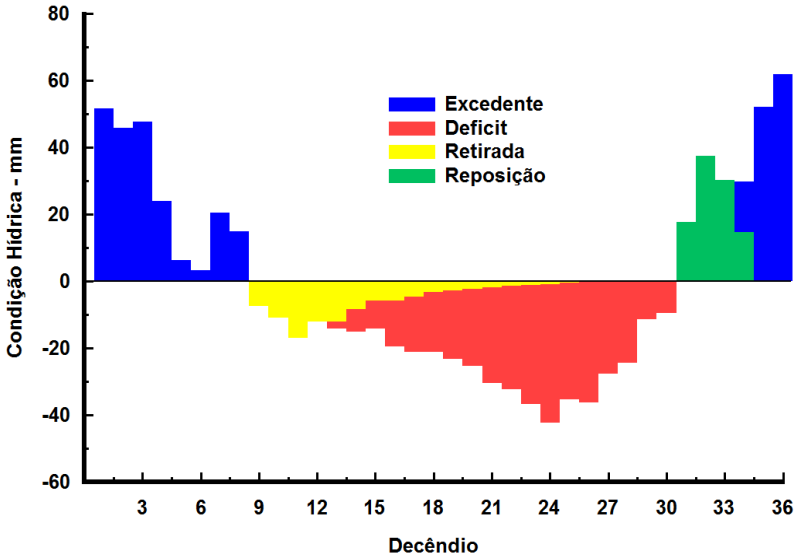


Figura 51.8. Balanço hídrico climatológico decendial para o município de Sete Lagoas, MG.

Elaboração: Daniel P. Guimarães.

Para os propósitos de irrigação, o balanço hídrico determina o referencial de água disponível para as plantas de modo a maximizar o potencial produtivo e otimizar o uso dos recursos hídricos. A Irrigação Real Necessária (Frizzone et al., 2012) é calculada por:

$IRN = 10 \times (CC - PMP) \times f \times Z \times Kc$

IRN = Irrigação Real Necessária

CC = Capacidade de Campo

PMP = Ponto de Murcha Permanente

f = Fator de disponibilidade hídrica

Z = Profundidade do sistema radicular efetivo

Kc = Coeficiente da Cultura

Desse modo, após a redução do teor de água disponível para o cultivo agrícola ao limite definido pelo fator de disponibilidade hídrica, aplica-se a Irrigação Real Necessária para recompor as condições hídricas do solo gerando o turno de rega. A prática da irrigação consiste na manutenção da disponibilidade hídrica dos solos garantindo uma reserva de modo a suprir as necessidades hídricas das plantas em suas diferentes fases de crescimento e produção. A determinação do Coeficiente da Cultura (Kc) permite que a reserva de água no solo seja mantida de acordo com a cultura agrícola a ser irrigada. A Figura 51.9 ilustra o Coeficiente de Cultura do algodão de acordo com os resultados de Oliveira et al. (2005).

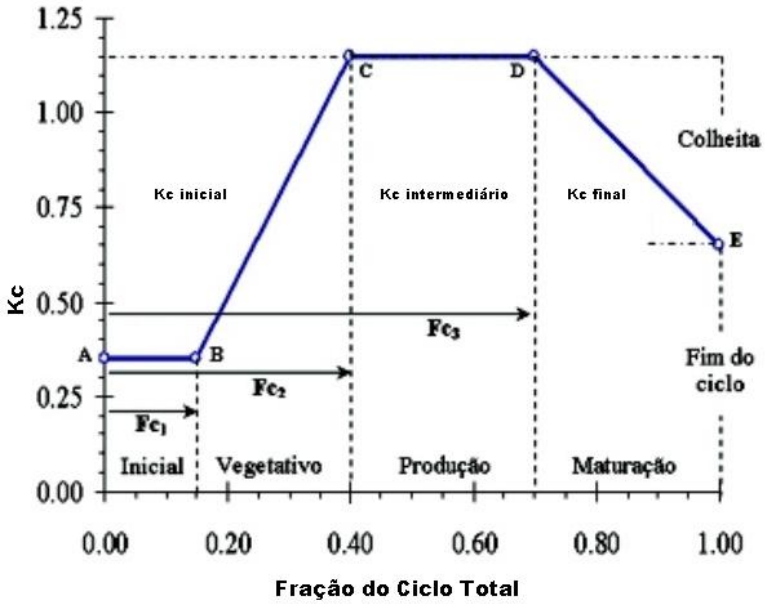


Figura 51.9. Curva do Kc para a cultura do algodão herbáceo.

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2005).

Monitoramento da agricultura irrigada no Brasil

Embora pareça paradoxal, o elemento mais abundante na superfície terrestre e que se mantém praticamente constante na natureza, a água (limpa) está cada vez mais escassa e as razões são de origens antrópicas. A água é um bem natural que se torna recurso hídrico a partir do momento em que passa a ter valor econômico (Cantelle et al., 2018). A degradação da natureza, mudanças climáticas, aumento populacional, aumento das áreas irrigadas e maior competição pelos recursos hídricos são fatores que contribuem para a redução da disponibilidade hídrica. São exemplos típicos a tendência de extinção do Mar de Aral que já foi o quarto maior lago do planeta e hoje é um desastre ecológico em função do desvio de recursos hídricos para a irrigação, conforme mostrado na Figura 51.10, e as sérias consequências da redução das geleiras na oferta hídrica em países que dependem dessa fonte de água, como exemplo a Bolívia.

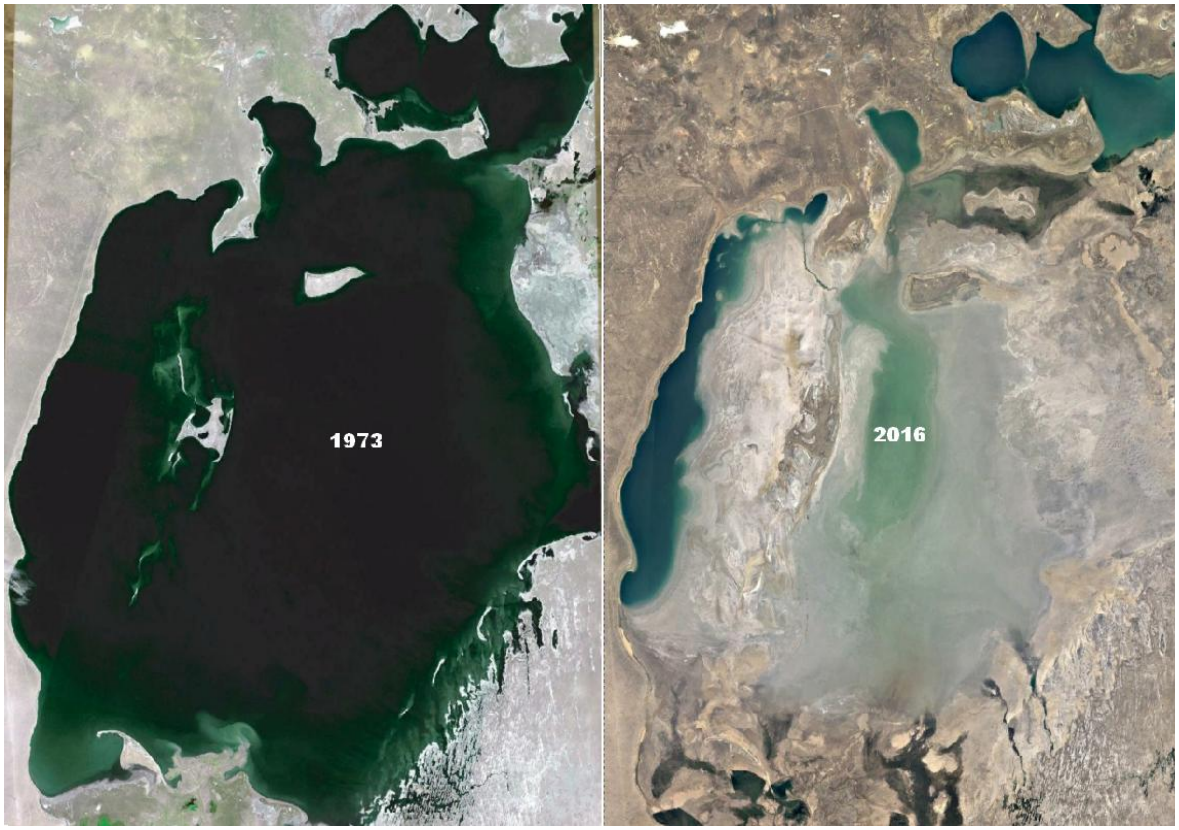


Figura 51.10. Tendência de extinção do Mar de Aral.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

A forte crise hídrica que se abateu sobre grande parte do Brasil em 2014/2015 (Marengo et al., 2015) trouxe gravíssimos problemas para o abastecimento urbano, perdas na agricultura e na geração de energia hidrelétrica ressaltando a grande necessidade de gerenciamento dos recursos hídricos, especialmente na área irrigada

onde se dá o maior consumo. As dificuldades de proceder ao levantamento e monitoramento das áreas irrigadas no Brasil estão relacionadas com a extensão territorial, dificuldades de identificação das áreas e o cultivo em pequenas áreas e uso de irrigação sazonal. O Censo Agropecuário do IBGE (IBGE, 2019) efetua levantamentos nas propriedades rurais a cada dez anos aproximadamente, e a coleta de informações é autodeclaratória. A Tabela 51.2 mostra o levantamento da agricultura irrigada no Brasil em função do sistema de irrigação indicando uma área irrigada de 6,9 milhões de hectares em 2017. As bases originais com informações municipais foram convertidas para bases estaduais. Verifica-se que o Rio Grande do Sul é o estado com maior área irrigada do país, o que se dá em função da produção de arroz irrigado pelo sistema de inundação. Três unidades da federação (RS, MG e SP) concentram cerca de 53% da área irrigada no País. Os levantamentos feitos pela Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI), da ABIMAQ (Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos, 2019) apresentados na Tabela 51.3 indicam uma área irrigada de seis milhões de hectares em 2018. A Tabela 51.4 apresenta a tendência de crescimento da agricultura irrigada no Brasil entre 1960 e 2015, de acordo com as bases de dados da Agência Nacional de Águas (2018), indicando uma área irrigada de 6,95 milhões de hectares no País. Sendo incluídas as áreas irrigadas pelo sistema de inundação, que se situam em torno de um milhão de hectares nas estimativas da CSEI/Abimaq, pode-se concluir que os resultados são similares aos obtidos pelo Censo Agropecuário do IBGE e da Agência Nacional de Águas. Os levantamentos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas possuem o georreferenciamento de 4,5 milhões de hectares irrigados (1,436 Mha de arroz inundado, 1,722 Mha de cana-de-açúcar e 1,394 Mha em áreas irrigadas por pivôs centrais). O mapeamento das áreas irrigadas permite a identificação do *status* de uso do solo (plantado ou inativo) gerando informações valiosas para o monitoramento da safra agrícola e uso da água na agricultura irrigada.

Tabela 51.2. Áreas irrigadas nas Unidades da Federação do Brasil em 2017.

UF	Localizada			Inundação			Aspersão			Outros		Total UF	%
	Gotejamento	Microaspersão	Outros	Inundação	Sulcos	Outros	Autopropelido Carretel	Pivô Central	Aspersão Convencional	Subsuperficial	Molhação		
Acre	295	311							131		1018	1755	0,03
Alagoas	7908	3390	210	2554	1875	976	39520	38604	54281	182	882	150382	2,18
Amapá	105	116	54			55483	42		847	239	2135	59021	0,86
Amazonas	1438	368	101			19	24		642	344	4907	7843	0,11
Bahia	111746	77411	2039	2872	22173	1632	8686	148147	19940	3223	17260	415129	6,02
Ceará	36663	45822	1246	6630	1592	335	414	4929	36171	1141	87537	222480	3,22
Distrito Federal	7731	488	32	8	20	14	291	13120	3704	36	182	25626	0,37
Espírito Santo	116188	186345	7531	420	36	154	4029	7309	40803	390	1364	364569	5,28
Goiás	37636	4753	618	17471	917	756	179074	225575	31436	549	3099	501884	7,27
Maranhão	14173	2319	389	2297	264	444	8583	18132	11226	16	6628	64471	0,93
Mato Grosso	6019	62313	1664	613	69	336	37427	92567	35314	3828	2738	242888	3,52
Mato Grosso do Sul	2530	805	2401	11098	204	1510	31826	23842	12632	1611	4105	92564	1,34
Minas Gerais	245361	77120	2671	4849	5752	2344	131692	415849	228364	4559	27066	1145627	16,60
Pará	16192	40552	1727	460	119	1009	1363	3196	9709	4302	24722	103351	1,50
Paraíba	7340	7612	706	614	355	141	13263	13249	59552	302	2045	105179	1,52
Paraná	10707	4509	434	12924	358	994	82499	18120	21598	1022	2618	155783	2,27
Pernambuco	36482	44737	577	2303	9534	823	7659	12563	64955	2225	10950	192808	2,79
Piauí	5282	4068	166	3861	1078	236	723	4273	10802	102	2377	32968	0,48
Rio de Janeiro	4369	2282	407	1898	541	521	1297	997	27158	1114	9003	49587	0,72
Rio Grande do Norte	23474	8815	164	1106	830	94	1000	2680	16814	209	1448	56634	0,82
Rio Grande do Sul	11663	2992	309	1157439	10205	4793	8403	178050	24656	5778	3973	1408261	20,41
Rondônia	7954	9182	2119	596	22	3603	2932	2636	7326	646	1731	38747	0,56
Roraima	1917	722		6043	1536			1395	940	357	1757	14667	0,21
Santa Catarina	7958	1464	101	125180	788	327	4501	910	23103	517	2622	167471	2,43
São Paulo	308299	20821	1336	6287	13864	3260	196487	193845	338645	12850	11337	1107031	16,04
Sergipe	2656	6520	74	3677	39	30	3141	642	11847	39	424	29089	0,42
Tocantins	6633	2208	104	80249	17554		15309	14317	5786		2573	144733	2,10
Total	1038719	618045	27180	1451449	89725	79834	780185	1434947	1098382	45581	236501	6900548	100,00

Fonte dos dados: IBGE (2019)

Tabela 51.3. Expansão da agricultura irrigada no Brasil ente 2000 e 2018.

Ano	Área ocupada por agricultura irrigada (ha)					
	Pivô Central	Carretel	Convencional	Localizada	Expansão	Total
2000	47.320	25.000	16.200	30.000	118.520	3.068.480
2001	50.540	29.000	15.300	33.000	127.840	3.196.320
2002	57.820	30.000	14.650	37.000	139.470	3.335.790
2003	59.500	30.000	17.500	40.000	147.000	3.482.790
2004	47.600	22.500	15.000	38.000	123.100	3.605.890
2005	26.600	21.000	15.000	35.000	97.600	3.703.490
2006	17.500	30.000	15.000	30.000	92.500	3.795.990
2007	19.600	30.000	16.500	40.000	106.100	3.902.090
2008	49.000	30.000	20.000	47.000	146.000	4.048.090
2009	49.500	25.000	17.000	40.000	131.500	4.179.590
2010	52.000	30.000	25.000	50.000	157.000	4.336.590
2011	57.750	32.500	29.500	56.000	175.750	4.512.340
2012	84.000	32.500	35.400	60.480	212.380	4.724.720
2013	126.000	32.500	40.710	72.576	271.786	4.996.506
2014	102.000	10.500	28.497	79.834	220.831	5.217.337
2015	78.000	6.000	28.000	75.000	187.000	5.404.337
2016	91.000	18.000	31.000	75.000	215.000	5.619.337
2017	84.500	14.000	31.000	64.000	209.500	5.828.837
2018	94.000	14.000	31.000	64.000	203.000	6.031.837

Fonte: Adaptado de Abimaq, 2019 citado por Hernandez (2019).

Tabela 51.4. Áreas equipadas para irrigação no Brasil entre 1960 e 2015.

UF/ Região	Área total equipada no ano (ha)							
	1960	1970	1975	1980	1985	1996	2006	2015
AC	-	-	5	113	52	728	1.454	1.480
AM	43	5.199	585	733	285	209	6.204	5.386
AP	-	13	9	36	28	9.119	2.404	2.413
PA	23	136	4.496	9.077	11.918	4.797	29.517	27.285
RO	1	66	23	196	144	1.041	14.130	15.231
RR	-	5		19	2.240	5.660	13.003	14.403
TO	390	220	99	9.015	28.578	61.469	42.870	127.804
Norte	457	5.639	5.217	19.189	43.245	83.023	109.582	194.002
AL	5.610	13.218	18.643	12.410	27.814	156.992	195.764	185.717
BA	22.102	27.042	41.007	70.603	107.055	209.705	312.668	504.781
CE	11.389	25.484	29.887	63.599	67.305	108.998	117.381	70.449
MA	74	1.820	524	2.037	24.035	16.521	64.059	84.575
PB	3.439	13.433	18.227	18.085	18.895	63.548	58.683	59.357
PE	6.265	19.002	34.553	65.039	83.457	118.400	152.917	146.169
PI	451	1.863	1.944	6.387	13.560	18.254	30.948	32.266
RN	1.383	5.471	7.896	15.418	17.589	45.778	54.716	57.999
SE	1.057	8.639	10.678	7.846	7.122	13.691	20.521	29.845
Nordeste	51.770	115.972	163.359	261.424	366.832	751.887	1.007.657	1.171.159
ES	1.233	10.169	15.673	22.278	49.798	92.695	209.840	266.635
MG	46.991	57.474	138.533	162.773	194.619	322.679	530.042	1.082.373
RJ	11.896	25.512	43.411	63.142	71.008	74.761	81.748	60.287
SP	56.054	91.463	150.074	180.629	284.140	439.054	786.051	1.300.047
Sudeste	116.174	184.618	347.691	428.822	599.565	929.189	1.607.681	2.709.342
PR	4.344	9.176	9.387	28.093	31.477	46.890	105.455	127.887
RS	260.548	407.496	475.738	631.700	779.535	935.677	997.108	1.368.327
SC	20.499	57.991	49.951	64.775	75.952	114.025	136.249	200.019
Sul	285.391	474.663	535.076	724.568	886.964	1.096.592	1.238.812	1.696.233
DF	108	1.151	2.086	4.785	5.539	12.591	14.508	22.895
GO	755	4.028	8.692	22.009	20.016	115.908	297.924	717.485
MS	719	5.717	23.650	16.477	25.808	73.228	120.521	196.230
MT	55	3.462	1.062	3.944	11.858	59.226	148.848	247.364
Centro-Oeste	1.637	14.358	35.490	47.215	63.221	260.953	581.801	1.183.974
Total	**455.429**	**795.250**	**1.086.833**	**1.481.218**	**1.959.827**	**3.121.644**	**4.545.533**	**6.954.710**

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2018b).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2019b), o método de irrigação por pivôs centrais é o que mais cresce no País e a Figura 51.11 mostra a maior concentração das áreas irrigadas na região Sudeste, mas com uma forte tendência de expansão para a Região Centro Oeste. De acordo com Guimarães e Landau (2014) e Guimarães et al. (2018) existe uma tendência de concentração das áreas irrigadas por pivôs centrais no Brasil, o que pode contribuir para a geração de conflitos pelo uso da água. Vinte por cento da área irrigada por pivôs centrais no País está concentrada em 6 municípios (Unaí - MG, Paracatu - MG, Cristalina - GO, Barreiras – BA, São Desidério – BA e Mucugê – BA). Trinta por cento dessa área se localiza em 15 municípios e a metade da área irrigada localiza-se em apenas 45 municípios.

Figura 51.11. Crescimento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil.
Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2019b).

O futuro da agricultura irrigada no Brasil

A Figura 51.12 mostra a tendência de crescimento anual da agricultura irrigada no Brasil a partir de 2001 até 2018 de acordo com as bases de dados da CSEI/Abimaq.

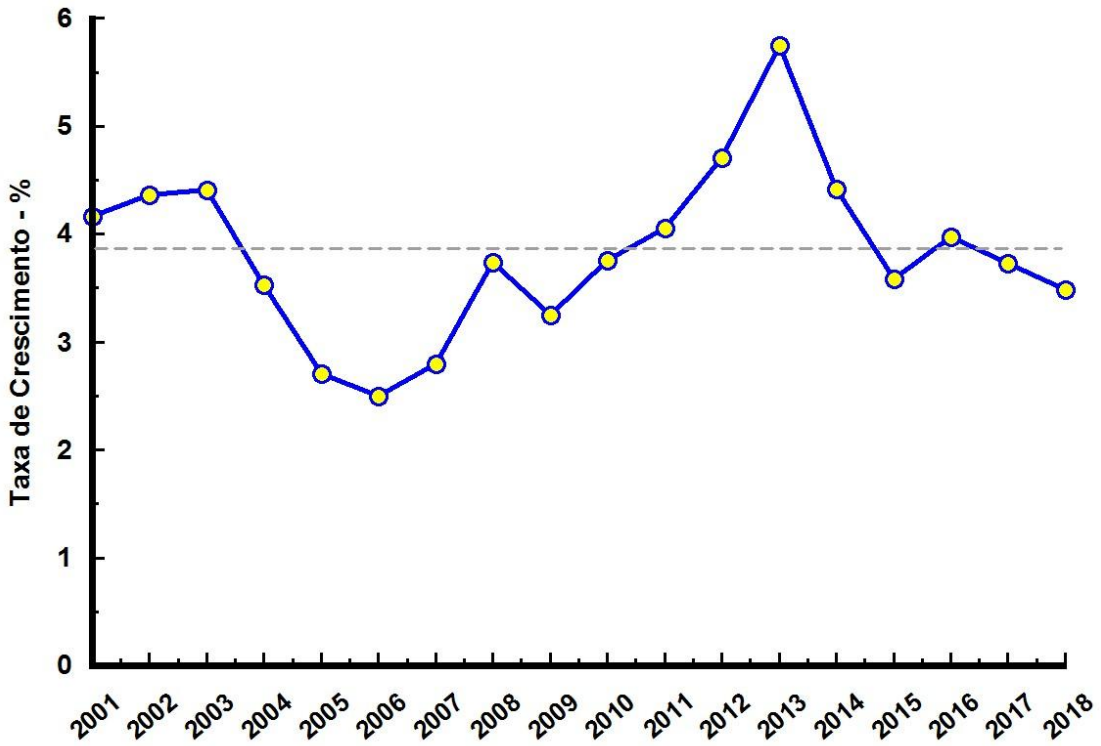


Figura 51.12. Taxas de crescimento da agricultura irrigada no Brasil.
Fonte: Adaptado de Abimaq (2019) citado por Hernandez (2019).

Persistindo o crescimento da agricultura irrigada brasileira nesses níveis, espera-se que a área irrigada alcance 10 milhões de hectares em 2030, 15 Mha em 2040 e 20 Mha em 2050, ou seja, a área irrigada atual será triplicada até o ano de 2050. Tendo em vista a tendência de crescimento da demanda pelo uso da água em outras atividades e a tendência de escassez dos recursos hídricos, fica evidente a necessidade de racionalização de seu uso. Nesse caso é importante conhecer a oferta hídrica que pode ser inferida em função da precipitação anual e a disponibilidade hídrica que se refere à diferença entre a precipitação e a evapotranspiração. A Figura 51.13 apresenta os mapas da precipitação média anual e número de meses em que a precipitação supera a evapotranspiração.

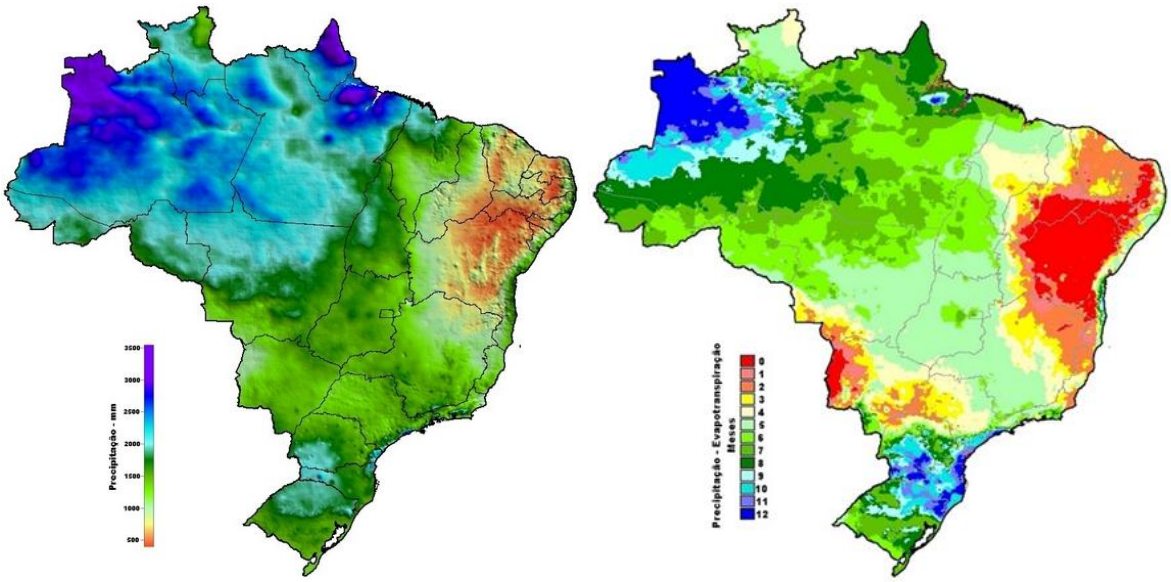


Figura 51.13. Precipitação média anual (A) e número de meses em que a precipitação é superior à evapotranspiração no Brasil (B).

Elaboração: Daniel P. Guimarães. Fonte de dados: WorldClim (2019).

A distribuição de chuvas no Brasil mostra que, excetuando-se o polígono das secas, praticamente todo o País possui precipitação média anual superior a 1.000 mm. Áreas com menos de 3 meses em que a precipitação supera a evapotranspiração estão sujeitas a grandes perdas na agricultura de sequeiro e ocorrem no interior do Nordeste, Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha, região de Campos dos Goytacazes no Rio de janeiro, extremo oeste paulista (Mesorregiões de Presidente Prudente, Araçatuba e Assis), Pantanal e parte das regiões Leste e Sudoeste do Mato Grosso do Sul. Nessas áreas, a agricultura irrigada apresenta alto potencial de aumento da produtividade e redução das perdas por riscos climáticos, no entanto, a disponibilidade hídrica deve ser considerada com extrema cautela. Áreas com mais de mais de nove meses onde a precipitação supera a evapotranspiração apresentam baixo potencial de uso da agricultura irrigada em função do excesso hídrico e ocorrem principalmente na região amazônica e nos estados da Região Sul do Brasil. As regiões onde a precipitação supera a evapotranspiração entre 4 e 8 meses caracterizam-se como áreas de excelente disponibilidade hídrica e possibilidade de produção de múltiplas safras anuais e minimização dos riscos de perdas com o uso da irrigação.

O monitoramento da disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas é essencial para o conhecimento da variabilidade espaço-temporal dos volumes hídricos a serem outorgados para a irrigação sem comprometimento dos múltiplos atributos da água. Os modelos digitais de elevação do terreno obtidos por sensores orbitais permitiram

delimitações precisas de todas as bacias hidrográficas do território nacional de forma hierarquizada a partir da metodologia desenvolvida pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter, sistema denominado de otto-codificação. A instalação da rede de estações fluviométricas para o monitoramento contínuo das vazões dos cursos d'água permite a determinação de limites para a concessão de outorgas para o uso da água nas bacias hidrográficas. O portal HidroWeb, desenvolvido para o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da Agência Nacional de Águas, disponibiliza dados fluviométricos de 9461 estações distribuídas por todo o território nacional com maior concentração nas regiões de maiores demandas e riscos de escassez hídrica, conforme apresentado na Figura 51.14.

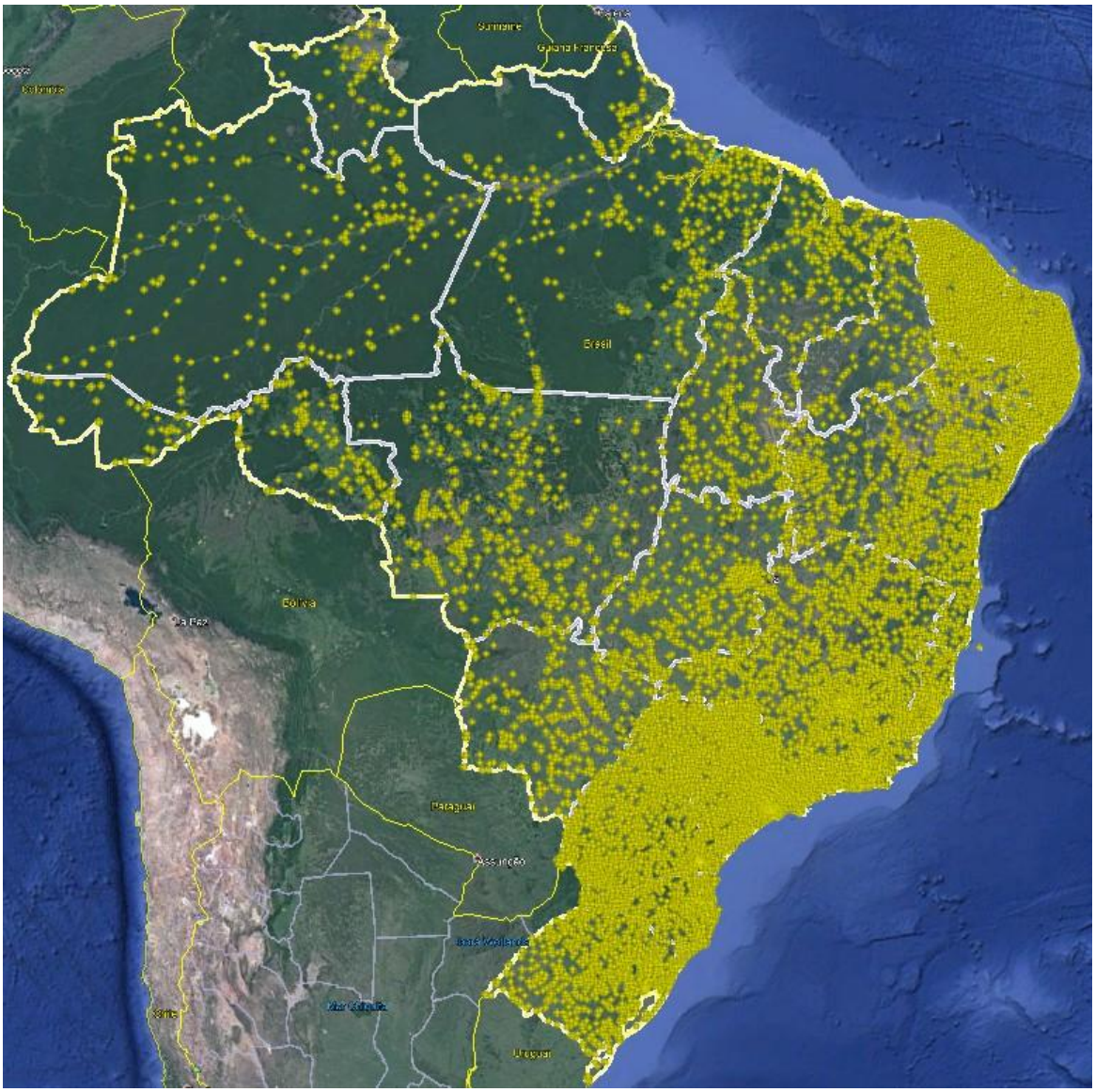


Figura 51.14. Distribuição geográfica da rede de estações fluviométricas do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (Snirh).

Elaboração: Daniel P. Guimarães. Fonte de dados: Agência Nacional de Águas (2019c).

A questão das outorgas para o uso de água no Brasil ainda se baseia em diferentes critérios, o que pode conduzir à limitação da expansão da agricultura irrigada nos casos em que os critérios são muito rígidos ou riscos ambientais e desabastecimento hídrico nos casos de critérios mais permissivos. Os métodos mais utilizados são baseados nas vazões $Q_{7,10}$ que é a vazão mínima com duração de sete dias em um período de retorno de 10 anos e as vazões de permanência Q_{90} e Q_{95} que é determinada pela distribuição probabilística das vazões tendo como base a frequência com que esses percentuais são superados durante a série histórica. Bezerra et al. (2013) verificaram que o uso do critério de outorga pela vazão Q_{90} permitiria uma retirada de água do Rio Jamari, em Rondônia, sete vezes maior que a outorgada pelo método da vazão mínima $Q_{7,10}$. Para as concessões de outorga, Minas Gerais e Rondônia usam o critério de 30% da vazão mínima $Q_{7,10}$, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo adotam 50% $Q_{7,10}$, Bahia emprega 80% da vazão de permanência Q_{90} enquanto Goiás e Mato Grosso adotam limites de 70% da Q_{95}. Percebe-se que a outorga de água no país é determinada por vazões críticas em períodos de estiagem e não levam em consideração o uso de águas subterrâneas ou a reservação de água através da construção de barragens para o provimento da agricultura irrigada.

Os conhecimentos acerca do potencial de uso da agricultura irrigada no Brasil são ainda incipientes. Avaliações da Agência Nacional de Águas em 2018 calcularam as áreas com potencial de expansão da agricultura irrigada em 76,195 milhões de hectares, ou seja, mais de dez vezes a área atual e que o indicador de potencial efetivo - que considera apenas áreas de maior aptidão física e existência de condições técnicas favoráveis, escoamento da produção e energia elétrica, em 11,2 milhões de hectares. Sparovek et al. (2015) estimaram uma área irrigável de 61 milhões de hectares com o uso de águas superficiais, sendo 38 milhões de hectares em áreas com aptidão dos solos e relevos favoráveis. Esse estudo foi incluído no Plano Nacional de Irrigação com a publicação da Portaria nº 115, de 18 de junho de 2015.

A não utilização da plena capacidade de irrigação das terras traz prejuízos para a sociedade, conforme relatado por Juswiak (2019) na Figura 51.15.

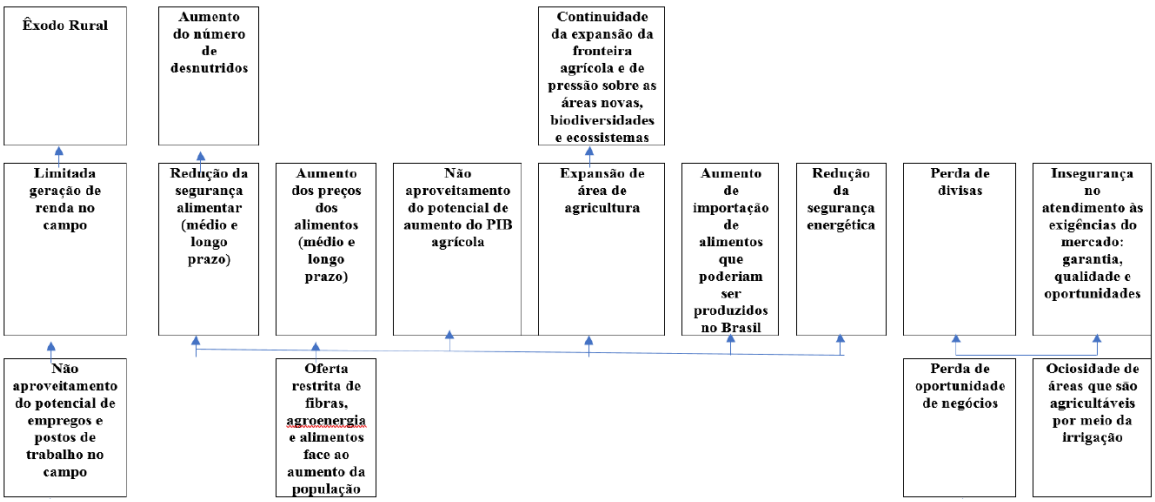


Figura 51.15. Consequências da Baixa Utilização do potencial da Agricultura Irrigada.
Fonte: Juswiak (2019).

Áreas equipadas para a irrigação não significam que estejam em uso constante. Os conceitos atuais de outorga sazonal e coletiva são de grande importância para o uso eficiente da água e a maximização de uso dos equipamentos de irrigação. Guimarães et al. (2018), analisando a demanda hídrica pela agricultura irrigada por pivôs centrais no Estado de São Paulo entre os anos de 2015 e 2018, concluíram que existe uma tendência de maior utilização dos equipamentos em épocas de maior disponibilidade hídrica (período das chuvas) em relação ao período de estiagem, quando a maioria dos equipamentos permanecem inativos, conforme demonstrado na Figura 51.16. Verifica-se que nos períodos de maior disponibilidade hídrica os pivôs ativos (plantados) no Estado de São Paulo demandam uma vazão correspondente a mais de 80 m^3/s enquanto nos períodos de estiagem (maio a setembro) a vazão demandada é reduzida para cerca de 20 m^3/s. Fica evidente que a água das chuvas é aproveitada para suprir a demanda hídrica e que o uso de previsões do tempo tende a contribuir significativamente para reduzir a retirada de água dos corpos hídricos para a irrigação nos pivôs centrais e que a pressão da agricultura irrigada por pivôs centrais no Estado de São Paulo é menor que a considerada ao levar em conta o número de equipamentos existentes.

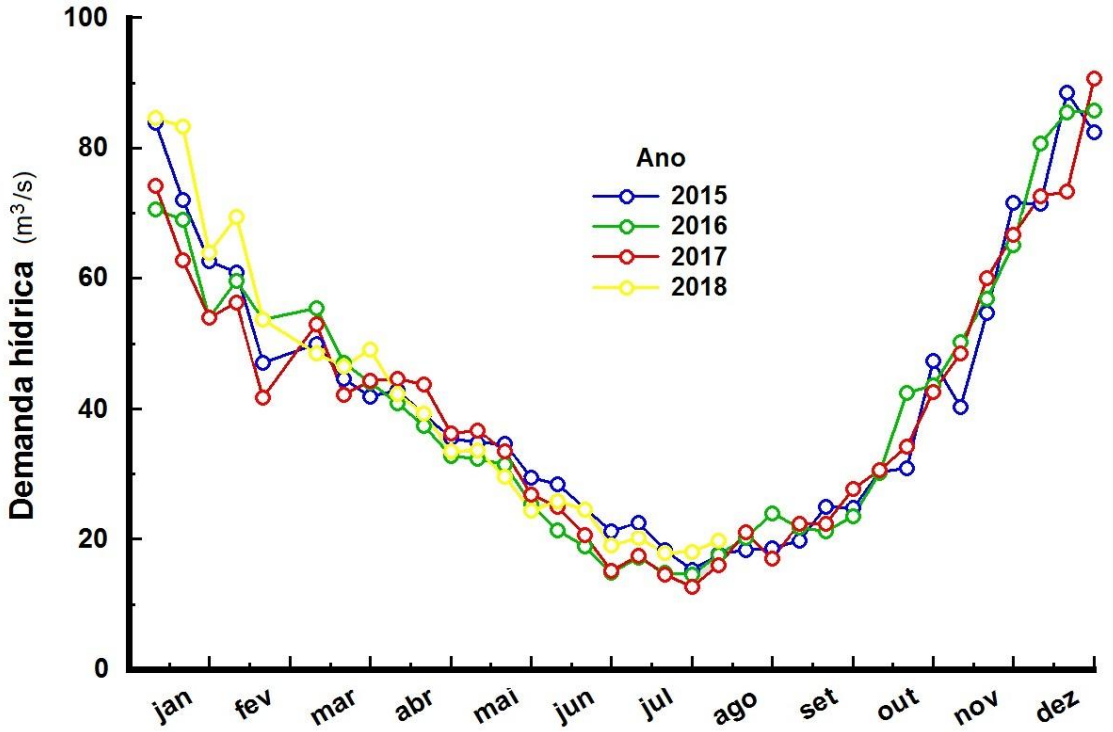


Figura 51.16. Estimativa da demanda hídrica nas áreas irrigadas por pivôs centrais no estado de São Paulo entre 2015 e 2018.

Fonte: Guimarães et al. (2018).

Buscando o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Brasil, em 2013 foi promulgada a nova Política Nacional de Irrigação (Lei Federal nº 12.787/2013). Em 2018 foi lançado pela Agência Nacional de Águas o Atlas Irrigação – Uso da Água na Agricultura Irrigada.

Uma enorme vantagem comparativa do Brasil em relação à agricultura irrigada, refere-se à alta disponibilidade e baixa utilização das águas subterrâneas. Enquanto os países de maiores áreas irrigadas (China e Índia) tendem a exaurir suas capacidades de expansão das áreas irrigadas e os Estados Unidos já enfrentam a tendência de depleção do Aquífero Ogallala (Winter; Foster, 2014), a situação brasileira parece ser muito confortável.

De acordo com a Agência Nacional de Águas, o volume de água nos aquíferos brasileiros ainda é desconhecido. Estimativas conservadoras estimam reservas da ordem de 112 mil quilômetros cúbicos de água nesses aquíferos incluindo os dois maiores reservatórios do planeta: o Guarani, localizado sob as Regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, e o Alter do Chão, na Região Norte. Segundo informações da ANA, os aquíferos ocupam 48% da área territorial do Brasil, sendo que dispomos de 27 aquíferos

conhecidos. A Tabela 51.5 mostra a baixa utilização das águas subterrâneas no Brasil em relação a outros países e que a maior utilização desse recurso está direcionada para o abastecimento urbano.

Tabela 51.5. Extração de água subterrânea no Brasil.

País	Extração de água subterrânea			
	Vazão anual estimada em 2010 (Mm³/ano)	Uso na irrigação (%)	Uso doméstico e urbano (%)	Uso industrial (%)
Índia	251.000	89	9	2
China	111.950	54	20	26
Estados Unidos	111.700	71	23	6
Paquistão	64.820	94	6	0
Irã	63.400	87	11	2
Bangladesh	30.210	86	13	1
México	29.450	72	22	6
Arábia Saudita	24.240	92	5	3
Brasil	17.580	24(*)	66(**)	10
Indonésia	14.930	2	93	5
Turquia	13.220	60	32	8
Rússia	11.620	3	79	18
Síria	11.290	90	5	5
Japão	10.940	23	29	48
Tailândia	10.740	14	60	26
Itália	10.400	67	23	10

Fonte: Adaptado de Instituto Trata Brasil (2019).

Obs.: * Somente agricultura e pecuária.
** Inclui parcela do abastecimento rural doméstico, saneamento, indústrias e serviços urbanos.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas irrigação**: uso da água na agricultura irrigada. Brasília, 2018a. 85 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018**: informe anual. Brasília, 2018b. 72 p. Disponível em:< http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>. Acesso em: 13 jun 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília, 2019a. 75 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. Brasília, DF, Agência Nacional de Águas; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**. Brasília, DF, Agência Nacional de Águas, 2019c. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh>. Acesso em: 9 set. 2019.

ALTIERI, A. H.; GEDAN, K. B. **Climate changes and dead zones**. 2014. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.12754>. Acesso em: 13 jun. 2019.

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, v. 21, p. 43-56, 2007. Disponível em: <http://www.cesjf.br/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao_verde.pdf>. Acesso: 10 maio 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/insumos-agropecuarios/2018/95a-ro/bernhard-kiep-brasilia-abimaq-csmia-csei-gtarm.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. (Ed.). **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Viçosa, MG: UFV; Brasília, DF: MMA: ABEAS, 1997. 252 p. Disponível em: <http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

BEZERRA, R. R.; RUDKE, A. P.; ROCHA, V. N. L.; SOUZA, W.; ANDRADE, N. L. R.; EVANGELISTA, D. H. R. Determinação da Q7,10, Q90 e Q95 como implemento para gestão dos recursos hídricos: estudo de caso do Rio Jamari. **Bahia Analise & Dados**, v. 23, p. 425-435, 2013.

BORGHETTI, J. R.; SILVA, W. L. C.; NOCKO, H. R.; LOYOLA, L. N.; CHIANCA, G. K. (Ed.). **Agricultura irrigada sustentável no Brasil**: identificação de áreas prioritárias. Brasília, DF: FAO, 2018. 243 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i7251o.pdf>. Acesso em: 7 maio 2019.

BORSATO, A. V. Sistema de produção agrícola de base ecológica. In: NUNES, R. R.; REZENDE, M. O. O. (Org.). **Recurso solo**: propriedades e usos. São Carlos: Editora Cubo, 2015. p. 499-523.

BREITBURG, D.; LEVIN, L. A.; OSCHLIES, A.; GREGOIRE, M.; CHAVEZ, F. P.; CONLEY, D. J. Declining oxygen in the global ocean and coastal Waters. **Science**, v. 359 n. 6371, p. 1-11, 2018. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/sci/359/6371/eaam7240.full.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2019.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000.

CANTELLE, T. D.; LIMA, E. C.; BORGES, L. A. C. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, p. 1259-1282, 2018.

CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. (Ed.). **Princípios de hidroponia**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2000. 27 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 22).

CARVALHO, L. G. C; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 456-465, jul./set. 2011.

CAVALCANTE JÚNIOR, E. G.; OLIVEIRA, A. D.; ALMEIDA, B. M.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para as condições do semiárido Nordestino. **Semina**, v. 32, p.1699-1708, 2011. Suplemento.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 57-60, set. 2005.

COUTO, L.; SANS, L. M. A. **Requerimento de água das culturas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 20).

ESTADOS UNIDOS. Central Inteligence Agency. **The world factbook**. Disponível em: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/289.html>. Acesso em: 12 jun. 2019.

FAO. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil**: identificação de áreas prioritárias. Brasília, DF, 2018. 255 p.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**: parte 1-Conjunto hidráulico. 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm> Acesso em: 25 ago. 2019.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. **Microirrigação**: gotejamento e microaspersão. Maringá: Eduem, 2012. v. 1, 356 p.

GARCIA, E. Progress and the planet's limits: some lessons for the 21st century from the debate between Godwin and Malthus. **Debats Journal on Culture, Power and Society**, v. 3, p. 119-126, 2018.

GLOBAL CROUPLANDS. Disponível em: <https://www.croplands.org>. Acesso em: 8 set. 2019.

GONÇALVES, J. E.; SILVA, S. W.; GONÇALVES, E. S. O.; MELO, T. F. Reflexões atualizadas sobre o contexto do agronegócio brasileiro. **Agroalimentaria**, v. 24, n. 46, p. 89-101, 2018.

GOOGLE EARTH. Disponível em: < https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 10 set. 2019.

GRAVES, C. J. The nutrient film technique. In: JANICK, J. (Ed.). **Horticultural reviews**. Westport: The AVI Publishing Company, 1983. v. 5, p.1-44.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; BRANDÃO, G. R.; SANTOS, M. C. B. dos. Diagnóstico da agricultura irrigada por pivôs centrais em São Paulo. **Item: Irrigação & Tecnologia Moderna**, n. 118/119, p. 26-32, 2018.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 40 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118126/1/bol-106.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

GUIMARÃES, D. P.; PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C. A **integração Google Earth-SIG-Servidor de mapas e o monitoramento ambiental**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 183).

GUPTA, A. K. Origin of agriculture and domestication of plants and animals linked to early Holocene climate amelioration. **Current Science**, v. 87. p. 54-59. 2004.

HERNANDEZ, F. B. T. Sistemas de irrigação em solos arenosos: equipamentos e ajustes operacionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOLOS ARENOSOS, 3., 2019, Campo Grande, MS. **Intensificação agropecuária sustentável em solos arenosos**: anais... Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidadeengenhariaruralesolos715/irrigacao5868/campo_grande_9_abril_2019-1.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

IBGE. **Censo Agropecuário**: tabela 3640 - Número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação e Área irrigada dos estabelecimentos, por método utilizado para irrigação, segundo indicadores da agricultura familiar e não familiar – FAO. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3640>. Acesso em: 20 ago. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Falta de saneamento básico prejudica potencial de uso das águas subterrâneas do país: **recurso indispensável à segurança hídrica das cidades**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/RELEASE_-_Estudo_-_A%CC%81guas_Subterra%CC%82neas_-_versa%CC%83o_FINAL.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

JORASCH, P. The global need for plant breeding innovation. **Transgenic Research**, v. 28, p. 81-86, 2019.

JUSWIAK, V. **Planejamento estratégico para implementação da Política Nacional de Irrigação**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2019/26-09-2019-debate-sobre-os-desafios-e-oportunidades-da-irrigacao-no-campo/valdir-juswiak/view>. Acesso em: 30 ago. 2019.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A; CRISTOFIDIS, D. O uso da Irrigação no Brasil. In: FREITAS, M. A V. (Org.). **O estado das águas no Brasil**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia, 1999. p. 73-101.

LIMA, W. F. de. **Automação do processo de irrigação do solo**. 2017. 32 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Faculdade Anhanguera, Jacareí, 2017.

MALTHUS, T. R. **An essay on the principle of population**: a view of its past and present effects on human happiness with an Inquiry into our prospects respecting the future removal or mitigation of the evils which It occasions. 8th ed. London: Reeves and Turner, 1878.

MANCOSU, N.; SNYDER, R. L.; KYRIAKAKIS, G.; SPANO, D. Water scarcity and future challenges for food production. **Water**, v. 7, n. 3, p. 975-992, 2015.

MARIN, F. R.; PILAU, F. G.; SPOLADOR, H. F. S.; OTTO, R.; PEDREIRA, C. G. S. Intensificação sustentável da agricultura brasileira: cenários para 2050. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 108-124, set. 2016.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M.; OBREGON, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, n. 106, p. 31-44, 2015.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa-CNPH, 2011. 24 p. (Embrapa-CNPH. Circular Técnica, 11). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107339/1/CNPH-DOCUMENTOS-11-SELECAO-DE-SISTEMAS-DE-IRRIGACAO-PARA-HORTALICAS-FL-07821.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L. da; VALE, J. M. F. do; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade**: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28-35.

MATOS, A. K. V. Revolução Verde, biotecnologia e tecnologias alternativas. **Cadernos da FUCAMP**, v. 10, n. 12, p. 1-17, 2010.

OLIVEIRA, A. S.; PAZ, V. P. S.; D´ANGIOLELLA, G. L. B.; PEREIRA, F. A. C. Programação da irrigação pelo método do balanço de água no solo II. Aplicação - culturas anuais. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 42-49, set. 2005.

PORKKA, M.; GERTEN, D.; SCHAPHOFF, S.; SIEBERT, S.; KUMMU, M. Causes and trends of water scarcity in food production. **Environmental Research Letters**, v. 11, p. 1-12, 2016.

RAY, D. K.; GERBER, J. S.; MACDONALD, G. K.; WEST, P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. **Nature Communications**, v. 6, p. 1-9, 2015.

RIBEIRO, J. G.; MARINHO, D. Y.; ESPINOSA, J. W. M. Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 15., 2008, Bauru. **Inovação e sustentabilidade na gestão de processos de negócios**. Bauru: UNESP, 2018.

RICHTER, L. A. Irrigação de pastagens. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. p. 487-507. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap17.pdf>. Acesso em: 25 set. 2019.

ROMANI, L. A. S.; BAMBINI, M. D.; COLTRI, P. P.; LUCHIARI JUNIOR, A.; KOENIGKAN, L. V.; OTAVIAN, A. F.; EVANGELISTA, S. R. M.; ZULLO JÚNIO, R.; PINTO, H. S.; ASSAD, E. D. Sistema de monitoramento agrometeorológico - Agritempo: inovação em rede apoiando políticas públicas e a tomada de decisão agrícola. **Agrometeoros**, v. 24, n. 1, p. 29-40, out. 2016.

ROSEGRANT, M. W.; PAISNER, M. S.; MEIJER, S.; WITCOVER, J. **Gobal food projections to 2020**: emerging trends and alternative futures. Washington: International Food Policy Research Institute, 2001. 206 p.

SANTOS, M. V. M. dos. **Caracterização hidráulica de carretéis enroladores durante o seu deslocamento**. 2010. 106. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1468/1/TESE_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20hidr%C3%A1ulica%20de%20carret%C3%A9is%20enroladores...pdf> Acesso em: 16 out. 2019.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Balanço hídrico climatológico normal e sequencial de cultura e para manejo da irrigação**. Piracicaba: ESALQ, 2009. Aula disciplina LCE 306 - Meteorologia Agrícola.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 4, n. 8, p. 1-17, 2005. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Tm9d5yhlcpzey1x_2013-4-29-15-39-59.pdf> Acesso em: 2 abr. 2019.

SILVA, E. M. da; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A. de; RODRIGUES, L. N. Valores de tensão na determinação da curva de retenção de água de solos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 323-330, 2006.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da. Irrigação. In: SOARES, J. M.; LEAO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. cap. 9. p. 351-427. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/513855>. Acesso em: 16 set. 2019.

SOUZA, M. J. H.; RIBEIRO, A.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; MINUZZI, R. B. Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore**, v. 30, p. 399-410, 2006.

SPAROVEK, G.; DOURADO NETO, D. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 2014. 215 p.

SPAROVEK, G.; LEITE, C. V.; BARRETO, A. G. O. P.; MAULE, R. F.; DOURADO NETO, D. Análise territorial e potencial da agricultura irrigada no Brasil. **Item. Irrigação & Tecnologia Moderna**, v. 106, p. 50-55, 2015.

TARGINO, A. T.; BARROS, D. L.; NELO, J. V. A.; AMORIM, P. H. C. Aeroponia: plantação sustentável e econômica. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; VALE, J. M. F. do; BRANCO JUNIOR, G. A.; ADORNO FILHO, E. F.; SILVA, W. T. L. da; FIGUEIREDO, W. dos S. (Org.). **Programa educativo e social JC na escola**: ciência alimentando o Brasil. São Paulo: Centro Paula Souza, 2018. p. 478-486. Disponível em: <http://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Alimentando2ed/pdf/Alimentando2ed-40.pdf> Acesso em: 11 set. 2019.

TEIXEIRA, F. O.; LAZARETTI, L. R.; CORONEL, D. A.; FREITAS, C. A. Crescimento econômico dos estados brasileiros através da sofisticação de suas exportações agropecuárias (2002-2014). **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 39, p. 374-400, 2018.

TELLES, D. D. A. Hidráulica aplicada à irrigação. In: NETTO, J. M. A.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R.; ITO, A. E. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998. p. 605-650.

TERRA GIS. **Soil moisture classification**. Disponível em: <http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terraGIS_soil/sp_water-soil_moisture_classification.html>. Acesso em: 11 set. 2019.

TESTEZLAF, R. Irrigação: fatores de qualidade. In: TESTEZLAF, R. **Irrigação**: métodos, sistemas e aplicações. Campinas: Unicamp, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318197795_Irrigacao_metodos_sistemas_e_aplicacoes>. Acesso em: 13 jun. 2019.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L. Conceitos, importância e a irrigação no Brasil. In: TESTEZLAF, R. **Irrigação**: métodos, sistemas e aplicações. Campinas: Unicamp, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318197795_Irrigacao_metodos_sistemas_e_aplicacoes>. Acesso em: 30 maio 2019.

WINTER, M.; FOSTER, C. **Ogallala Aquifer**: lifeblood of the high plains part I: withdrawals exceed recharge. 2014. Disponível em: <https://www.cobank.com/-/media/files/ked/power-energy-and-water/ogallala-aquifer-part-i-report--oct-2014.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.

WORLDCLIM Global Climate Data. Disponível em: <http://www.worldclim.org/>. Acesso em: 8 set. 2019.

ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; SILVA, J. A. A. **Irrigação em citros**. Jaboticabal: Funep, 1998. Disponível em: <http://www.estacaoexperimental.com.br/documentos/BC_07.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2019.

Literatura Recomendada

ALMEIDA, V.; JÚNIOR, J. A.; MESQUITA, M.; EVANGELISTA, A. W. P.; CASAROLI, D.; BATTISTI, R. Comparação da viabilidade econômica da agricultura irrigada por pivô central em sistemas de plantios convencional e direto com soja, milho e tomate industrial. **Global Science and Technology**, v. 11, n. 2, p. 256-273, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Beef Report 2019**: perfil da agropecuária no Brasil. São Paulo, 2019. 47 p. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/Sumario2019.aspx>. Acesso em: 18 abr. 2019.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. A. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CSEI divulga levantamento da área irrigada. Disponível em: <http://irrigazine.com.br/?p=932>. Acesso em: 18 abr. 2019.

DIAGNÓSTICO propositivo dos perímetros e áreas irrigadas com fruticultura e floricultura no Ceará: versão integrada. Fortaleza: Instituto Frutal, 2013. 108 p. Disponível em: <http://www.adece.ce.gov.br/index.php/downloads/category/47-plano-diretor-de-agricultura-irrigada-do-ceara?download=239%3Afrutal-diagnostico-polos-irrigados>. Acesso em: 9 set. 2019.

DIETER, C. A.; MAUPIN, M. A.; CALDWELL, R. R.; HARRIS, M. A.; IVAHNENKO, T. I.; LOVELACE, J. K.; BARBER, N. L.; LINSEY, K. S. **Estimated use of water in the United States in 2015**. Reston: U.S. Geological Survey, 2018. 65 p. (Circular, 1441).

EVANS, R. G. **Center pivot irrigation**: research report. Sidney: USDA-Agricultural Research Service, 2001.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 23 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 40).

LANDAU, E. C.; MOURA, L.; GUIMARÃES, D. P.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M. **Concentração geográfica de pivôs centrais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 37 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69).

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUZA, D. L. de. **Variação da área irrigada por pivôs centrais no Brasil entre 2013 e 2014**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 29 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 126). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140600/1/bol-126.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2019.

PROJETO MapBiomas: coleção 3.1 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. Disponível em: <http://mapbiomas.org/map#coverage>. Acesso em: 2 jul. 2019.

ROSEGRANT, M.; AGEAOILI-SOMBILAA, M.; PEREZ, N. **Food projections to 2020**: implications for investment. Washington: International Food Policy Research Institute, 1995. 15 p.

STACKHOUSE JR., P. W.; WESTBERG, D.; CHANDLER, W. S.; ZHANG, T.; HOELL, J. M. **Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)**: agroclimatology methodology, version 1.0.2. Washington: The National Aeronautics and Space Administration, 2015.

TELUGUNTLA, P. G.; THENKABAIL, P. S.; XIONG, J. N.; GUMMA, M. K.; GIRI, C.; MILESI, C.; OZDOGAN, M.; CONGALTON, R.; TILTON, J.; SANKEY, T. T.; MASSEY, R.; PHALKE, A.; YADAV, K. Global Cropland Area Database (GCAD) derived from remote sensing in support of food security in the twenty-first century: current achievements and future possibilities. In: THENKABAIL, P. S. (Ed.). **Land resources**: monitoring, modeling, and mapping. Boca Raton: Taylor & Francis, 2015. Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/70117684>. Acesso em: 10 jun. 2019.

Agrotóxicos e afins

Armadinha de feromônio para monitoramento do grau de incidência de praga-alvo de milho, auxiliando na identificação do momento certo para o uso de controle biológico.
Sete Lagoas – MG
(08 jun. 2018)
Foto: Elena Charlotte Landau

Maquinário e EPIs utilizados para a aplicação de agrotóxicos
Sete Lagoas – MG
(25 set. 2019)
Foto: Elena Charlotte Landau

Capítulo 52

Variação Geográfica do Uso de Agrotóxicos e Afins

Elena Charlotte Landau
Jéssica Letícia Abreu Martins

Dadas as grandes dimensões territoriais do Brasil, com diversificadas características edáficas, climáticas, demográficas e tecnológicas, a exploração agrícola tem sofrido mudanças consideráveis ao longo dos anos, representando percentual significativo do PIB[1] nacional. Após a instauração da chamada 'Revolução Verde', a intensificação dos processos produtivos, bem como a inovação nas técnicas a eles associados têm sido responsáveis por inserir tecnologias que favorecem a produtividade, principalmente as que auxiliam no controle de pragas e doenças (Moreira et al., 2002)[2].

A necessidade de abastecer o mercado interno e externo[3] acabou estimulando a adoção de monocultivos, em que uma única espécie é cultivada durante alguns anos numa mesma área, em densidades elevadas e sob tratos culturais específicos. No entanto, monoculturas resultam numa redução da diversidade de espécies associadas, incluindo os insetos benéficos, que são agentes de controle biológico, promovendo o aumento da infestação de pragas e doenças específicas de cada cultura. A disponibilidade de extensas áreas, com ambiente favorável e alimento abundante para espécies de praga ou doenças, aliada à redução de insetos benéficos, propicia a expansão da ocorrência de pragas ou doenças que comprometem a produtividade e, consequentemente, a produção da cultura. Procurando minimizar perdas econômicas, muitos agricultores têm optando pelo uso de agrotóxicos, apesar dos prejuízos para o ambiente e para a saúde. Assim, grande parte das

[1] **PIB** (Produto Interno Bruto): indicador econômico representado pela soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos durante um determinado período de tempo numa determinada região ou área geográfica, como apresentado no **Capítulo 3** (volume 1 desta obra). Valores monetários corrigidos com base num deflator, como o índice de preços IGP-DI/FGV (Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna calculado pela Fundação Getúlio Vargas), permitem a comparação temporal do valor real destes eliminando o efeito da inflação. Mais detalhes foram apresentados no **Capítulo 8** (volume 2 desta obra).

[2] pragas e doenças no sentido amplo, incluindo insetos, fungos, vermes (ex.:nematóides), roedores, plantas espontâneas, etc.

[3] "A agricultura brasileira, na perspectiva de sua mundialização, tem se consolidado por meio da ampliação de cultivos voltados a transformarem-se em *commodities* ou agrocombustíveis, que demandam intensa utilização de agrotóxicos" (Bombardi, 2017).

áreas agrícolas tem sido pulverizada por caldas com ingredientes ativos[4] de agrotóxicos (também chamados de “pesticidas” ou “defensivos agrícolas”).

Agrotóxicos são substâncias ou agentes venenosos usados principalmente para matar ou controlar quimicamente pragas de lavouras, muitas vezes sem selecionarem apenas os organismos-alvo, atingindo a comunidade de macro e microfauna ao seu redor. Os ingredientes ativos de agrotóxicos acabam atingindo, além das doenças e pragas objetivadas, o solo e a água do ambiente (Pignati et al., 2017). Pesquisas avaliando impactos da utilização de agrotóxicos sobre a saúde humana e o meio ambiente têm alertado sobre os riscos de morte por intoxicação causados por agrotóxicos[5], além daqueles que atingem majoritariamente os trabalhadores rurais que os manipulam (exemplo: Faria et al., 2007; Araújo et al., 2007; Bochner, 2007; Gasnier, 2009; Carmo et al., 2013; Thongprakaisang et al., 2013; Hess; Nodari, 2015; International Agency for Research on Cancer, 2016; Dutra; Ferreira, 2017; Van Bruggen et al., 2018, entre inúmeros outros)

Com a expansão das áreas cultivadas do país, a comercialização e o uso de agrotóxicos também foram estimuladas, visando atender o desejo dos produtores de minimizar perdas de safra. O intenso uso de agrotóxicos e o baixo nível de informação de muitos que os utilizam têm aumentado os riscos de acidentes associados ao seu manuseio incorreto.

O Brasil consome quase 20% dos agrotóxicos comercializados mundialmente (Pelaez et al., 2015), sendo atualmente o país que utiliza maior quantidade de produtos químicos na agricultura (Unisinos, 2018). Em 2017, Bombardi publicou análise geográfica abrangente sobre o uso de agrotóxicos no Brasil relacionado a aspectos sociais e influências internacionais, alertando sobre graves riscos para a saúde, meio ambiente, sociais e de dependência econômica nacional no uso de agrotóxicos. A publicação também abordou questões legais e políticas nacionais e internacionais, que permitem a venda no país de agrotóxicos com uso proibido em países desenvolvidos. Aproximadamente 30% dos ingredientes ativos comercializados legalmente no Brasil já tiveram seu uso banido na União Europeia e/ou nos Estados Unidos, em razão da sua persistência ambiental e toxicidade (Gomes; Kokay, 2015; Bombardi, 2017; Unisinos, 2018). Entre estes estão o glifosato

[4] **Ingrediente ativo** (IA): agente químico, físico ou biológico que confere eficácia aos agrotóxicos e afins. (Decreto 4074/2002)

[5] Entre 2007 e 2014 foram registradas, em média, 148 mortes de pessoas/ano causadas por agrotóxicos de uso agrícola no Brasil. Quase 20% destas (19,48%) ocorreram no Paraná, 12,73% em Pernambuco e 7,00% em São Paulo, Minas Gerais e Ceará. Aproximadamente 20 a 25% das mortes notificadas foram de crianças ou adolescentes. No mesmo período foram notificados, em média, 42 bebês intoxicados por agrotóxicos/ano (42,9), considerando crianças de 0 a 12 meses, que não se locomovem sozinhas e/ou sem a presença de adultos, o que indica a exposição ambiental de crianças aos agrotóxicos. Considerando que para cada caso notificado houve 50 não-notificados, o número real de bebês intoxicados no país pode ter chegado a 2.143/ano nesse período (adaptado de Bombardi, 2017).

(Universidade Federal do Paraná, 2016) e a atrazina (Brito, 2018), entre os mais vendidos no Brasil. E a situação nacional poderá se agravar (ou não), a depender das restrições/permissividade e aplicação da Lei de Agrotóxicos[6] que estiver vigente no país, incluindo os Limites Máximos de Resíduos (LMR) tóxicos permitidos na água e nos alimentos[7].

Uma alternativa para substituir ou reduzir o uso de produtos químicos é através do controle biológico e do controle microbiano. O controle biológico baseia-se na ação de inimigos naturais (parasitoides, predadores ou patógenos) seletivos de espécies de pragas, plantas daninhas ou doenças-alvo que prejudicam o desenvolvimento de culturas agrícolas, baixando as densidades populacionais destes para evitar ou minimizar perdas de produtividade. De maneira geral, o controle biológico tem sido efetivado através do denominado controle biológico clássico, da conservação e/ou do aumento dos agentes de controle biológico já existentes na região. O controle biológico clássico baseia-se na importação, liberação e estabelecimento definitivo de inimigos naturais (parasitoides, predadores ou patógenos que podem atuar em diferentes fases de desenvolvimento das espécies-alvo). As táticas de proteção, manutenção ou aumento de inimigos naturais numa área demanda esforços para aumentar as populações destes, seja através de liberações periódicas dos agentes de controle biológico e/ou promovendo mudanças no ambiente que favoreçam o aumento da densidade populacional destes (como através do fornecimento de hospedeiros ou presas alternativas, do uso de semioquímicos para melhorar o desempenho dos inimigos naturais, de condições adequadas para refúgios, etc.). A conservação de inimigos naturais no agroecossistema favorece o uso do controle biológico. O controle microbiano baseia-se no controle de pragas-alvo através da infestação destas por fungos, vírus e/ou bactérias. Geralmente são aplicados produtos formulados contendo o(s) agente(s) patogênico(s) seletivo(s) da(s) espécie(s)-alvo a ser(em) controlada(s) (adaptado de Cruz, 2002). Tanto no controle biológico clássico quanto no controle microbiano é importante o monitoramento da lavoura para verificação do nível de infestação e definição do momento adequado da aplicação. A dificuldade no uso exclusivo de controle biológico para controle

[6] **Lei de Agrotóxicos**: Lei 7802 de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074/2002.(Brasil, 1989) X Projeto de Lei do Senado n° 6.299/2002 de revisão da Lei vigente X possíveis mudanças futuras,

[7] **Limites Máximos de Resíduos** (LMR) permitidos variam conforme o país. Por exemplo, no caso da atrazina, atualmente proibida na União Europeia (EU), o LMR permitido no Brasil para a cana-de-açúcar, milho e sorgo é cinco vezes maior do que era permitido na União Européia; no caso de glifosato para a cana-de açúcar o LMR no Brasil é 20 vezes maior do que era permitido na UE, no caso de glifosato para soja é 200 vezes maior que o da UE; no caso do inseticida malationa no brócolis, é 250 maior; no caso malationa para feijão é 400 vezes maior que na EU; no caso do herbicida 2,4-D, o LMR permitido na água potável brasileira é 300 vezes maior que na água potável da EU e o LMR de glifosato na água potável nacional, 5.000 vezes maior que no da água da EU. Assim, o nível de vulnerabilidade da saúde pública nacional em diversos aspectos é exponencialmente maior do que o da EU, por exemplo (Bombardi, 2016, 2017).

de todas as pragas-alvo está na falta de conhecimento sobre inimigos naturais de muitas dessas pragas e sobre a efetividade do controle, a biologia e a ecologia de cada uma das espécies potencialmente inimigas naturais, pelo que em muitos casos ocorre a opção pelo uso exclusivo de produtos químicos.

No Brasil, dados referentes às vendas registradas e sobre o uso de agrotóxicos e afins têm sido disponibilizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Ibama é responsável pela consolidação de dados de comercialização legal fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins (conforme art. 41 do Decreto n° 4.074/2002), disponibilizando dados em nível nacional e estadual referentes ao período 2000-2006 e 2009-2017. O Sindiveg é uma entidade representativa de empresas do setor de agrotóxicos responsáveis por mais do que 95% do mercado nacional. Ele tem disponibilizado dados sobre a comercialização de agrotóxicos no país entre 2000 e 2015, incluindo a cultura agrícola de destinação destes. O IBGE divulgou dados levantados durante o Censo Agropecuário realizado em 2017, como as frequências de estabelecimentos rurais em que foi declarado o uso de agrotóxicos e do total de estabelecimentos rurais por município, permitindo a realização de estimativas sobre o percentual de estabelecimentos em que têm sido utilizados agrotóxicos no país.

Com base nos dados publicados pelo Ibama (2018) e Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos (2019), neste capítulo são apresentadas análises baseadas no volume vendido de agrotóxicos e afins, na concentração (ou densidade) média de agrotóxicos vendidos por área[8], e as principais culturas de destinação dos agrotóxicos vendidos legalmente no país. Para o cálculo da densidade média de vendas por Unidade da Federação (UF)[9], foram efetuadas análises considerando a área total da Unidade da Federação[10] e/ou a área de uso agrícola por ano de referência[11]. Ao considerar a área total da Unidade da Federação são

[8] **Concentração média** ou **densidade média**, calculada considerando o volume vendido dividido pelo tamanho da área total do município, Unidade da Federação ou Região geográfica em que foram realizadas as vendas.

[9] **Concentração de vendas, densidade de vendas** ou **vendas relativas:** quantidade média vendida por área de referência, calculada dividindo a quantidade vendida pelo tamanho da área em que foram efetuadas as vendas. Pode ser expressa em kg/ha, kg/km^2, toneladas/ha ou unidade representativa da quantidade vendida "relativizada" pela área a que esse volume vendido se refere.

[10] **Área total da Unidade da Federação (UF)**: área calculada a partir da malha municipal do IBGE de 2015 (IBGE, 2016b), na projeção *South America Albers Equal Conic* (Meridiano central: -54; Paralelo padrão 1: -2; Paralelo padrão 2: -22; Latitude de origem: -12). Mesmo incluindo áreas não agrícolas (área urbanas, corpos dá agua, unidades de conservação, áreas de mineração, etc.), indica a concentração ambiental média de agrotóxicos adquiridos na Unidade da Federação.

[11] **Área de uso agrícola por ano**: somatório das áreas anuais plantadas/cultivadas (culturas agrícolas temporárias) e das destinadas para a colheita (culturas agrícolas permanentes) por ano, de acordo com o IBGE (2019), indicando a densidade ou concentração de compra de agrotóxicos destinados para a produção agrícola local por ano de referência. A área plantada em Unidades da

incluídas também áreas urbanas, áreas de mineração, áreas de pecuária, áreas ocupadas por corpos d'água, áreas indígenas, unidades de conservação da diversidade biológica, áreas de praia, etc., indiretamente afetadas pelo uso próximo de agrotóxicos, mas que representam áreas com baixa probabilidade de aplicação local destes. Já ao considerar áreas de produção ou de uso agrícola, estão sendo incluídas principalmente as áreas onde há maior probabilidade de uso dos agrotóxicos comprados, mas não são incluídos jardins (em que a “capina” pode estar sendo feita com o uso de agrotóxicos), nem áreas destinadas para pecuária (em que há utilização de produtos químicos para o controle de espécies indesejadas que afetam o bem-estar dos animais), por exemplo.

A partir dos dados levantados pelo IBGE durante do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2018) foi calculado o percentual de estabelecimentos rurais com uso declarado de agrotóxicos: uso habitual e/ou esporádico. Os dados organizados foram tabulados, georreferenciados e representados gráfica e/ou cartograficamente, para identificação das áreas do país com maior concentração de uso de agrotóxicos, apresentadas neste capítulo.

Vendas de agrotóxicos no Brasil

Entre os anos de 2000 e 2017, as vendas registradas de agrotóxicos mais do que triplicaram no país (aumento em 3,3 vezes ou 232,3% em 17 anos), variando entre 162.462 toneladas de ingredientes ativos em 2000 e 539.945 toneladas em 2017 (Figura 52.1), incremento provavelmente relacionado à crescente demanda de aumento da produção agropecuária para abastecimentos interno e externo, à perda da eficiência das moléculas em virtude de resistência adquirida por patógenos e insetos[12], ao aparecimento de novas pragas ganhando importância, a falhas nas tecnologias OGM[13] e/ou mau uso destas, a tentativas das empresas de agrotóxicos (multinacionais) de venda de ingredientes ativos banidos em mercados mais restritivos em países que representam mercados menos restritivos (realocação internacional), etc. (Campanhola, 1990; Vargas; Roman, 2006; Christoffoleti, 2008; Agostinetto; Vargas, 2014; Pelaez et al, 2015 e diversos outros).

Federação em que ocorre mais de uma safra anual, em alguns casos, é maior que a área rural da Unidade da Federação (calculada somando as áreas dos estabelecimentos rurais, conforme o Censo Agropecuário de 2017) (IBGE, 2018).

[12] **Resistência adquirida** de uma espécie: “Seleção natural” de indivíduos da espécie com maior capacidade de sobrevivência e reprodução num determinado meio. Quando ocorre a aplicação inicial de agrotóxicos, por exemplo, indivíduos susceptíveis são controlados, porém os mais tolerantes sobrevivem e se reproduzirem nessas condições adversas, deixando maior número de descendentes aptos a viverem e se reproduzirem também nessas condições. Se forem aplicados repetidamente agrotóxicos com os mesmos princípios ativos, a cada geração da espécie indesejada (pouco tempo) haverá maior frequência de indivíduos não-susceptíveis aos efeitos prejudiciais esperados com a aplicação, favorecendo a progressiva aquisição de resistência da espécie e consequente tendência à menor eficiência da ação desses princípios ativos no controle dessa espécie indesejada.

[13] **OGM**: Organismo Geneticamente Modificado: aqueles cujo material genético (DNA/RNA) tenha sido modificado utilizando técnica(s) de engenharia genética.

Adicionalmente, além dos dados divulgados, alguns estudos apontam que a comercialização ilegal no país pode atingir até 20% das vendas (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, 2016).

Dependendo do período considerado, as Regiões Geográficas e os Estados do país com maior volume de vendas registradas de agrotóxicos e afins têm variado (Tabela 52.1, Figuras 52.2a e 52.3). Entre 2000 e 2010, a Região Sudeste era a que concentrava maior quantidade absoluta de vendas de 2000 a 2004, seguida pela Região Sul, e entre 2005 e 2009, seguida pela Centro-Oeste. Os Estados da Região Sudeste com maior volume de vendas no período entre 2000 e 2010 foram São Paulo (entre 41.795 e 79.282 toneladas de Ingredientes ativos) e Minas Gerais (entre 9.238 e 24.210 toneladas de IA). Os da Região Sul com maior volume vendido de 2000 a 2004 foram o Paraná (entre 24.772 e 29.368 toneladas de IA) e o Rio Grande do Sul (entre 16.016 e 28.733 toneladas de IA). Já os Estados da Região Centro-Oeste com maior volume vendido entre 2005 e 2009 foram o Mato Grosso (entre 32.113 e 40.556 toneladas de IA) e Goiás (entre 14.808 e 19.359 toneladas de IA). A partir de 2011, a Região Centro-Oeste passou liderar em termos de quantidade absoluta de vendas de agrotóxicos, com destaque para o Mato Grosso, onde foram comercializadas mais de 100 mil toneladas em 2016 e 2017 (104.901 toneladas de ingredientes ativos em 2016 e 100.638 2017 toneladas de IA em 2017) (Tabela 52.1 e Figura 52.3), provavelmente em virtude da expansão de áreas agrícolas no Mato Grosso, promovendo um “salto nas vendas” de agrotóxicos (Embrapa Soja, 2017). Em 2017, os maiores volumes de vendas de agrotóxicos foram registrados na Região Centro-Oeste (178.543,82 toneladas de ingredientes ativos), seguida pelas Regiões Sul e Sudeste (respectivamente com 165.282,77 e 118.154,86 toneladas de ingredientes ativos comercializados no mesmo ano) (Tabela 52.1, Figura 52.2a). Em sete Estados nacionais foram registradas vendas de agrotóxicos e afins maiores do que 30.000 toneladas em pelo menos um ano entre 2000 e 2017: Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul (Tabela 52.1 e Figura 52.3a).

Densidade média de vendas pela área total da Unidade da Federação

Em termos de densidade média de vendas pela área total da Unidade da Federação a Região Sul foi onde se comercializou maior quantidade de agrotóxicos por área entre 2000 e 2017, seguida pela Sudeste e Centro-Oeste (Tabela 52.2, Figuras 52.2b e 52.4). Em 2000, na Região Sul foi comercializado, em média, quase um quilo anual de ingredientes ativos/ha (0,92 kg/ha=92kg/km^2)[14], tendo chegado a 2,56 kg/ha em 2017 (=256 kg/km^2 em 2017, aumento de 2,8 vezes ou 178,9% entre 2000 e 2017). Nos três Estados do Sul foram

[14] 1 kg/ha = 100 kg/ km^2

observadas concentrações de vendas de agrotóxicos relativamente maiores que na maioria dos Estados brasileiros, o que tem aumentado nos últimos anos, principalmente nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul (Figuras 52.3b e 52.4, Tabela 52.2). Entre 2000 e 2017, a concentração média anual de vendas de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins na Região Sudeste aumentou de 0,64 kg/ha para 1,28 kg/ha (de 64 kg/km^2 para 128 kg/km^2; ou seja, 2,01 vezes ou 101%). No Estado de São Paulo foram verificadas as maiores concentrações médias estaduais de vendas de ingredientes ativos do país, tendo passado de 1,68 kg/ha (168 kg/km^2) em 2000 para 3,11 kg/ha (311 kg/km^2) em 2017 (Figura 52.3 e 52.4, Tabela 52.2). Os principais cultivos pulverizados no Estado de São Paulo são a cana-de-açúcar, citrus e banana (culturas respectivamente, com cerca de 60%, 20% e 15% do total de pulverizações do Estado) (Bombardi, 2016, 2017).

As Unidades da Federação com as maiores concentrações médias anuais de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins vendidos entre 2000 e 2017 foram São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (respectivamente, 184,42 kg/km^2; 136,09 kg/km^2 e 77,35 kg/km^2 em 2000-2004; 219,41 kg/km^2; 126,59 kg/km^2 e 98,53 kg/km^2 em 2005-2009; 312,59 kg/km^2; 251,95 kg/km^2 e 167,96 kg/km^2 em 2010-2014 e 324,14 kg/km^2; 321,04 kg/km^2 e 236,80 kg/km^2 em 2015-2017). Nestas, as vendas de agrotóxicos e afins aumentaram consideravelmente no período (entre 1,7 e 3,1 vezes). Por outro lado, os Estados em que foram comercializadas menores concentrações de agrotóxicos e afins por área foram Amazonas e Amapá (respectivamente; 0,02 e 0,13 kg/km^2 em 2000-2004; 0.02 e 0,27 kg/km^2 em 2005-2010, 0.04 e 0.72 kg/km^2 em 2010-2014 e 0,06 e 0,60 kg/km^2 em 2015-2017), onde também foi observado aumento relativo das vendas entre 3,8 e 4,6 vezes. Na Região Centro-Oeste, a maioria das Unidades da Federação apresentou concentração média anual superior a 1 kg/ha (>100 kg/km^2) de agrotóxicos registrados vendidos, principalmente a partir de 2014, e também aumento das vendas entre 2.3 e 5 vezes entre 2000 e 2017 (Tabela 52.2, Figuras 52.3 e 52.4)

Densidade média de vendas pela área de uso agrícola da Unidade da Federação

Ao considerar a destinação da maior parte dos agrotóxicos comercializados para aplicação nas áreas de uso agrícola[15], verifica-se concentração muito maior de vendas que no caso anterior, havendo Estados em que a concentração média anual de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins vendidos por área de uso agrícola ultrapassou ou foi próxima de10 kg de ingredientes ativos por hectare (Tabela 52.3, Figura 52.5).

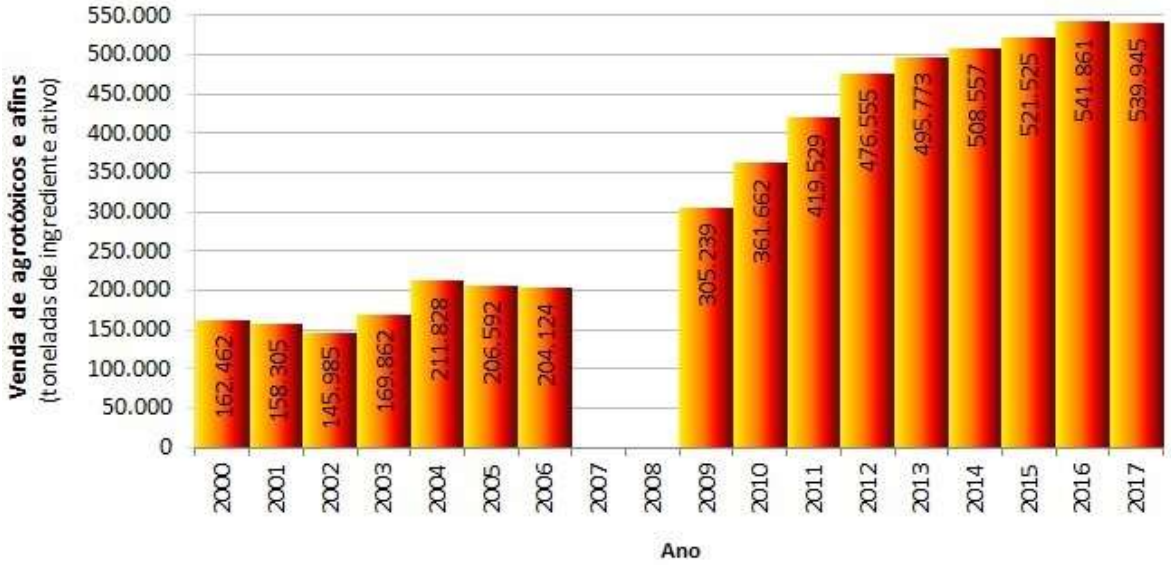
[15] Área de uso agrícola ou área de produção agrícola: somatório das áreas plantadas com lavouras temporárias + áreas destinadas para a colheita de lavouras permanentes ou de lavouras temporárias de longa duração, conforme IBGE (2019).

Entre 2000 e 2017, as maiores concentrações médias de vendas de ingredientes ativos foram observadas na Região Sudeste, seguida pela Centro-Oeste e Sul (Tabela 52.3, Figura 52.2c, 52.3 e 52.4). O Estado de São Paulo foi onde ocorreu maior densidade de venda de ingredientes ativos no período, tendo chegado a 10,3651 kg/ha vendidos em 2012. Na Região Centro-Oeste, as maiores densidades de vendas de agrotóxicos foram observadas em Goiás e no Mato Grosso, tendo chegado, respectivamente, a 8,2912 kg/ha em 2013 e a 7,2992 kg/ha em 2016. Na Região Sul, as maiores densidades de vendas de agrotóxicos foram observadas em Santa Catarina, onde chegaram, em média, a 8,2244 kg/ha em 2015.

Nos últimos anos também têm sido observadas altas densidades de vendas de ingredientes ativos em alguns Estados da Região Norte, como Rondônia (9,2392 em 2017), Acre (9,8755 em 2017) e Roraima (9,6774 em 2014). A Região Nordeste foi a que apresentou menor densidade de vendas de agrotóxicos por área de uso agrícola. Nessa Região, os Estados que apresentaram maior densidade de ingredientes ativos vendidos foram Bahia e Maranhão (respectivamente, 6,4638 kg/ha e 5,7268 kg/ha em 2017).

Independentemente da concentração de vendas de agrotóxicos por Estado, em termos de variação percentual, o único Estado em que foi registrada queda do volume vendido de agrotóxicos e afins entre 2000 e 2017 foi o Rio de Janeiro (queda de 15,7%). Em todas as demais Unidades da Federação ocorreu aumento relativo do volume registrado de vendas, principalmente em Estados das Regiões Norte e Nordeste, em que a concentração de vendas em 2000 era muito menor que na maioria dos Estados das demais Regiões, e tem aumentado progressivamente nas últimas décadas (Tabelas 52.1 a 52.3, Figuras 52.3 e 52.5).

a)



b)

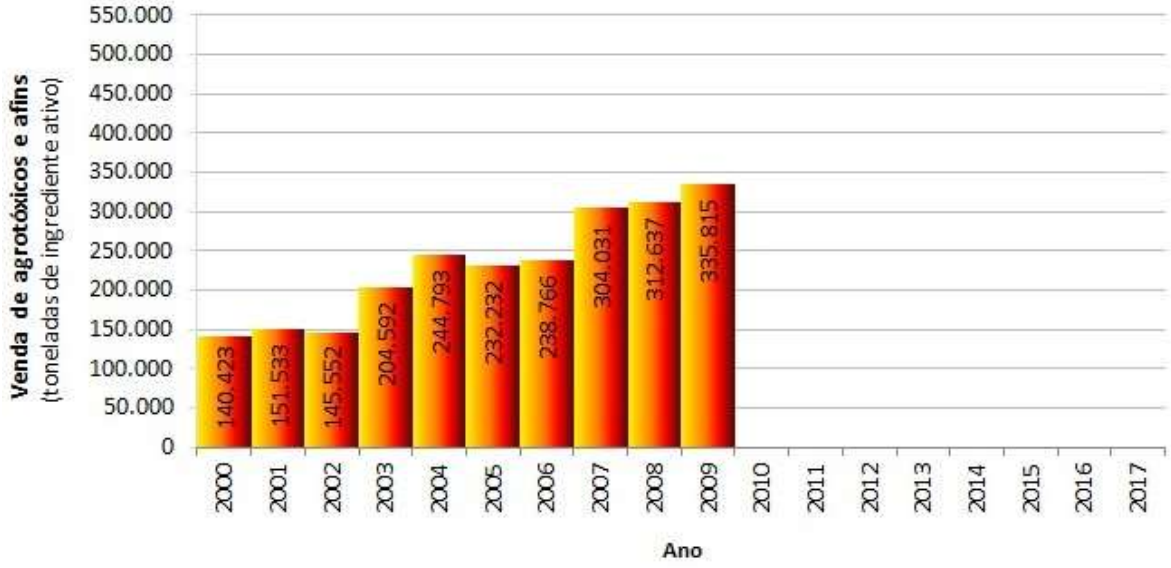


Figura 52.1. Variação temporal da venda de agrotóxicos no Brasil no período de 2000 a 2017[16]: a) de acordo com Ibama; b) conforme Sindiveg.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018) e Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos (2019).

[16] Dados de 2007 e 2008 não disponibilizados pelo Ibama e dados a partir de 2010 não divulgados pelos Sindiveg.

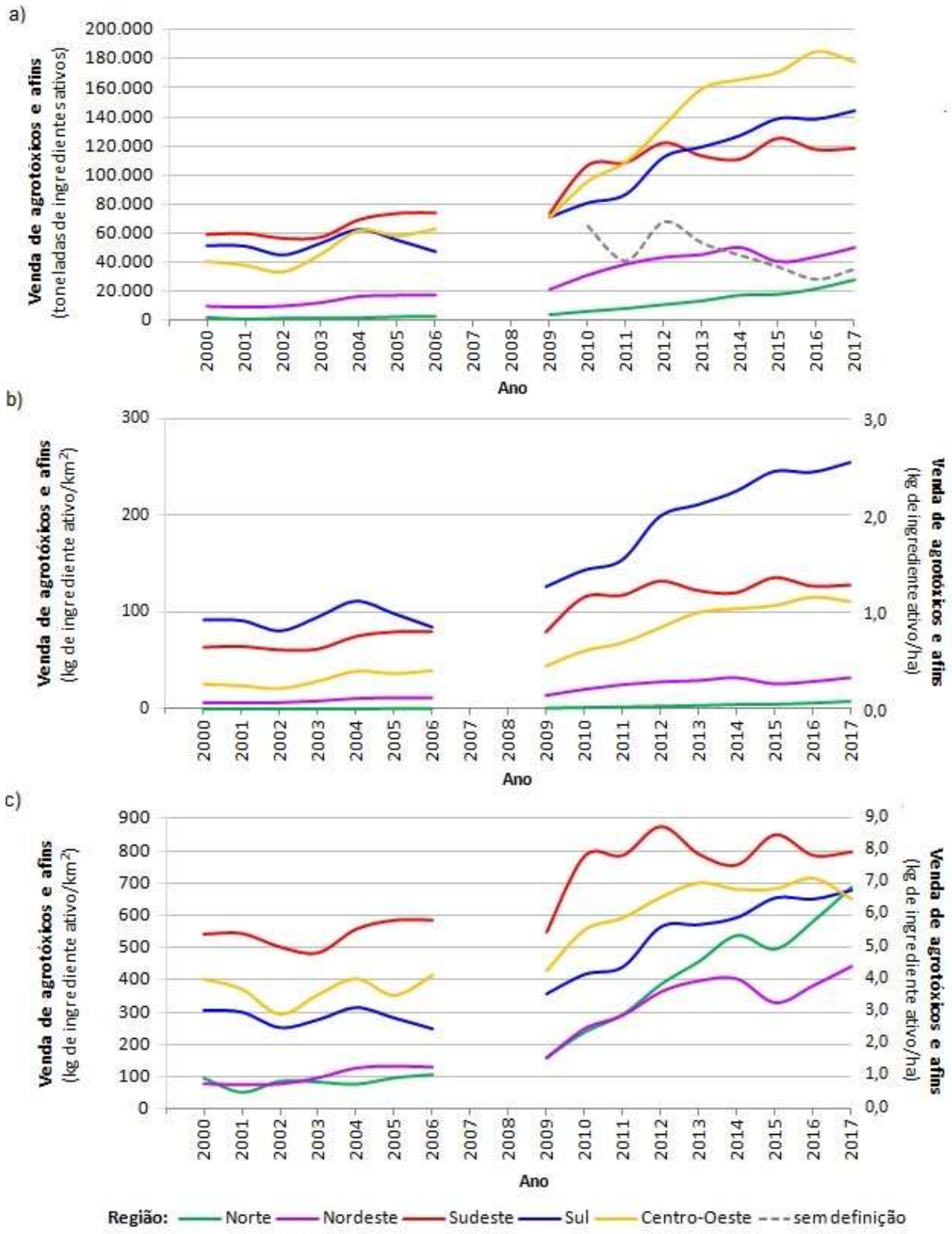


Figura 52.2. Variação temporal da venda de agrotóxicos por Região Geográfica do Brasil entre 2000 e 2017: a) quantidade de agrotóxicos comercializados, b) densidade média de agrotóxicos comercializados por área total da Região e c) densidade média de agrotóxicos comercializados por área de uso agrícola da Região.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018).[17] IBGE (2019)

[17] Os dados referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados pelo Ibama (2018). Área de uso agrícola considera conjuntamente as áreas plantadas e as destinadas para colheita, conforme IBGE (2019).

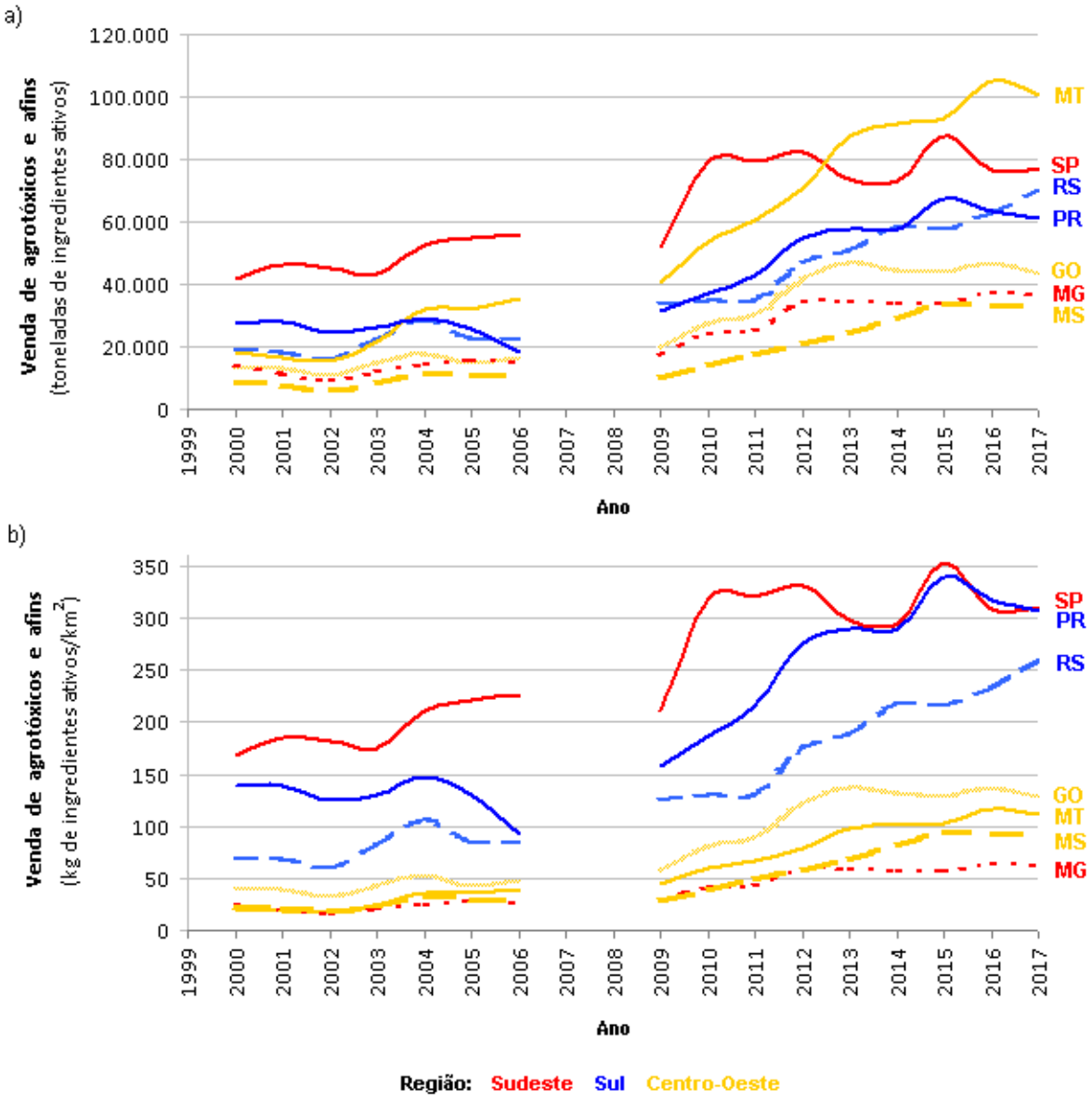


Figura 52.3. Variação da venda de agrotóxicos e afins nas Unidades da Federação do Brasil em que as vendas superaram 30.000 toneladas de ingredientes ativos em pelo menos um ano entre 2000 e 2017: a) quantidade de agrotóxicos comercializados, b) densidade média de agrotóxicos vendidos por área total do Estado. Os Estados foram representados pela sigla: GO-Goiás, MG-Minas Gerais, MS-Mato grosso do Sul, MT-Mato Grosso, PR-Paraná, RS-Rio Grande do Sul, SP-São Paulo.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018).

Tabela 52.1. Volume anual de agrotóxicos e afins comercializados no Brasil entre 2000 e 2017 por Unidade da Federação.

	Agrotóxicos e afins vendidos por ano (toneladas de ingredientes ativos)																
UF	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**...**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2.014**	**2015**	**2016**	**2017**
RO	1.295	405	391	752	773	984	1.169		1.650	2.374	2.390	3.378	3.830	4.709	4.057	5.545	6.317
AC	36	2	39	42	33	40	96		100	237	333	375	347	545	426	1.047	986
AM	19	21	12	28	46	32	13		45	41	47	75	125	52	42	99	149
RR	93	89	96	148	199	164	103		79	92	209	174	374	585	517	271	338
PA	483	499	1.171	738	687	750	870		1.072	1.879	2.869	3.508	4.132	5.312	6.184	8.003	11.607
AP	13	7	20	27	27	5	47		63	83	93	116	54	166	55	88	113
TO	555	216	288	407	365	959	768		1.346	1.863	2.557	3.510	4.770	6.073	6.752	6.802	8.310
MA	929	884	983	1.857	3.114	2.212	2.600		3.396	4.882	6.689	8.373	8.163	9.742	7.673	8.964	10.666
PI	191	191	287	603	617	641	937		1.523	2.694	3.801	4.834	4.844	5.521	4.603	4.811	6.325
CE	281	238	361	338	530	448	598		304	523	630	517	436	544	393	535	618
RN	273	177	242	253	319	278	251		230	289	384	394	279	387	319	413	315
PB	292	165	187	209	349	314	460		228	243	409	546	711	654	674	757	787
PE	2.044	1.541	1.542	1.626	1.911	1.733	1.720		1.636	2.632	2.813	2.624	2.332	2.625	2.563	2.937	2.522
AL	1.181	1.303	1.127	1.012	1.093	1.064	812		741	1.623	1.803	1.724	1.638	1.839	1.477	1.481	1.648
SE	98	180	148	189	221	155	233		246	387	646	582	451	566	713	770	943
BA	3.896	3.895	4.435	5.684	7.980	9.975	9.171		12.619	17.689	21.432	23.780	26.428	28.321	21.812	23.099	26.318
MG	14.370	11.521	9.238	11.951	14.419	15.705	14.809		16.998	24.210	25.145	34.553	34.484	33.460	33.666	37.071	36.542
ES	1.826	1.300	1.355	1.216	1.628	2.202	1.650		1.702	2.141	2.838	4.139	3.614	3.520	3.110	3.006	3.714
RJ	791	685	443	395	523	550	1.028		2.527	881	834	1.146	875	715	646	711	667
SP	41.795	46.000	45.164	43.477	52.454	54.917	56.264		52.209	79.282	79.540	82.061	73.957	73.123	87.705	76.445	77.233
PR	27.606	27.762	24.772	26.107	29.368	25.810	18.520		31.363	37.341	43.058	55.129	57.694	57.857	67.516	63.310	61.130
SC	5.396	5.144	4.417	4.888	4.496	6.338	6.236		6.098	8.441	8.770	10.383	10.765	10.788	13.110	12.071	12.628
RS	18.590	18.265	16.016	22.342	28.733	23.131	22.698		33.618	34.974	34.894	46.766	50.721	58.356	57.987	62.803	70.144
MS	8.575	8.112	6.443	8.601	11.595	10.767	10.701		10.378	14.218	17.637	21.021	24.773	29.262	33.496	33.003	33.651
MT	18.078	16.447	15.550	21.882	32.084	32.113	35.265		40.556	53.438	60.447	71.057	87.520	91.290	93.402	104.901	100.638
GO	13.397	13.208	10.917	14.601	17.874	14.808	16.554		19.359	27.559	30.487	41.579	46.723	44.856	43.929	46.730	43.466
DF	359	48	340	488	390	498	550		526	584	663	895	840	773	555	896	788
sd									65.2373	41.060	68.113	53.315	44.894	36.916	28.144	35.295	21.381
Brasil	162.462	158.305	145.985	169.862	211.828	206.592	204.124	...	305.239	361.662	419.529	476.555	495.773	508.557	521.525	541.861	539.945

Dados de 2007 e 2008 não publicados. UF – sigla da Unidade da Federação; *sd* – sem definição. Organização: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018)

Venda de agrotóxicos (toneladas de ingredientes ativos): <10.000 | 10.000 - <50.000 | 50.000 - 100.000 | >100.000

Tabela 52.2. Concentração média anual de agrotóxicos e afins comercializados no Brasil entre 2000 e 2017 por Unidade da Federação.

Densidade média de agrotóxicos e afins vendidos por ano (kg de ingredientes ativos/ha) = (100 kg de ingredientes ativos / km^2)																	
UF	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**...**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2.014**	**2015**	**2016**	**2017**
RO	0,0545	0,0171	0,0164	0,0316	0,0326	0,0414	0,0492		0,0694	0,0999	0,1006	0,1422	0,1612	0,1982	0,1708	0,2334	0,2659
AC	0,0022	0,0001	0,0024	0,0026	0,0020	0,0025	0,0058		0,0061	0,0144	0,0203	0,0229	0,0211	0,0332	0,0260	0,0638	0,0601
AM	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001		0,0003	0,0003	0,0003	0,0005	0,0008	0,0003	0,0003	0,0006	0,0010
RR	0,0042	0,0040	0,0043	0,0066	0,0089	0,0073	0,0046		0,0035	0,0041	0,0093	0,0078	0,0167	0,0261	0,0231	0,0121	0,0151
PA	0,0039	0,0040	0,0094	0,0059	0,0055	0,0060	0,0070		0,0086	0,0151	0,0230	0,0281	0,0331	0,0426	0,0495	0,0641	0,0930
AP	0,0009	0,0005	0,0014	0,0019	0,0019	0,0003	0,0033		0,0044	0,0058	0,0065	0,0081	0,0038	0,0116	0,0038	0,0061	0,0079
TO	0,0200	0,0078	0,0104	0,0146	0,0132	0,0345	0,0276		0,0485	0,0671	0,0921	0,1264	0,1718	0,2187	0,2431	0,2449	0,2992
MA	0,0280	0,0266	0,0296	0,0560	0,0938	0,0666	0,0783		0,1023	0,1471	0,2015	0,2522	0,2459	0,2935	0,2312	0,2700	0,3213
PI	0,0076	0,0076	0,0114	0,0240	0,0245	0,0255	0,0373		0,0606	0,1071	0,1511	0,1921	0,1926	0,2195	0,1830	0,1912	0,2514
CE	0,0189	0,0160	0,0243	0,0227	0,0356	0,0301	0,0402		0,0204	0,0351	0,0423	0,0347	0,0293	0,0365	0,0264	0,0359	0,0415
RN	0,0516	0,0336	0,0458	0,0479	0,0605	0,0527	0,0475		0,0435	0,0547	0,0727	0,0746	0,0529	0,0732	0,0604	0,0782	0,0597
PB	0,0517	0,0292	0,0332	0,0370	0,0618	0,0556	0,0815		0,0403	0,0430	0,0725	0,0968	0,1259	0,1159	0,1193	0,1340	0,1394
PE	0,2083	0,1570	0,1572	0,1657	0,1947	0,1766	0,1752		0,1667	0,2682	0,2866	0,2674	0,2376	0,2674	0,2611	0,2993	0,2570
AL	0,4250	0,4689	0,4055	0,3644	0,3933	0,3832	0,2924		0,2666	0,5842	0,6489	0,6207	0,5897	0,6622	0,5315	0,5330	0,5931
SE	0,0447	0,0820	0,0674	0,0863	0,1007	0,0707	0,1063		0,1122	0,1767	0,2948	0,2658	0,2059	0,2581	0,3254	0,3511	0,4303
BA	0,0690	0,0690	0,0785	0,1006	0,1413	0,1766	0,1624		0,2234	0,3132	0,3795	0,4211	0,4680	0,5015	0,3862	0,4090	0,4660
MG	0,2450	0,1964	0,1575	0,2038	0,2458	0,2678	0,2525		0,2898	0,4128	0,4287	0,5891	0,5879	0,5705	0,5740	0,6321	0,6230
ES	0,3962	0,2820	0,2940	0,2639	0,3531	0,4777	0,3579		0,3693	0,4645	0,6156	0,8980	0,7840	0,7635	0,6748	0,6522	0,8057
RJ	0,1807	0,1564	0,1012	0,0901	0,1194	0,1256	0,2348		0,5772	0,2013	0,1904	0,2618	0,1998	0,1633	0,1476	0,1623	0,1523
SP	1,6838	1,8532	1,8195	1,7515	2,1132	2,2124	2,2667		2,1033	**3,1939**	**3,2044**	**3,3059**	2,9794	2,9458	**3,5333**	**3,0796**	**3,1114**
PR	1,3851	1,3929	1,2429	1,3099	1,4735	1,2950	0,9292		1,5736	1,8735	2,1604	2,7660	2,8947	2,9029	**3,3875**	**3,1765**	**3,0671**
SC	0,5636	0,5373	0,4614	0,5106	0,4696	0,6620	0,6513		0,6370	0,8817	0,9161	1,0846	1,1244	1,1269	1,3694	1,2609	1,3191
RS	0,6917	0,6796	0,5959	0,8313	1,0691	0,8606	0,8445		1,2508	1,3013	1,2983	1,7400	1,8872	2,1712	2,1575	2,3367	2,6098
MS	0,2401	0,2271	0,1804	0,2408	0,3247	0,3015	0,2996		0,2906	0,3981	0,4938	0,5886	0,6936	0,8193	0,9379	0,9241	0,9422
MT	0,2001	0,1821	0,1721	0,2422	0,3552	0,3555	0,3904		0,4489	0,5915	0,6691	0,7866	0,9688	1,0106	1,0339	1,1612	1,1140
GO	0,3939	0,3883	0,3210	0,4293	0,5255	0,4354	0,4867		0,5692	0,8103	0,8964	1,2225	1,3738	1,3188	1,2916	1,3740	1,2780
DF	0,6208	0,0827	0,5878	0,8446	0,6756	0,8618	0,9510		0,9098	1,0095	1,1468	1,5483	1,4526	1,3380	0,9604	1,5495	1,3635

* Dados de 2007 e 2008 não publicados. UF – sigla da Unidade da Federação. Organização: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018)

Densidade média anual de agrotóxicos (kg de ingredientes ativos/ha) .: 0,0001 - <0,5 | 0,5 - <1,0 | 1,0 - <2,0 | 2,0 - <3,0 | ≥3,0

Tabela 52.3. Concentração média anual de agrotóxicos e afins comercializados no Brasil entre 2000 e 2017 pela área plantada no Estado.

	Densidade média de agrotóxicos e afins vendidos por área plantada e ano (kg de ingredientes ativos/ha) = (100 kg de ingredientes ativos / km^2)																
UF	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**...**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2.014**	**2015**	**2016**	**2017**
RO	2,1849	0,7451	0,8158	1,4038	1,3656	1,6146	1,9351		2,6155	3,6407	3,2359	5,2615	6,5351	**8,1508**	6,6116	**8,8539**	**9,2392**
AC	0,3423	0,0195	0,3447	0,3705	0,2487	0,2972	0,7567		1,0590	1,8395	2,5189	2,5523	2,6534	4,4126	3,6539	**9,7582**	**9,8755**
AM	0,0908	0,1066	0,0588	0,1438	0,2535	0,1520	0,0621		0,2437	0,2319	0,2498	0,3987	0,7096	0,3778	0,3370	0,9212	1,1377
RR	2,1868	2,5795	2,2254	2,8242	2,9813	2,5299	1,6563		1,8657	2,1805	4,2083	3,3363	5,9909	**9,6774**	**7,8890**	4,2264	4,9492
PA	0,3613	0,4266	1,0461	0,5985	0,5439	0,5757	0,7022		0,9711	1,7906	2,7287	3,2431	3,5952	4,2454	4,2089	5,1041	6,7134
AP	1,2968	0,4712	1,3882	1,9727	1,8409	0,3006	2,8854		2,6786	3,2694	3,6379	4,6986	1,9203	3,8451	1,5942	2,3373	2,6799
TO	1,8709	0,6822	0,7929	0,9765	0,6653	1,3812	1,2721		2,1725	2,7807	3,5899	4,7596	5,6815	5,8452	5,6094	5,5186	6,4805
MA	0,7463	0,6870	0,7405	1,2846	2,0050	1,3484	1,5806		2,0903	2,7627	3,7402	4,5749	4,3454	4,8555	4,1935	5,5194	5,7268
PI	0,2106	0,2085	0,2994	0,6206	0,5689	0,5528	0,8013		1,1889	2,1332	2,7375	3,4100	3,2180	3,5833	2,9499	3,2265	3,8791
CE	0,1455	0,1318	0,1843	0,1720	0,2797	0,2569	0,3217		0,1464	0,2956	0,3022	0,2985	0,3194	0,3613	0,2605	0,3720	0,4061
RN	0,5824	0,4343	0,4985	0,5000	0,5601	0,6060	0,5181		0,4619	0,8349	0,9024	1,1686	0,8528	1,1275	1,0275	1,4742	1,0637
PB	0,4682	0,3200	0,3306	0,3334	0,5091	0,5221	0,7096		0,3487	0,5485	0,7218	1,5110	2,2871	1,7669	2,0646	2,0905	2,3176
PE	1,8023	1,4287	1,3411	1,4616	1,7085	1,5304	1,5148		1,3670	2,3850	2,4453	2,6184	4,0523	2,9789	3,0612	3,4404	3,1167
AL	1,6547	1,8406	1,6448	1,7035	1,6757	1,6338	1,2674		1,1386	2,6507	3,0094	3,2708	2,8293	3,2408	3,1999	3,2759	3,1596
SE	0,3037	0,5569	0,4573	0,5247	0,5911	0,4216	0,5388		0,5879	0,8885	1,5679	1,5316	1,1691	1,4720	1,8763	2,1153	2,7390
BA	0,9331	0,9594	1,0274	1,2940	1,7083	2,0637	1,8952		2,6426	3,7701	4,3701	5,4078	5,8532	5,7772	4,3343	5,0083	6,4638
MG	3,5346	2,8381	2,2038	2,6858	2,9954	3,2569	3,1342		3,5493	4,9977	5,0783	6,7762	6,5138	6,1214	6,2027	6,6986	6,9020
ES	2,4465	1,7119	1,7270	1,5209	2,0468	2,7904	2,1432		2,3443	3,0908	4,0881	6,0189	5,3475	5,3493	4,7699	4,8776	6,3562
RJ	2,9865	2,6146	1,7355	1,5340	1,9493	2,0827	3,9979		**11,5349**	4,0328	4,3321	5,4873	4,6399	4,1838	4,3477	5,7347	5,7403
SP	**7,2784**	**7,8830**	**7,6135**	6,9630	**8,0966**	**8,2611**	**8,2467**		6,8381	**10,1499**	**10,0267**	**10,3651**	**9,0981**	**8,7743**	**10,3438**	**8,8566**	**8,7524**
PR	3,4183	3,4005	2,8707	2,7453	3,0370	2,7165	2,0029		3,1134	3,8463	4,3432	5,4938	5,4948	5,3996	6,3537	5,9044	5,7775
SC	3,1586	2,9879	2,5528	2,7224	2,4473	3,4755	3,4770		3,5220	5,0600	5,3864	6,6357	6,7425	6,6480	**8,2244**	**7,6502**	**8,0107**
RS	2,6490	2,5675	2,1411	2,8220	3,4326	2,8117	2,8518		4,1652	4,4034	4,2921	5,6546	5,7891	6,4493	6,4671	**7,0296**	**7,7318**
MS	4,1544	4,0087	3,0622	3,3359	3,8467	3,4491	3,5553		3,2319	4,3744	5,0360	5,5045	5,7300	6,4212	**7,0520**	6,6733	6,3684
MT	3,7328	3,3030	2,7254	3,3541	4,0147	3,5484	4,3736		4,5970	5,6650	6,0804	6,2776	6,8485	6,7056	6,6039	**7,2092**	6,4430
GO	4,3321	4,1893	3,1183	3,8939	4,1498	3,4231	4,0604		4,3536	6,1105	6,1884	**7,8714**	**8,2912**	**7,3109**	**7,1718**	**7,3640**	6,7566
DF	4,2388	0,5630	3,7854	4,8039	3,4458	3,9740	4,4044		4,3065	4,8994	5,1941	6,6343	6,1464	4,4166	3,4470	5,3817	4,8375

* Dados de 2007 e 2008 não publicados. UF – sigla da Unidade da Federação. Organização: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2019)

Densidade média anual de agrotóxicos (kg de ingredientes ativos/ha) .: 0,0001 - <1,0 | 1,0 - <3,0 | 3,0 - <5,0 | 5,0 - <7,0 | ≥7,0

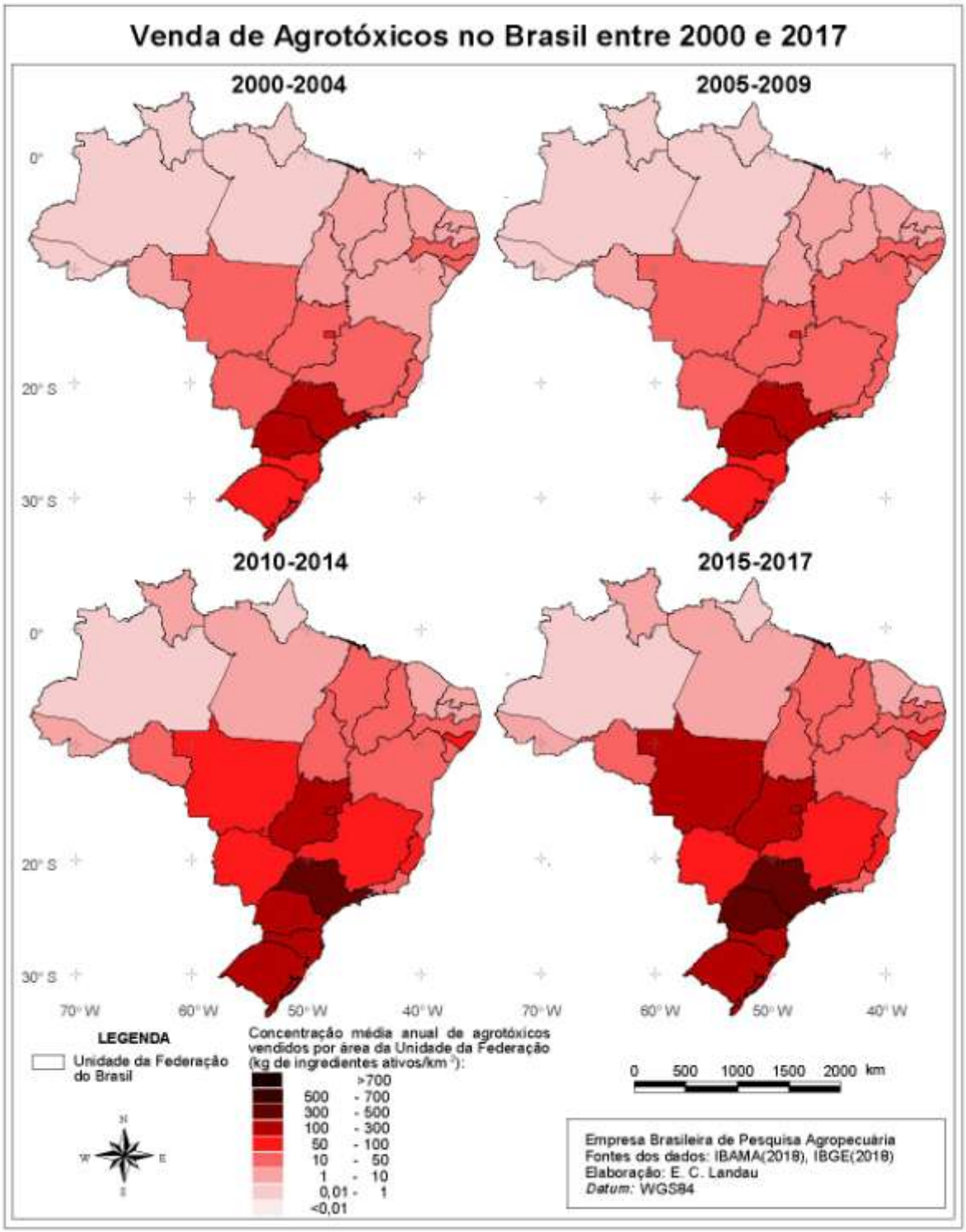


Figura 52.4. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins por área total das Unidades da Federação do Brasil e quinquênio entre 2000 e 2017. Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018)[18], IBGE (2018).

[18] Os dados referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados pelo Ibama (2018); por isso, os valores médios representados no mapa para o período 2005-2009 foram baseados nas vendas registradas em 2005, 2006 e 2009. Registros de vendas sem indicação de local não foram representados cartograficamente (21.33% das vendas de 2009, 11,35% das de 2010, 16,24% das de 2011, 11,19% das de 2012, 9,06% das de 2013, 7,26% das de 2014, 5,40% das de 2015, 6,521% das de 2016 e 3,96% das de 2017).

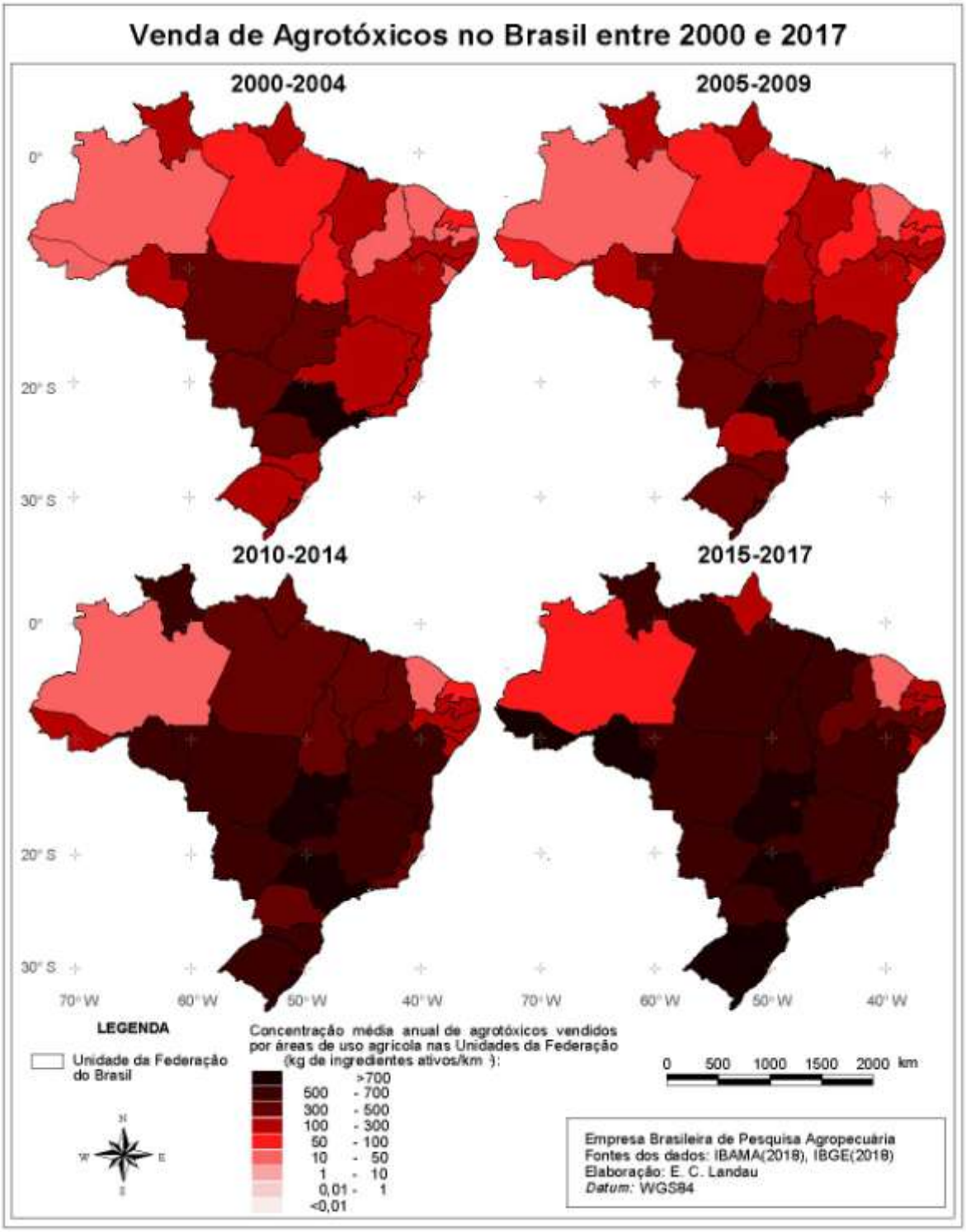


Figura 52.5. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins por área de produção agrícola das Unidades da Federação do Brasil e quinquênio entre 2000 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018)[17], IBGE (2018).

Ingredientes ativos

São comercializados mais de 100 ingredientes ativos no país, para o controle de pragas, doenças e plantas espontâneas[19] (ou "plantas daninhas"). Dentre eles, reportam-se produtos químicos como o 2,4-D, abamectina, bifentrina e o glifosato, os quais apresentam distintos mecanismos de ação contra artrópodes e plantas espontâneas. Deve-se destacar também a significativa contribuição de produtos biológicos utilizados, principalmente, no controle de insetos e doenças, tais como *Bacillus thuringiensis, Baculovirus anticarsia e Beauveria bassiana,* agentes de controle alvos de pesquisas por parte de empresas privadas e instituições públicas (Tabela 52.4).

De acordo com os dados disponibilizados pelo Ibama (2018), os ingredientes ativos mais vendidos no país entre 2009 e 2017 foram glifosato e seus sais, 2,4-D, óleo mineral, atrazina, acefato, mancozebe, óleo vegetal e enxofre (Tabela 52.4, 52.6). A venda de glifosato e seus sais representa em torno de 1/3 do volume total de agrotóxicos vendidos no país. Entre 2009 e 2015, as vendas aumentaram, mas nos dois anos seguintes apresentou tendência de queda no volume de vendas, tendo passando de 118.485 toneladas em 2009 para 173.151 toneladas em 2017, aumento de quase 50% (46,14%) em apenas oito anos (Tabela 52.4, Figura 52.6a). É o herbicida mais frequentemente utilizado no Brasil, atuando no controle de monocotiledôneas[20] e dicotiledôneas[21] não desejadas, assim como dessecante de culturas após a produção. Embora seja considerado por diversos autores como pouco tóxico, há evidências de efeitos deletérios no ambiente e da presença de resíduos em animais para alimentação humana, além de ser irritante dérmico e ocular, podendo causar danos hepáticos e renais se ingerido em doses elevadas (Amarante Júnior et al., 2002). Como já mencionado, tem uso proibido na União Europeia. No Brasil, os Estados com maiores concentrações médias de vendas de glifosato e seus sais são Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo (Tabela 52.4, Figura 52.7). O segundo agrotóxico mais

[19] "**plantas espontâneas**", também denominadas "**ervas-daninhas**", "**plantas daninhas**", "**plantas invasoras**" ou "**inços**", representam espécies não desejadas em plantio agrícolas porque prejudicam o desenvolvimento das plantas cultivadas. Geralmente representam espécies com grande capacidade de se propagar (dispersão) ou sobreviver no solo (dormência), e em quantidade, que apresentam altas taxas de crescimento, pelo que acabam competindo com as plantas de interesse por luz, água e nutrientes.

[20] **monocotiledôneas** ("**plantas de folha estreita**"): .espécies de angiospermas que produzem sementes formadas por um cotilédone (parte da semente com nutrientes para o desenvolvimento inicial do embrião que poderá gerar uma nova planta). Geralmente apresentam folhas paralelinérveas (com nervuras relativamente paralelas entre si). Exemplo: Poaceae, Cyperaceae, Commelinaceae, etc.

[21] **dicotiledôneas** ("**plantas de folha larga**"):espécies de angiospermas que produzem sementes com dois cotilédones, e apresentam folhas geralmente reticuladas (nervuras que se ramificam formado um tipo de rede).Exemplo: Amaranthaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Portulacaceae, Rubiaceae, Solanaceae, etc.

vendido no Brasil tem sido o 2,4-D, um herbicida bastante agressivo e de ação hormonal utilizado para o controle de dicotiledôneas (“plantas de folha larga”) não desejadas. Em termos de vulnerabilidade do uso deste para o meio ambiente e para a saúde humana, estudo realizado na Fiocruz concluiu que o herbicida é teratogênico, carcinogênico, tóxico para o sistema reprodutivo e provoca distúrbios hormonais, recomendando a suspensão do seu uso no Brasil (Friedrich, 2014). De 2009 a 2017, as vendas do produto passaram de 12.116 toneladas para 57.389 toneladas, sendo verificado aumento anual progressivo das vendas no período (Tabela 52.4, Figura 52.6b). Os Estados com maiores concentrações de vendas do 2,4-D foram o Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul (Figura 52.8, Tabela 52.4)

O terceiro ingrediente ativo mais vendido entre 2009 e 2017 foi o óleo mineral. Adicionado à calda do herbicida, aumenta a absorção desse, retardando a evaporação da gota e atuando como espalhante e adesivo. As vendas de óleo mineral aumentaram entre 2009 e 2010, apresentado tendência de diminuição nos anos seguintes. Em 2009 foram vendidas 32.634 toneladas do ingrediente ativo e, em 2017, 26.778 toneladas (Tabela 52.4, Figura 52.6c). As maiores concentrações de vendas de óleo mineral para fins agrícolas foram observadas em São Paulo e no Paraná (Figura 52.9 e Tabela 52.4)

O quarto ingrediente ativo mais vendido, a atrazina, representa o princípio ativo dos principais herbicidas existentes na atualidade, tendo passado de 10.134 toneladas vendidas em 2009 para 24.731 toneladas em 2017 (Tabela 52.4, Figura 52.6d). É utilizado para o controle de “ervas daninhas“ em plantações de diversas culturas agrícolas (cana-de-açúcar, milho) e, de acordo com Carmo et al. (2013), embora seja considerado pouco tóxico, possui alta capacidade de interferência nos sistemas nervoso e endócrino humano e da biota selvagem. As maiores concentrações de vendas de atrazina foram observadas em São Paulo e no Paraná (Figura 52.10 e Tabela 52.4)

Outro ingrediente ativo de expressividade foi o acetato, que em 2009 participava das vendas com 5.205 toneladas, ao passo que em 2017 atingiu o patamar de vendas de 27.508 toneladas (Tabela 52.4, Figura 52.6e). Trata-se de um organofosforado com uso proibido na União Europeia, em razão da sua acentuada neurotoxicidade e suspeita de carcinogenicidade. No Brasil, as maiores concentrações de vendas de atrazina foram registradas em São Paulo (Figura 52.11 e Tabela 52.4)

Do fungicida mancozebe foram vendidos 3.590 toneladas em 2009 e 30.815 toneladas em 2017, aumento de 8.6 vezes no período (Tabela 52.4, Figura 52.6f). No Brasil, as maiores concentrações de vendas de macozebe foram observadas em 2010-2014 no Estado de São Paulo (Figura 52.12)

A venda de óleo vegetal não variou tanto entre 2009 e 2017, tendo sido registradas 13.423 toneladas de ingredientes ativos em 2009 e 13.479 em 2017 (Tabela 52.4, Figura 52. 6g). As vendas anuais de enxofre caíram mais da metade entre 2009 e 2017 (de 15.515 toneladas de ingredientes ativos em 2009 para 7.392 toneladas em 2017: -52,4%). Trata-se de um macronutriente responsável pela formação de aminoácidos essenciais para as plantas, além de proteção contra diversos patógenos, estando envolvido na formação de clorofila e a ocorrência de maiores produtividades em diversas culturas. A queda nas vendas pode estar relacionada à substituição do uso deste pelo de outros ingredientes ativos. (Tabela 52.4, Figura 52.6h).

Em termos gerais, no período de 2009 a 2017, os ingredientes ativos que apresentaram maior tendência média de aumento no volume de vendas foram (ordem descrescente de tendência): dodecilbenzeno sulfonato de sódio, acetamiprido, cresoxim-metílico, tetraconazol, azoxistrobina, fenoxaprope-P-etílico, sulfato de cobre, fipronil, mancozebe, cletodim, metsulfurom-metílico, propargito, dicloreto de paraquate, tiram, acefato, lambda-cialotrina, imidacloprido, 2,4-D, fosfeto de magnésio, bifentrina, picloram, propiconazol, clorimurom-etílico, abamectina, clorotalonil, oxicloreto de cobre, clorpirifós, sulfluramida, triclopir-butotílico, malationa, glifosato, diflubenzurom, tebutiurom, óleo vegetal, cloreto de mepiquate, atrazina, propanil, cipermetrina, nonilfenol etoxilado, ciproconazol, fosfeto de alumínio, tebuconazol, bentazona, etefom, imazetapir, glifosato e seus sais, imazaquim, metomil, trifluralina, fluazinam, simazina, epoxiconazol, flutriafol e hexazinona. Os que apresentaram paralização ou maior tendência de queda do volume vendido nos últimos anos foram óxido de fembutatina, glifosato-sal de isopropilamina, parationa-metílica, lactofem, cimoxanil, carbendazim, captana, enxofre, hidróxido de cobre, MSMA, permetrina, óleo mineral, tiofanato-metílico, diurom, dimetoato, clomazona, flumetralina, brometo de metila, nicosulfurom, ametrina, nonil fenol polietileno glicol éter. (Tabela 52.4).

Tabela 52.4. Quantidade anual de agrotóxicos e afins comercializados no Brasil entre 2009 e 2017 por ingrediente ativo.

Ingrediente ativo \ Ano	Agrotóxicos e afins vendidos (toneladas de ingredientes ativos)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2,4-D	12.116,12	19.450,29	23.116,97	32.163,99	37.131,43	36.513,55	48.013,26	53.374,41	57.389,35
Abamectina	48,63	58,75	95,19	141,81	168,29	130,38	181,65	143,94	190,77
Acefato	5.204,89	5.233,44	8.124,83	13.080,63	22.355,41	26.190,52	19.324,66	24.858,68	27.057,66
Acetamiprido	0,00	0,00	0,00	181,82	344,97	822,15	705,87	855,50	1.199,49
Acetato de (E)-8-dodecenila	0,00	0,40	0,40	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Acetato de (Z)-8-dodecenila	0,00	0,00	0,62	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Alacloro	43,93	44,17	42,39	40,48	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Ametrina	1.624,09	2.858,40	3.441,88	4.705,76	4.705,14	2.278,98	3.172,44	3.312,89	2.795,24
Atrazina	10.133,80	12.811,48	18.580,93	27.139,56	28.394,91	13.911,37	18.869,47	28.615,70	24.730,90
Azoxistrobina	0,00	0,00	0,00	1.634,41	1.750,69	2.652,79	3.643,02	2.659,25	2.933,78
Bacillus thuringiensis	73,14	84,72	96,22	101,04	226,53	0,00	0,00	0,00	0,00
Baculovirus anticarsia	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Beauveria bassiana	0,00	0,00	0,00	0,05	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00
Benalaxil	11,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bentazona	1.017,28	1.064,48	857,38	878,53	1.051,89	1.250,81	1.253,01	1.277,33	1.263,77
Bifentrina	0,00	397,78	456,08	416,75	720,25	648,47	615,24	686,81	865,03
Bromacila	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,82	0,00	0,00
Brometo de metila	0,00	90,86	97,11	70,06	79,62	80,35	79,30	57,33	43,64
Captana	0,00	729,35	698,23	634,39	0,00	0,00	0,00	713,67	0,00
Carbendazim	6.712,59	7.629,82	12.216,92	7.999,80	6.689,84	5.141,11	3.217,95	3.912,51	3.748,26
Carbofurano	0,00	2.178,80	0,00	0,00	1.739,81	0,00	0,00	0,00	0,00

Ingrediente ativo \ Ano ...	Agrotóxicos e afins vendidos (toneladas de ingredientes ativos) (continuação ...)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Carboxina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	214,98	0,00	0,00
Cimoxanil	1.189,55	142,79	132,05	104,24	136,79	157,12	167,98	157,88	150,20
Cipermetrina	413,03	599,95	3.219,22	591,63	693,36	511,35	517,69	832,61	3.570,28
Ciproconazol	0,00	1.707,27	1.653,27	1.090,87	1.094,16	1.234,47	1.662,32	1.330,70	1.473,28
Cletodim	0,00	244,50	354,10	479,66	0,00	0,00	1.175,54	0,00	2.219,06
Clomazona	2.712,01	5.255,42	6.171,87	4.731,45	5.576,83	5.420,32	3.615,80	3.455,75	4.559,90
Cloreto de mepiquate	49,93	110,85	129,79	62,76	68,41	77,89	121,59	116,17	163,30
Cloridrato de propamocarbe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	423,22	0,00
Clorimurom-etílico	106,59	210,03	247,54	202,51	239,37	331,54	642,78	263,57	268,37
Clorotalonil	1.964,75	2.488,77	3.001,41	2.987,65	3.537,31	3.547,33	3.153,95	6.620,14	5.771,99
Clorpirifós	2.966,39	3.191,78	4.288,36	6.218,35	13.084,62	16.452,77	9.187,19	7.271,08	6.471,19
Cresoxim-metílico	0,00	0,00	37,23	0,00	429,46	412,49	226,81	0,00	127,94
Deltametrina	0,00	23,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diafentiurom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	870,09
Dibrometo de diquate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.050,92	0,00
Dicloreto de paraquate	1.977,19	3.113,24	4.275,38	5.249,54	6.792,69	8.404,76	10.536,60	11.638,19	11.756,39
Dicofol	0,14	87,99	85,36	36,34	17,82	11,79	-0,04	0,00	0,00
Difenoconazol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	711,28	0,00	1.190,03
Diflubenzurom	262,33	245,93	272,46	342,36	550,00	1.064,97	475,38	478,87	427,20
Dimetoato	827,50	988,66	938,30	715,37	698,92	713,38	708,05	623,61	703,01
Diurom	2.147,97	6.123,86	6.978,62	8.502,78	6.100,96	8.579,52	6.613,08	0,00	6.999,47
Dodecilbenzeno sulfonato de sódio	0,00	107,36	52,50	0,00	0,00	0,00	1.019,19	1.907,26	4.385,06
Endosulfam	2.980,42	6.083,34	3.631,37	497,78	0,03	-0,12	0,00	0,00	0,00
Enxofre	11.514,80	12.343,12	14.133,51	9.678,46	3.797,92	4.965,22	4.009,59	5.516,62	7.392,44

Ingrediente ativo \ Ano ...	Agrotóxicos e afins vendidos (toneladas de ingredientes ativos) (continuação ...)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Epoxiconazol	545,81	675,56	682,96	839,46	797,23	631,74	639,10	800,31	834,51
Etefom	409,84	801,20	1.244,48	1.554,26	1.216,99	1.568,03	1.472,32	1.273,77	1.178,02
Fenoxaprope-P-etílico	0,00	55,16	31,84	49,05	81,95	138,80	174,86	242,72	183,87
Fenpiroximato	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,54
Fipronil	0,00	0,00	0,00	1.068,60	1.232,15	6.748,20	1.116,52	1.272,74	1.368,43
Fluazinam	339,11	656,89	1.028,86	943,65	958,49	399,12	436,52	1.166,38	1.021,51
Flumetralina	100,22	40,12	95,63	84,20	80,05	68,54	62,63	64,62	74,47
Flutriafol	337,15	546,43	564,62	1.044,19	668,21	675,14	650,86	677,94	637,67
Folpete	0,00	0,00	0,00	0,00	61,16	0,00	0,00	77,38	0,00
Fosfeto de alumínio	367,42	411,81	374,16	391,81	388,06	482,91	521,42	492,26	532,59
Fosfeto de magnésio	0,00	0,00	0,00	2,52	1,51	4,01	2,32	0,84	1,30
Glifosato*	113.484,57	127.585,92	128.514,31	186.483,39	184.967,70	193.947,87	193.945,89	185.602,22	173.150,75
Glifosato-sal de isopropilamina*	5.000,00	6.531,37	3.383,68	1.293,79	988,43	929,97	993,70	0,00	0,00
Glufosinato - sal de amônio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.137,65
Grandlure	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Haloxifope-P-metílico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	690,00
Hexazinona	631,00	1.155,16	1.560,75	2.009,96	1.254,00	1.381,45	1.290,06	1.357,27	1.566,02
Hidróxido de cobre	1.047,75	2.355,71	2.571,59	2.566,66	2.426,33	2.241,86	1.926,56	1.248,05	0,00
Imazalil	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,27
Imazaquim	15,60	6,59	3,00	10,19	16,64	25,06	19,47	8,18	6,54
Imazetapir	411,77	325,30	329,84	324,37	360,45	381,50	390,55	377,96	588,79
Imidacloprido	1.399,15	2.441,11	5.074,00	5.476,11	7.940,82	7.951,43	8.541,55	9.165,97	9.364,57
Lactofem	259,25	303,94	261,84	170,21	149,77	197,61	119,31	64,06	81,02
Lambda-cialotrina	264,08	404,59	649,74	809,87	1.253,51	1.105,90	1.182,86	1.364,69	1.523,87

Ingrediente ativo \ Ano ...	Agrotóxicos e afins vendidos (toneladas de ingredientes ativos) (continuação ...)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Malationa	1.057,67	1.464,41	2.334,28	4.147,18	4.986,75	0,00	0,00	5.177,64	6.094,65
Mancozebe		6.917,62	7.290,18	7.134,82	8.419,01	12.273,86	21.574,44	33.232,94	30.815,09
Mesotriona	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	297,74
Metamidofós	10.774,80	17.661,77	12.838,84	281,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metarhizium anisopliae	0,00	0,00	52,57	37,44	32,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Metomil	0,00	3.350,53	4.247,09	6.376,02	8.533,26	9.801,11	6.097,50	3.431,55	3.766,44
Metribuzim	0,00	0,00	0,00	0,00	1.044,27	1.034,46	923,29	3.586,03	1.602,33
Metsulfurom-metílico	14,28	27,56	36,26	20,99	37,10	56,30	76,40	79,28	94,81
MSMA	1.399,88	1.672,78	1.515,11	1.778,80	1.330,31	1.015,99	425,61	1.262,65	1.517,02
Nicosulfurom	54,53	75,86	82,94	88,02	67,60	69,23	65,61	79,06	69,64
Nonil fenol polietileno glicol éter	342,19	389,34	464,76	415,21	450,69	442,04	470,28	396,97	334,37
Nonilfenol etoxilado	0,00	227,08	268,08	296,65	283,35	270,27	250,00	245,69	310,70
Novalurom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,90	62,46	66,33
Óleo mineral	32.634,09	40.967,83	44.561,90	36.962,20	28.347,06	25.632,86	25.773,01	27.801,09	26.777,62
Óleo vegetal	13.422,60	8.488,43	7.758,19	7.770,64	14.318,35	16.126,71	18.287,12	17.259,26	7.275,93
Oxicloreto de cobre	3.152,99	3.364,24	3.706,01	3.854,88	3.214,42	3.284,23	4.920,31	7.256,65	7.443,62
Óxido cuproso	0,00	109,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Óxido de fembutatina	191,33	91,64	194,22	0,00	83,87	0,00	0,00	0,03	0,00
Parationa-metílica	2.691,33	1.743,90	1.225,79	1.763,44	1.548,53	1.383,66	1.310,55	460,24	0,00
Permetrina	301,48	320,87	331,03	163,82	46,53	38,59	426,07	62,92	83,34
Picloram	676,22	845,42	1.485,90	1.625,86	2.048,93	2.022,89	2.123,42	2.515,74	3.127,41
Piriproxifem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	154,00
Procimidona	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	337,15
Procloraz	0,00	0,00	0,00	-0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ingrediente ativo \ Ano ...	Agrotóxicos e afins vendidos (toneladas de ingredientes ativos) (continuação ...)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Propanil	136,64	282,95	143,44	71,67	168,22	68,50	122,42	190,23	345,96
Propargito	0,00	0,00	0,00	508,11	354,89	619,37	570,33	453,95	252,97
Propiconazol	131,63	120,03	223,81	299,09	463,99	0,00	0,00	529,39	695,10
Protioconazol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.237,46	0,00	0,00	0,00
Serricornim	0,02	0,01	0,01	3.612,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Simazina	239,58	222,26	1.025,82	89,70	1.038,89	491,78	455,43	555,49	307,97
Sulfato de cobre	0,00	264,67	797,60	0,00	842,92	1.116,98	1.384,10	1.268,58	1.156,78
Sulfentrazona	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.185,95
Sulfluramida	15,23	18,85	18,13	18,58	19,62	20,42	28,96	33,04	31,95
Tebuconazol	2.676,88	2.066,78	1.441,43	1.430,00	2.118,56	2.532,45	3.112,82	2.404,20	2.064,60
Tebutiurom	960,30	2.041,97	3.195,36	3.650,86	3.653,40	3.952,54	4.662,20	3.037,53	4.092,41
Tetraconazol	191,62	179,42	200,77	63,52	119,45	108,15	91,11	41,26	4.477,19
Tiodicarbe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.957,23	1.284,52
Tiofanato-metílico	3.754,32	4.472,94	4.947,79	4.800,58	5.508,41	3.855,51	3.276,65	3.424,36	3.124,45
Tiram	0,00	304,18	542,28	295,37	974,13	1.101,60	1.089,46	786,69	751,04
Triclopir-butotílico	0,00	489,79	710,23	951,88	1.332,01	1.513,32	901,22	798,22	1.041,92
Triflumurom	0,00	386,58	489,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trifluralina	332,92	1.380,68	1.824,04	1.467,41	1.453,44	1.594,00	1.219,20	1.375,22	1.940,41
OUTROS ingredientes ativos #	30.895,10	44.553,13	54.490,11	52.013,45	49.901,15	55.508,00	64.478,00	54.683,00	52.354,00
Somatório	300.349,70	384.501,28	422.242,26	477.792,44	495.764,55	508.556,74	521.525,34	541.860,53	539.944,86

Notas: # As vendas de produtos com outros ingredientes ativos não foram publicadas devido ao sigilo de informações assegurado pela Lei n° 9.279 de 1996.
* Dados de 2009 estimados considerando que a venda total informada de glifosato e seus sais foi de 118.484,57 toneladas de ingredientes ativos;
- Vendas com sinal negativo representam que houve retorno à indústria/estoque.

Fonte: Adaptado de Ibama (2018). Organização: Elena C. Landau

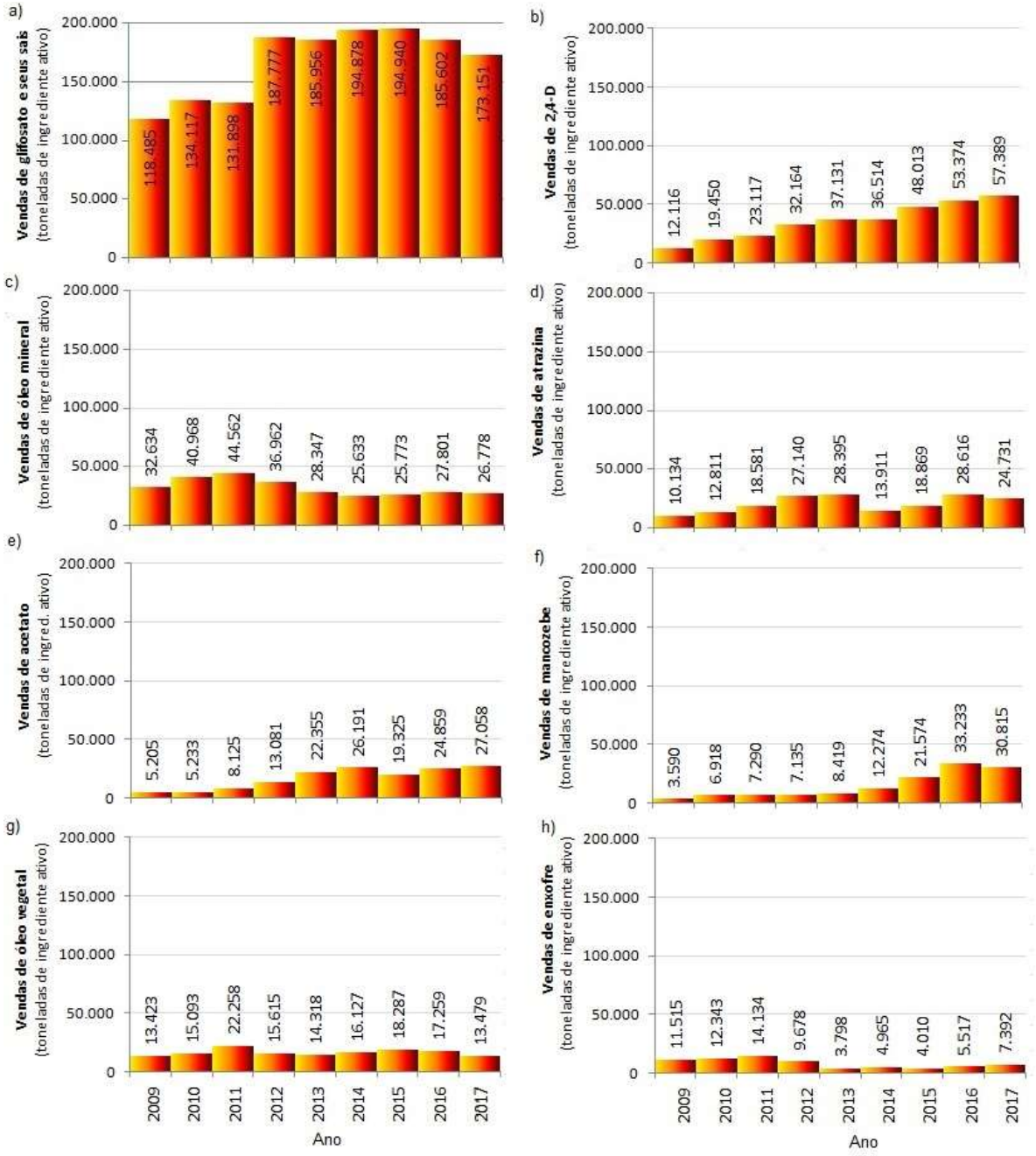


Figura 52.6. Variação temporal da concentração dos agrotóxicos e afins mais vendidos no Brasil entre 2009 e 2017: a) glifosato e seus sais, b) 2,4-D, c) óleo mineral, d) atrazina, e) acefato, f) mancozebe, g) óleo vegetal e h) enxofre.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018).

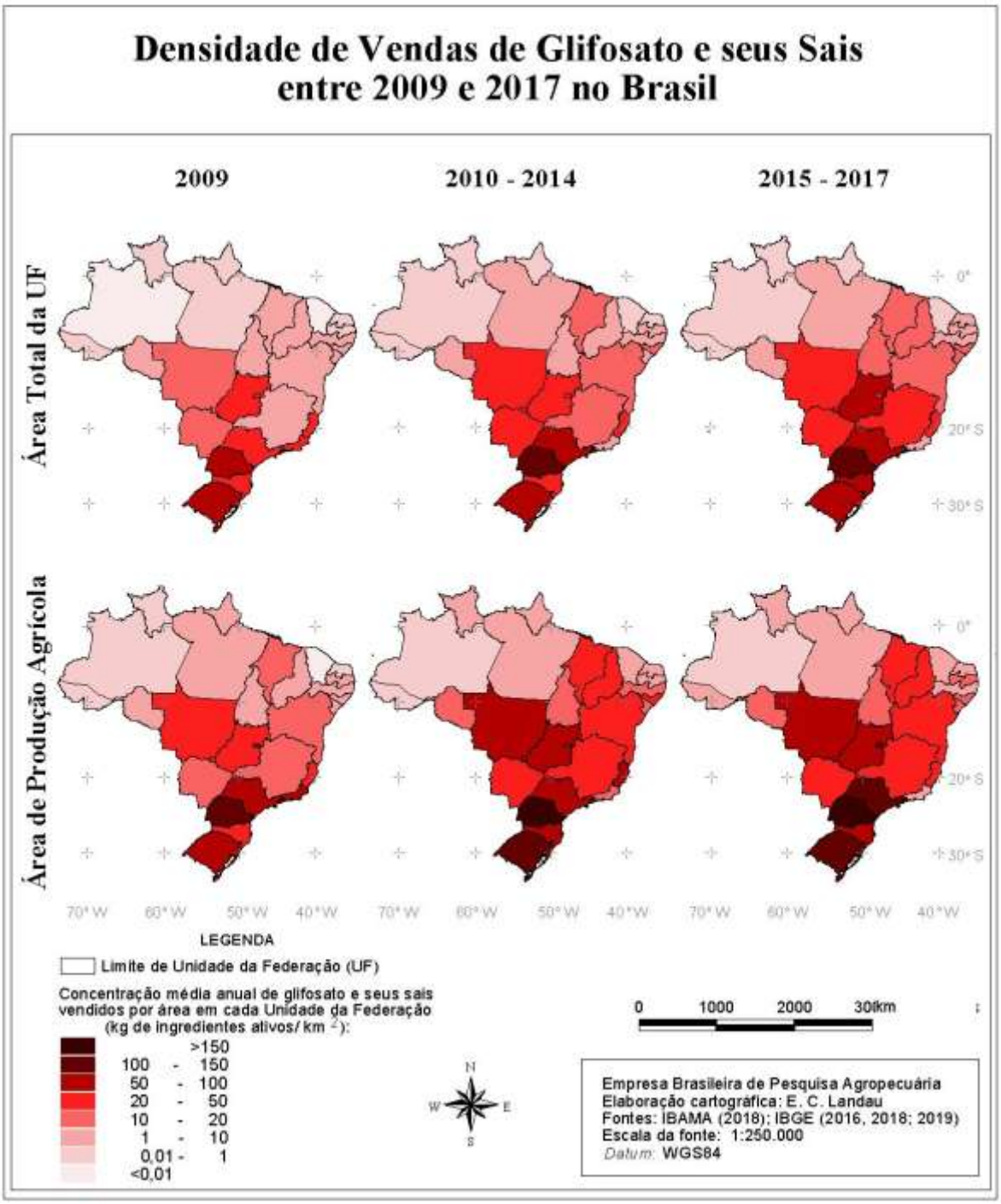


Figura 52.7. Variação temporal da concentração média de vendas de glifosato e seus sais no Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2016, 2018, 2019).

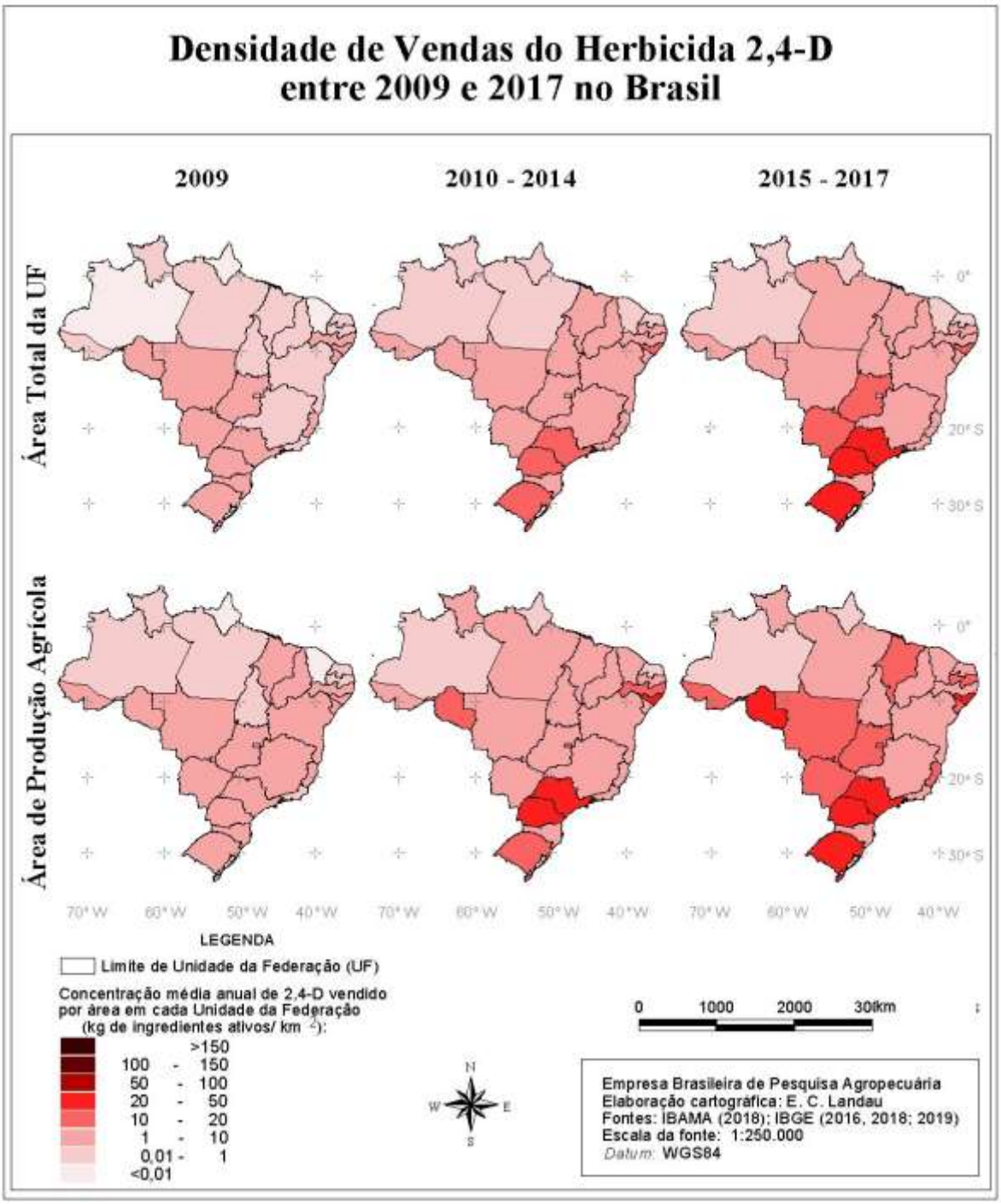


Figura 52.8. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo 2,4-D no Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2016, 2018, 2019).

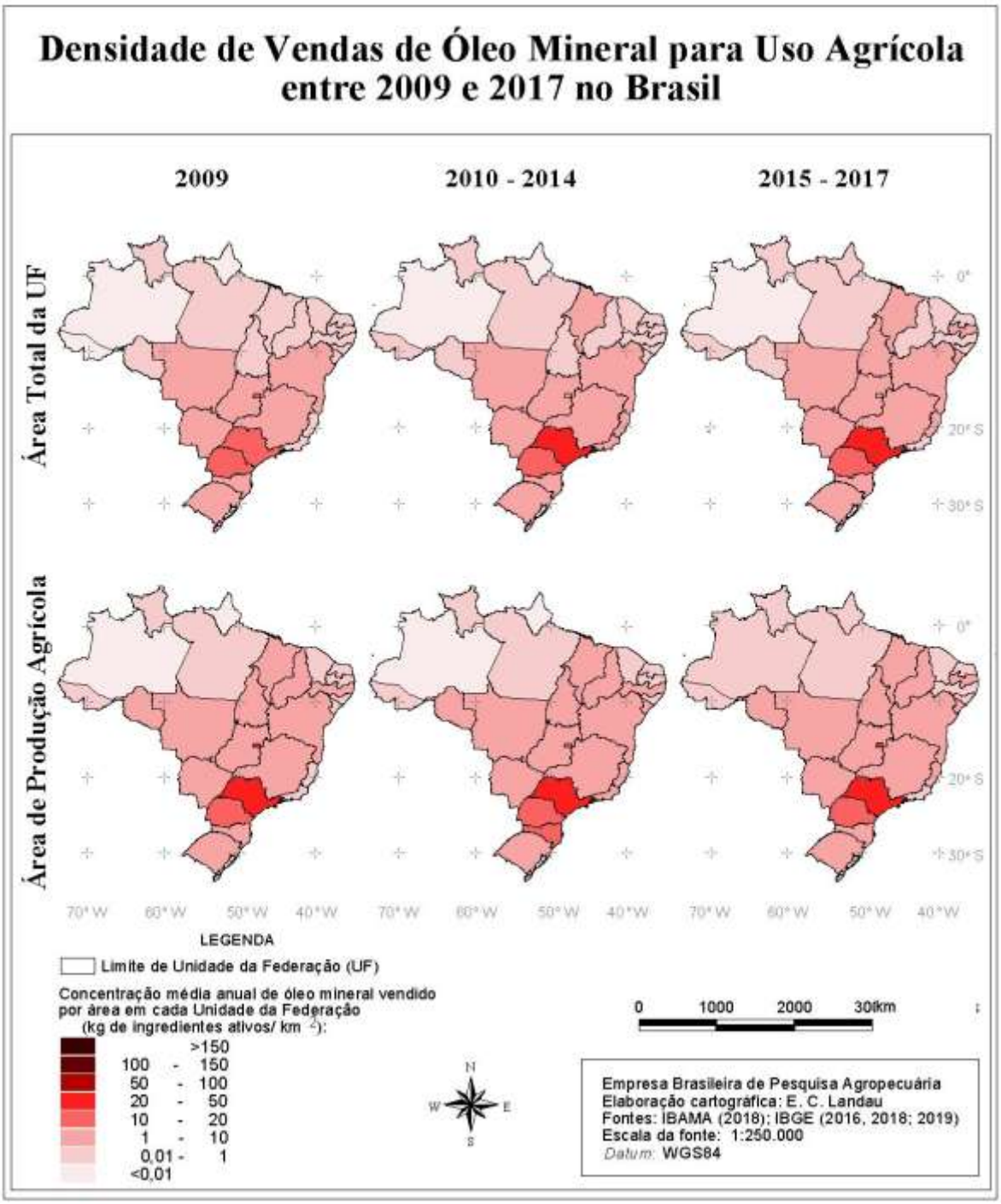


Figura 52.9. Variação temporal da concentração média de vendas de óleo mineral no Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2016, 2018, 2019).

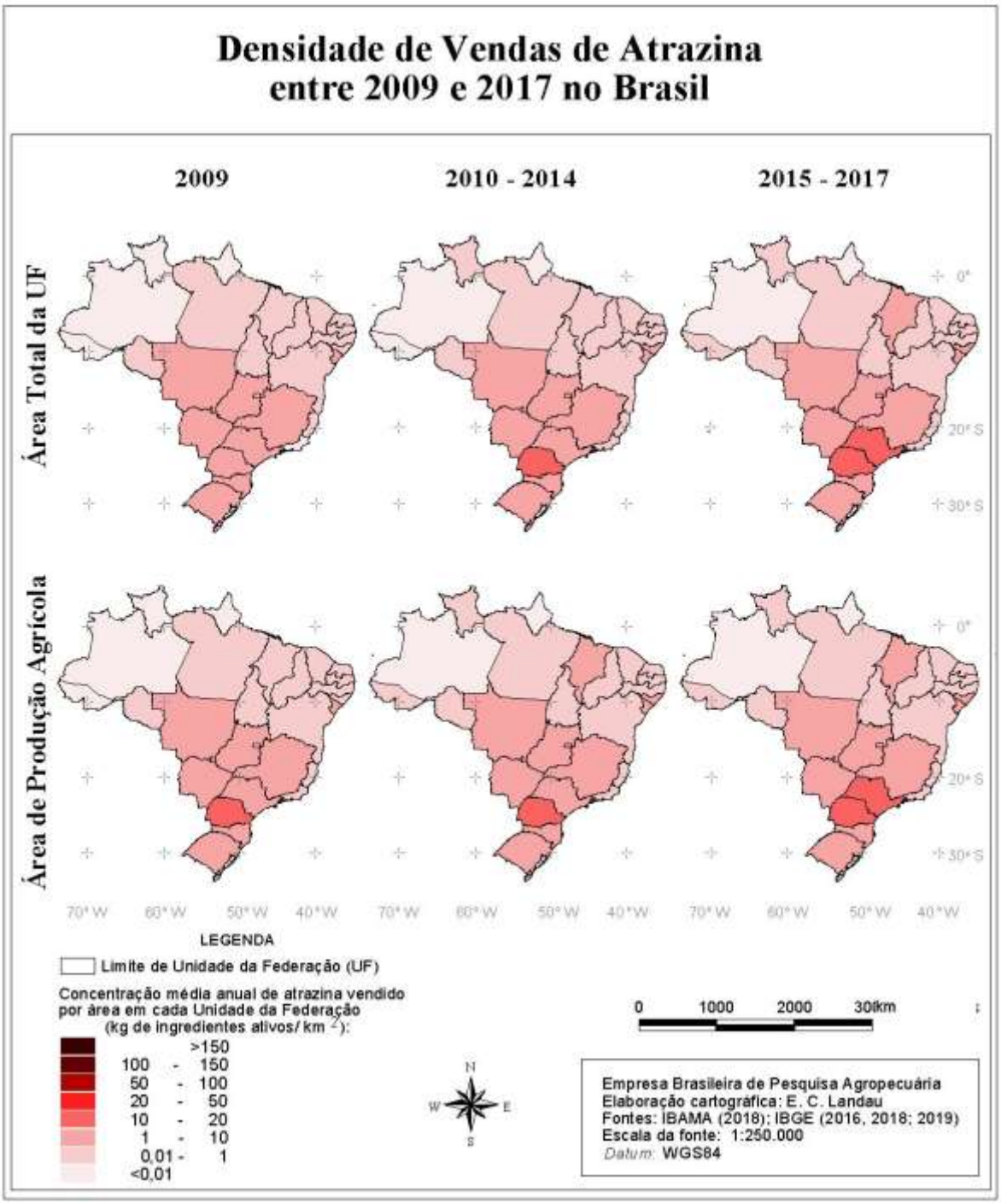


Figura 52.10. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo atrazina no Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2016, 2018, 2019).

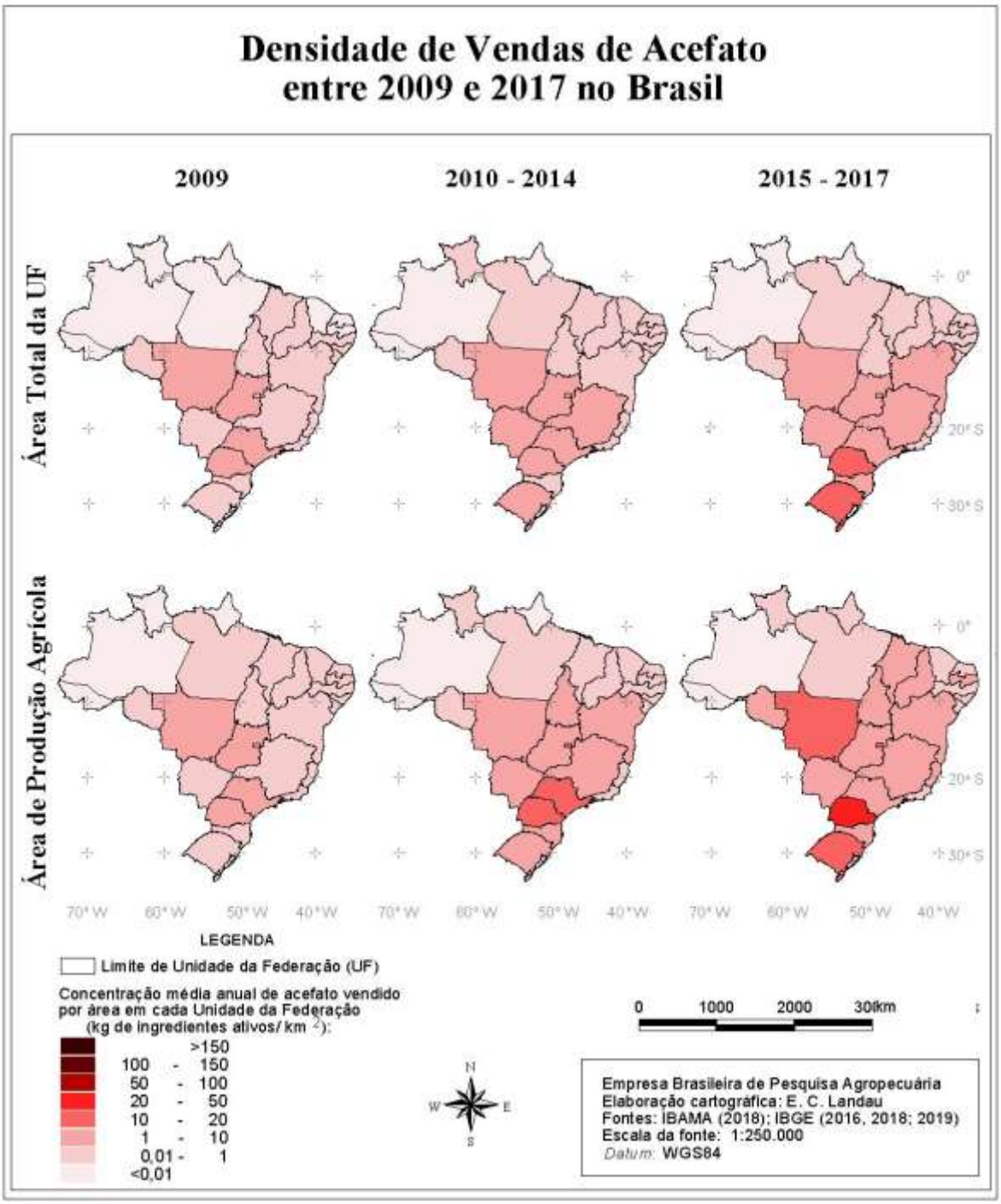


Figura 52.11. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo acefato no Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2016, 2018, 2019).

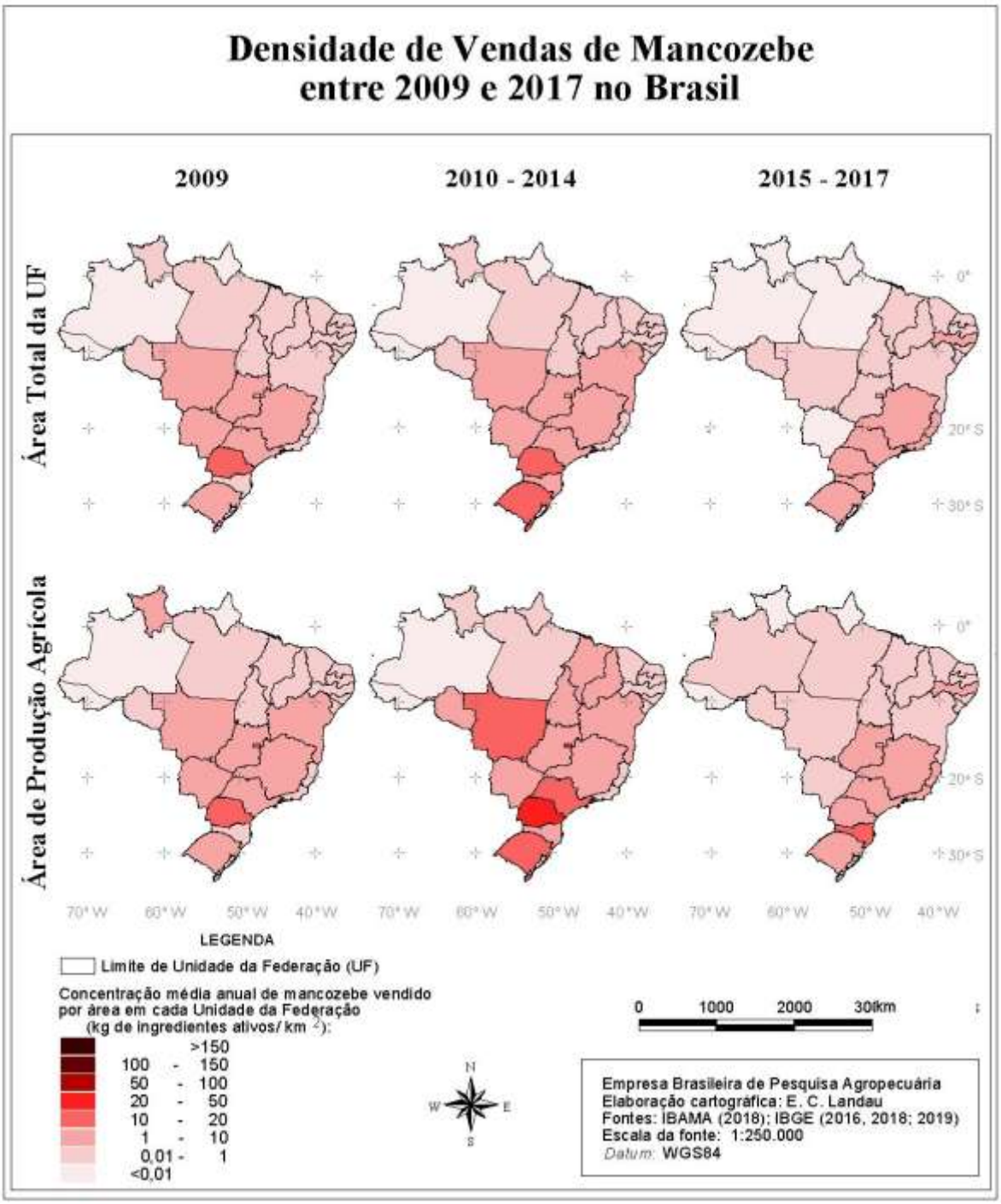


Figura 52.12. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo mancozebe no Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2016, 2018, 2019).

Periculosidade ambiental

Para estimar o grau de toxicidade[22] e potenciais efeitos da aplicação de agrotóxicos e afins numa determinada área, o Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) agrupa os agrotóxicos e afins em quatro classes, conforme o seu grau de periculosidade ambiental:

I - produtos altamente perigosos ao meio ambiente,

II - produtos muito perigosos ao meio ambiente,

III - produtos moderadamente perigosos ao meio ambiente,

IV - produtos pouco perigosos ao meio ambiente.

Entre 2009 e 2017, foram observadas variações consideráveis de venda de agrotóxicos e afins das Classes I e IV. Entre 2009 e 2010-2011, as vendas de ingredientes ativos dessas classes aumentaram; em 2012 e 2013 estas caíram, e, posteriormente, apresentaram tendência anual de aumento até 2017. Comparando os volumes de venda de ingredientes ativos dessas classes de 2009 e 2017, observou-se que a venda de ingredientes ativos da Classe I aumentou de 4.669 toneladas de ingredientes ativos vendidos em 2009 para 5.050 toneladas em 2017 (+8,2%), e que os da Classe IV aumentaram de 33.179 para 37.545 toneladas (+13,2%) no mesmo período (Figura 52.13).

Os agrotóxicos e afins das Classes II e III apresentaram aumentos todos os anos entre 2009 e 2017. A venda de agrotóxicos da Classe II aumentou 144,4%, tendo passado de 70.785 toneladas vendidas em 2009 a 172.969 toneladas vendidas em 2017. Já a comercialização de agrotóxicos e afins da Classe III aumentou quase 70% (69,2%), tendo passado de 191.717 toneladas de ingredientes ativos vendidos em 2009 para 324.381 toneladas vendidas em 2017.

[22] **Toxicidade**: grau de nocividade aos organismos e/ou meio ambiente, indicador da “potência” de uma substância venenosa.

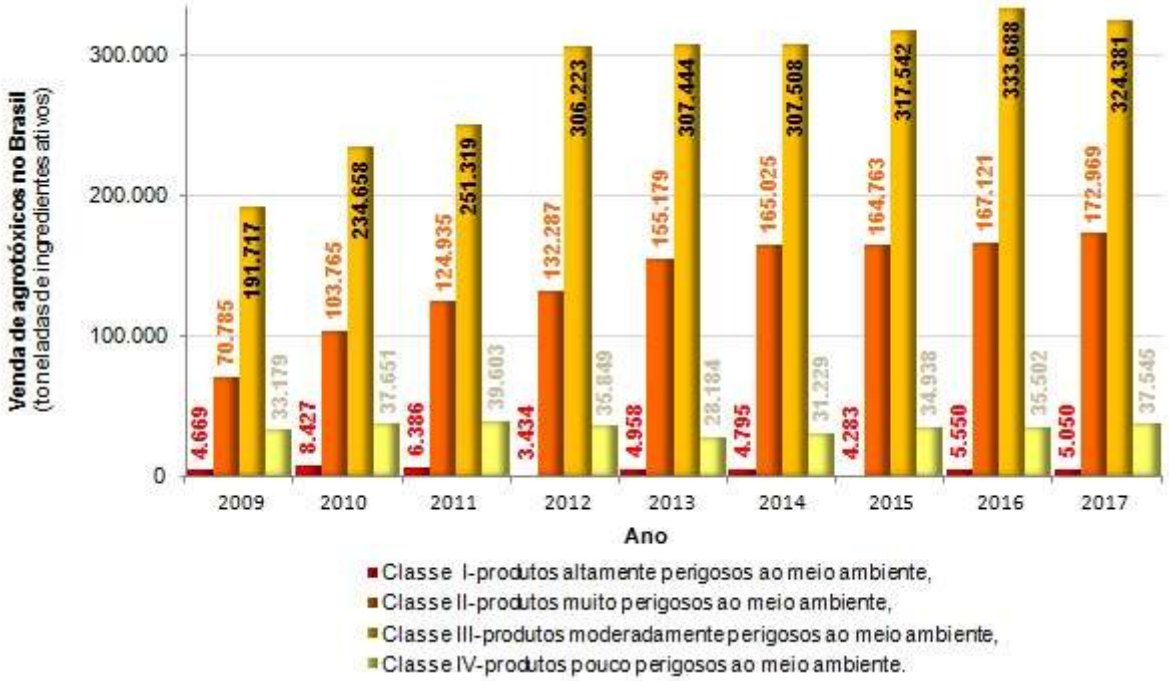


Figura 52.13. Variação temporal da venda anual de agrotóxicos e afins no Brasil entre 2009 e 2017 por classe de periculosidade ambiental ou toxicológica.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018).

Em relação à venda de agrotóxicos classificados como altamente perigosos ao meio ambiente (Classe I), em 2009, a maior concentração de vendas foi registrada nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, com concentrações médias variando entre 10 e 20 kg de ingredientes ativos por quilômetro quadrado (Figura 52.14). Em 2010-2014, além dos Estados já citados, foi verificado aumento das vendas em Goiás, Mato Grosso e no Distrito Federal. Já em 2015-2017, além das Unidades da Federação mencionadas nos períodos anteriores, foi verificado aumento das vendas de agrotóxicos dessa classe no Mato Grosso do Sul, consoante ao aumento de plantios de importantes culturas agrícolas nesses Estados nas últimas décadas (Figura 52.14).

As maiores concentrações de vendas de produtos muito perigosos ao meio ambiente (Classe II) foram verificadas nos Estados de São Paulo e Paraná (Figura 52.15). Em 2009, a venda desses produtos em ambos os Estados ficou entre 50 e 100 kg/km^2. Em 2010-2014, a concentração de ingredientes ativos de agrotóxicos da classe II ultrapassou os 100 kg/km^2 em São Paulo, tendo também aumentado no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás, Distrito Federal e Alagoas. Em 2015-2017, a densidade de venda de agrotóxicos aumentou ainda mais em diversos Estados de distintas Regiões do país. A maior densidade de venda de agrotóxicos dessa classe foi vendida no Estado de São Paulo, ultrapassando a média de

100 kg/km^2. No Rio Grande do Sul e Paraná, foi verificada uma densidade média de venda de ingredientes ativos entre 50 e 100 kg/km^2. Em Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Santa Catarina e Alagoas a densidade média anual de venda de ingredientes ativos de agrotóxicos da Classe II em 2015-2017 ficou entre 30 e 50 kg/km^2; nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul variou entre 20 e 30 kg/km^2; e na Bahia, Sergipe e Pernambuco, entre 10 e 20 kg/km^2.

As maiores concentrações de vendas de ingredientes ativos de agrotóxicos da Classe III entre 2009 e 2017 foram observadas em São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, onde a média anual superou os 100 kg/km^2 (Figura 52.16). Nos quatro Estados da Região Centro-Oeste e em Santa Catarina foi verificada concentração média anual de vendas entre 50 e 100 kg/km^2 em 2015-2017. Em Minas Gerais e Espírito Santo foram registradas vendas anuais entre 30 e 50 kg/km^{2}de agrotóxicos da classe; e na Bahia, Sergipe, Alagoas e Maranhão, concentrações entre 20 e 30 kg/km^2 de ingredientes ativos de agrotóxicos da Classe III em 2017.

A venda de agrotóxicos e afins pouco perigosos ao meio ambiente (Classe IV) se manteve relativamente estável entre 2009 e 2017 na maioria dos Estados com registros de vendas de agrotóxicos (Figura 52.17). As maiores variações nesse período foram observadas em relação aos Estados de São Paulo e Paraná. São Paulo apresentou tendência de diminuição da concentração média de vendas de agrotóxicos dessa classe. Em 2009 foram vendidos entre 50 e 100 kg/km^2; em 2010-2014, entre 30 e 50 kg/km^2 e, em 2015-2017, entre 20 e 30 kg/km^2. Já o Estado do Paraná apresentou tendência de aumento de venda de agrotóxicos desta classe, passando de concentrações entre 10 e 20 kg/km^2 em 2009 para 20 a 30 kg/km^2 nos anos seguintes.

Em síntese, na maioria dos Estados foi observado aumento da periculosidade média ambiental decorrente do aumento de vendas de ingredientes ativos com maior toxicidade.

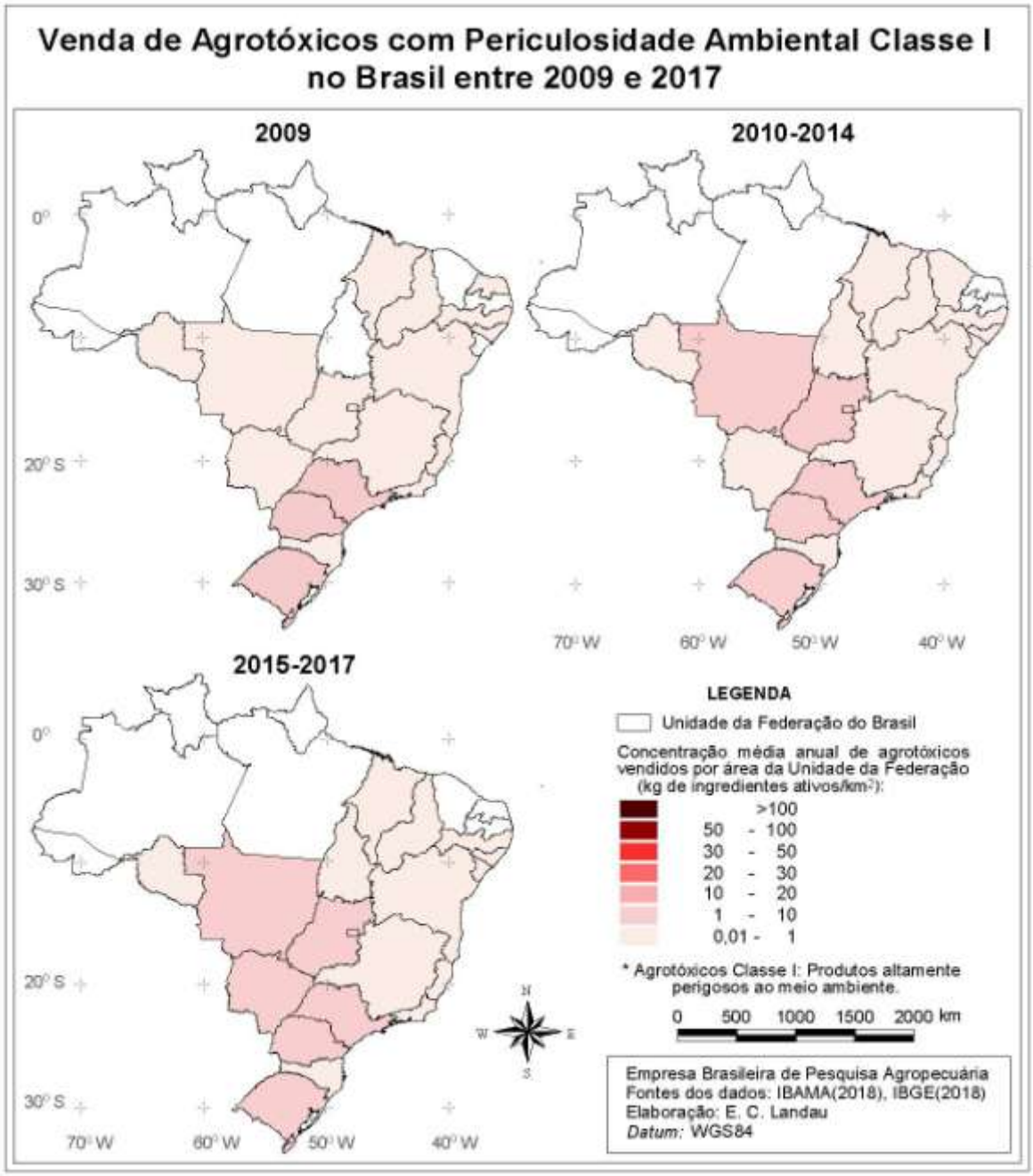


Figura 52.14. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental I por Unidade da Federação do Brasil e quinquênio[23] entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018)[24], IBGE (2018).

[23] Quinquênios definidos considerando os mesmos períodos que nos capítulos sobre culturas agrícolas (Capítulos 9 a 41 do volume 2).

[24] Os dados referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados pelo Ibama (2018). Os dados médios do período 2005-2009 foram baseados nas vendas registradas em 2005, 2006 e 2009. De 2009 a 2017 foram registradas vendas sem definição da região/local das vendas (21.33% das vendas de 2009, 11,35% das de 2010, 16,24% das de 2011, 11,19% das de 2012, 9,06% das de 2013, 7,26% das de 2014, 5,40% das de 2015, 6,521% das de 2016 e 3,96% das de 2017). Essas vendas foram atribuídas às Unidades da Federação considerando a proporção das vendas já registradas para cada UF em cada um desses anos, prévio ao cálculo das vendas médias anuais por quinquênio.

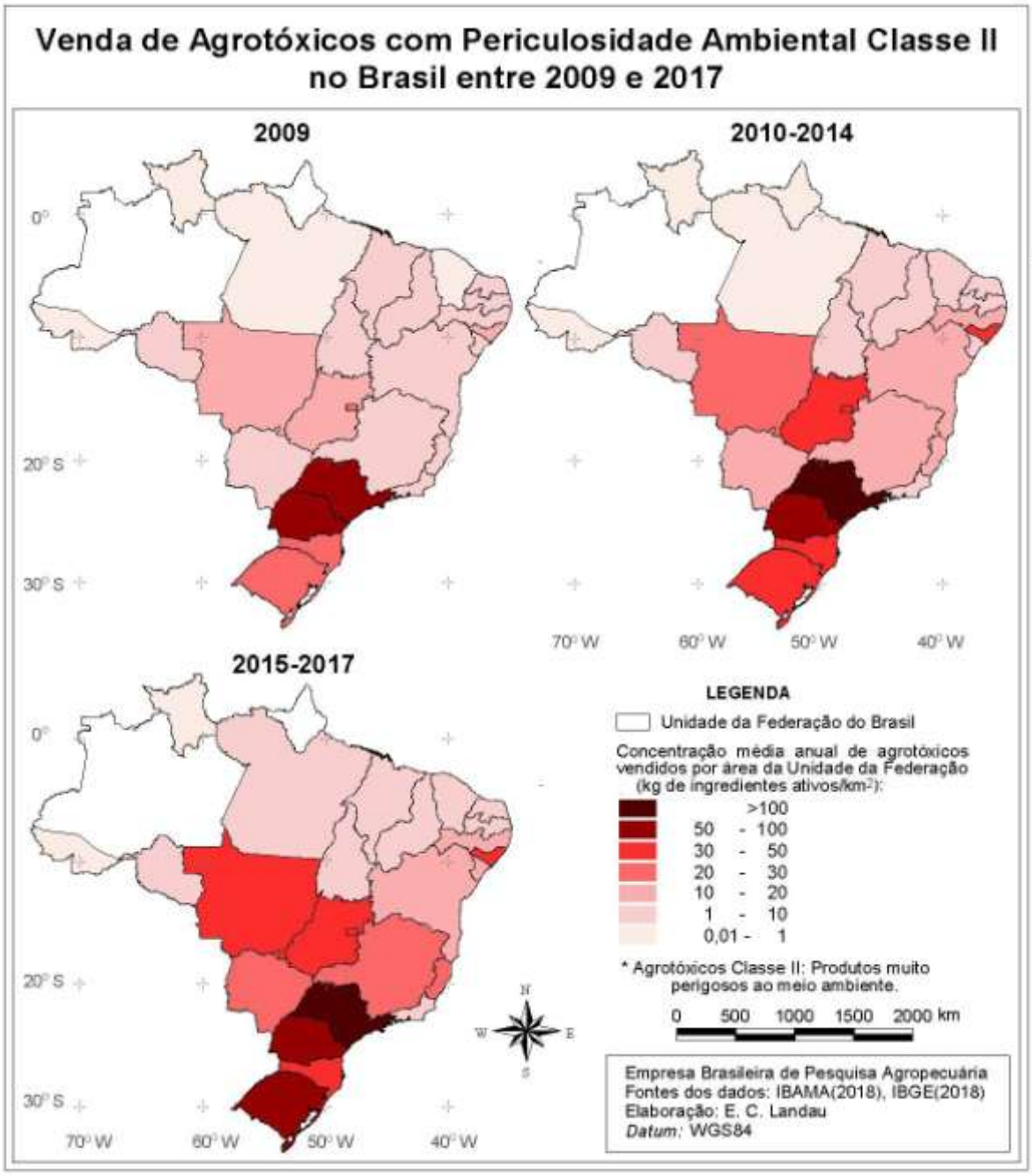


Figura 52.15. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental II por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

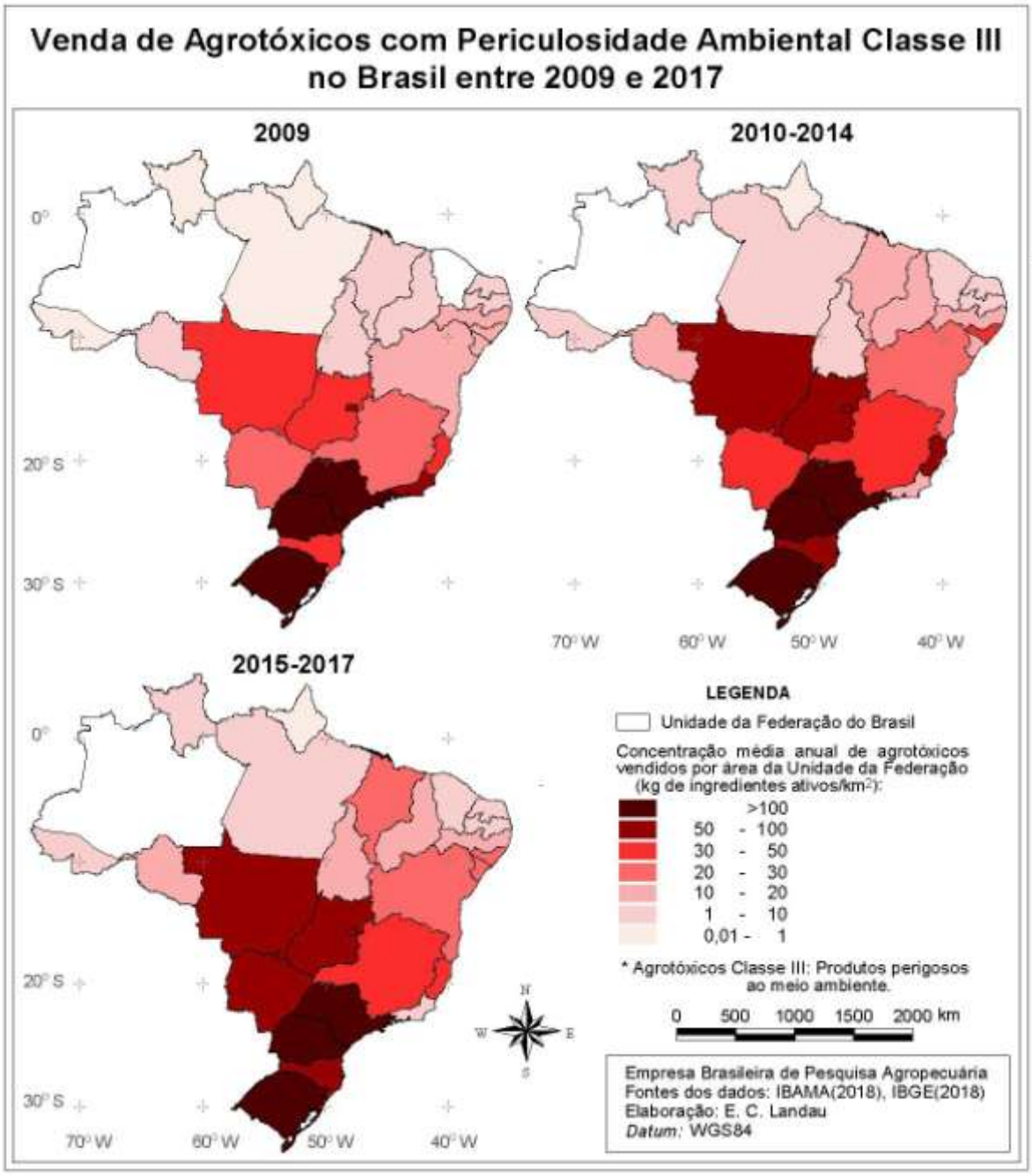


Figura 52.16. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental III por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

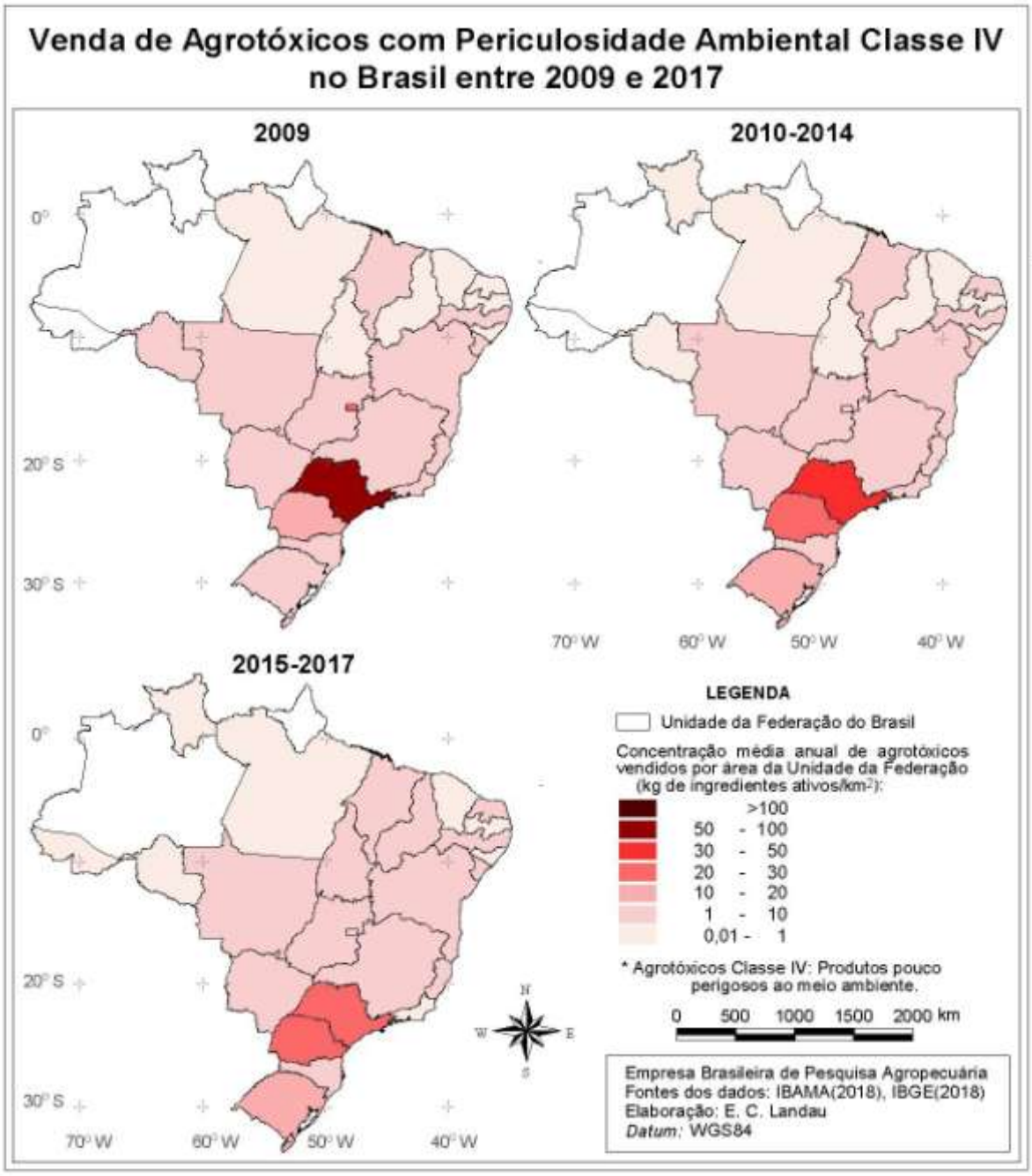


Figura 52.17. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental IV por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

Classes de uso

A partir dos ingredientes ativos apresentados são formulados[25] produtos para diversos usos, classificados como acaricidas, bactericidas, cupinicidas, feromônios[26], formicidas, fungicidas, herbicidas, inseticidas, molucicidas e nematicidas; respectivamente, para o controle de ácaros, bactérias, cupins, certas espécies de insetos/pragas, formigas, fungos/doenças, plantas espontâneas, insetos/pragas, moluscos e nematoides. Há produtos formulados para um ou mais de um tipo de uso. Adicionalmente, há produtos que atuam como adjuvantes[27], espalhantes[28], protetores de sementes[29] e reguladores de crescimento[30] (incluídos junto aos dados sobre vendas de agrotóxicos e afins). Na Tabela 52.5, são apresentadas estatísticas anuais entre 2009 e 2017 sobre as vendas de produtos formulados por classes de uso. As Figuras 52.18 e 52.23 apresentam a variação entre 2009 e 2017 da concentração dos principais agrotóxicos e afins por classes de uso vendidos no Brasil: herbicidas, fungicida, inseticida, inseticida+acaricida, acaricida+fungicida, adjuvante, acaricida e adjuvante+acaricida+ inseticida.

O volume de vendas[31] de herbicidas aumentou mais do que 50% (50,6%) entre 2009 e 2017, tendo passado de 35.683 toneladas em 2009 para 53.748 toneladas em 2017 (Figuras 52.18a e 52.19). Os Estados com maior densidade de vendas[32] em 2009 foram o Rio Grande do Sul e o Paraná (acima de 100 kg/ha), seguidos por São Paulo e Rio de Janeiro (entre 50 e 100 kg/ha). Em 2010-2014, a densidade de vendas de herbicidas em São Paulo passou a ser maior do que 100 kg/ha de ingredientes ativos. A concentração também aumentou em Goiás, Distrito Federal, Espírito Santo, Santa Catarina e Alagoas, passando para densidades entre 50 e 100 kg/ha. Em 2015-2017, foi observado aumento ainda maior

[25] **Produto Formulado** (PF): agrotóxico ou afim obtido a partir de produto técnico ou de pré-mistura, por intermédio de processo físico; ou diretamente de matérias-primas por meio de processos físicos, químicos ou biológicos. (Decreto 4074/02).

[26] **Feromônio**: semioquímicos (sinalizadores químicos) que atuam entre indivíduos da mesma espécie. Na agricultura são utilizados para o manejo de diversas espécies de insetos-pragas, baseado no monitoramento de armadilhas, atração e/ou captura de indivíduos.

[27] **Adjuvante agrícola**: substâncias ou compostos sem propriedades fitossanitárias, exceto a água, que podem ser acrescidos na preparação da calda com agrotóxico(s), visando aumentar a eficácia, facilitar a aplicação e/ou diminuir riscos

[28] **Espalhante**: utilizado para melhor cobertura da superfície foliar após a aplicação de um produto.

[29] **Protetor de sementes**: substância para a proteção das sementes ou garantir que substâncias protetoras permaneçam aderidas às sementes no solo, principalmente nos estágios inicias de germinação.

[30] **Regulador de crescimento**: substância para homogeneização do crescimento da população de plantas

[31] **Volume de vendas**: quantidade vendida, expressa em toneladas, quilos ou outra unidade representando valor absoluto.

[32] **Densidade de vendas, concentração de vendas ou vendas relativas**: refere-se à quantidade média vendida por área de referência, calculada dividindo a quantidade vendida pelo tamanho da respectiva área em que foram efetuadas as vendas. É expressa em toneladas/ha, kg/ha ou valor “relativizado” pela área a que o volume vendido se refere.

do uso de herbicidas, principalmente nos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. De acordo com Ferreira et al. (2011), o consumo de herbicidas tem aumentado principalmente pela resistência de culturas transgênicas.

A comercialização de fungicidas apresentou tendência de diminuição no período, passando de 17.857 toneladas de ingredientes ativos vendidos em 2009 para 12.389 toneladas em 2017 (queda de 30,6%) (Figuras 52.18b e 52.20). Entre 2009 e 2017, foi observada maior concentração de vendas em São Paulo, entre 50 e 100 kg/ha. No Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Distrito Federal, a concentração média de fungicidas vendidos no mesmo período variou entre 20 kg/ha e 50 kg/ha. A concentração de vendas de fungicidas no Espírito Santo foi semelhante à de São Paulo em 2015-2017, apresentando comercialização de mais de 100 kg/ha de fungicidas vendidos. Os inseticidas destacam-se como um dos produtos de maior valor agregado e volume de comercialização no Brasil, sendo alvos de constantes estudos acerca de novos mecanismos de ação no controle de insetos, bem como o seu efeito residual no local, em virtude do aumento da utilização destes em áreas agricultáveis brasileiras, além do surgimento de novos artrópodes que causavam efeitos deletérios às plantas. A venda de inseticidas quase triplicou em oito anos (aumento de 2,6 vezes, ou 156,4%), passando de 4.626 para 11.860 toneladas entre 2009 e 2017 (Figura 52.18c e 52.21). A maior concentração de venda de inseticidas foi observada em São Paulo, ficando entre 20 e 50 kg/ha em 2010-2017.

A comercialização de acaricidas aumentou 54,2% entre 2009 e 2017, passando de 7.073 toneladas de ingredientes ativos vendidos em 2009 para 10.904 toneladas em 2017 (Figura 52.18 e 52.22). Os adjuvantes e acaricidas também apresentaram acréscimo nas vendas, passando de 4.202 para 7.791 e de 2.135 para 5.792 toneladas; tendo aumentado, respectivamente, 85,4% e 171,3%. Ao se avaliar a venda de adjuvantes com função acaricida e inseticida, observa-se que o aumento também foi expressivo, com acréscimo de 1.329 para 3.540 toneladas (2,7 vezes ou 166,4%) no período de 2009 a 2016 (Figura 52.18).

Os inseticidas com ação também acaricida apresentaram padrão semelhante, sendo Paraná, São Paulo e Mato Grosso os Estados com maior participação no comércio destes. Em 2017, esses Estados apresentaram vendas entre 20 e 30 kg/ha (Figura 52.22).

Referente aos produtos utilizados para controle de ácaros e artrópodes, que vêm ganhando importância nos cultivos do Brasil, em 2009, São Paulo foi o Estado que liderou o *ranking* de vendas relativas, equivalendo a uma comercialização de 10 kg/ha a 20 kg/ha de produtos. Ao longo de oito anos, esta hegemonia permaneceu, tendo aumentado para valores entre 30 kg/ha e 50 kg/ha de ingredientes ativos vendidos desses produtos. O

Estado do Paraná apresentou vendas entre 10 kg/ha e 20 kg/ha de ingredientes ativos desses produtos (Figura 52.23).

Em termos gerais, no período de 2009 a 2017, as classes de uso de agrotóxicos formulados que apresentaram maior tendência média de aumento no volume de vendas foram (ordem decrescente de tendência) Formicida/Inseticida, Acaricida, Inseticida, Herbicida, Adjuvante, Inseticida/Fungicida, Adjuvante/Acaricida/Inseticida, Regulador de Crescimento, Inseticida/Cupinicida, Inseticida/Acaricida e Fungicida/Formicida/Herbicida/ Inseticida/Acaricida/Nematicida. Os que apresentaram tendência média de queda de uso foram Adjuvante/Inseticida, Protetor de sementes, Inseticida/Nematicida, Fungicida/ Bactericida, Acaricida/Fungicida, Moluscicida, Fungicida, Inseticida/Acaricida/ Fungicida e Espalhante. Quatro classes deixaram de ser vendidas a partir de 2014: Fungicida/ Formicida/Herbicida, Espalhante/Inseticida, Feromônio e Bactericida; e duas classes passaram a ser vendidas a partir de 2014: Inseticida/Acaricida/Adjuvante e Fungicida/Formicida/Herbicida/Inseticida/Nematicida (Tabela 52.5).

Tabela 52.5. Volume de vendas de agrotóxicos por classes de uso dos produtos formulados entre 2009 e 2017 no Brasil.

Classe de uso do produto formulado / Ano	Agrotóxicos vendidos (toneladas de ingredientes ativos)								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Acaricida	2.134,98	2.756,87	3.166,81	2.018,27	2.321,01	3.909,03	6.174,94	5.661,54	5.792,08
Acaricida + Fungicida	8.655,68	9.747,47	10.898,87	7.355,95	1.848,57	1.211,07	2.813,51	5.278,99	7.573,47
Adjuvante	4.201,77	4.141,26	3.784,97	3.923,33	4.014,45	4.527,85	4.451,78	5.187,63	7.791,41
Adjuvante + Acaricida + Inseticida	1.329,20	2.391,13	2.090,43	2.112,61	1.895,41	1.467,65	1.705,51	3.540,38	
Adjuvante + Inseticida	3.044,60	2.421,04	2.895,44	2.060,49	714,27	737,20	763,68	1.470,58	191,87
Bactericida	2,74								
Espalhante	423,40	966,98	1.242,68	1.016,04	855,89	915,97	613,57	866,82	952,13
Espalhante + Inseticida	0,41	2,82	8,65	11,68					
Feromônio	4,97	4,25	8,75	9,94	0,46				
Formicida + Inseticida	3,97	4,96	4,15	4,22	5,30	6,40	8,54	12,20	11,91
Fungicida	17.857,44	19.514,64	21.297,07	17.077,71	9.543,93	8.980,50	11.859,67	13.648,09	12.388,62
Fungicida + Bactericida	99,90	770,01	736,92	489,84	383,22	482,62	299,05	68,12	500,00
Fungicida + Formicida + Herbicida	976,22								
Fungicida + Formicida + Herbicida + Inseticida + Acaricida + Nematicida		419,26	159,03	184,53	57,21		163,33	359,43	
Fungicida + Formicida + Herbicida + Inseticida + Nematicida						115,75			121,38
Herbicida	35.682,56	28.959,26	33.998,34	44.849,96	50.961,36	49.525,15	56.083,34	62.028,38	53.747,99
Inseticida	4.625,94	7.589,42	7.897,58	8.716,27	13.006,86	15.094,12	14.242,36	13.126,48	11.860,14
Inseticida + Acaricida	7.072,74	7.207,07	9.739,95	7.028,57	9.440,02	10.031,01	8.649,49	7.698,67	10.903,89
Inseticida + Acaricida + Adjuvante									492,96
Inseticida + Acaricida + Fungicida	1,37	2.116,41	1.659,71	2.200,50	1.415,43	1.279,29	896,47	1.178,13	1.543,61
Inseticida + Cupinicida			176,21	234,76	235,07	4.196,33	196,16	264,14	281,36
Inseticida + Fungicida	175,75	222,19	274,36	278,58	222,42	236,35	322,25	296,50	331,34
Inseticida + Nematicida		1.348,39	908,73	1.495,40	1.185,07	905,34	938,42	438,22	235,07
Moluscicida	0,17	0,22			0,08	0,06	0,16	0,11	0,08
Protetor de sementes		574,52	104,19	124,74	133,76	132,19	102,47	68,65	84,21
Regulador de Crescimento	218,60	443,29	823,13	836,69	528,97	789,83	843,15	709,67	727,65

Fonte: Adaptado de Ibama (2018).

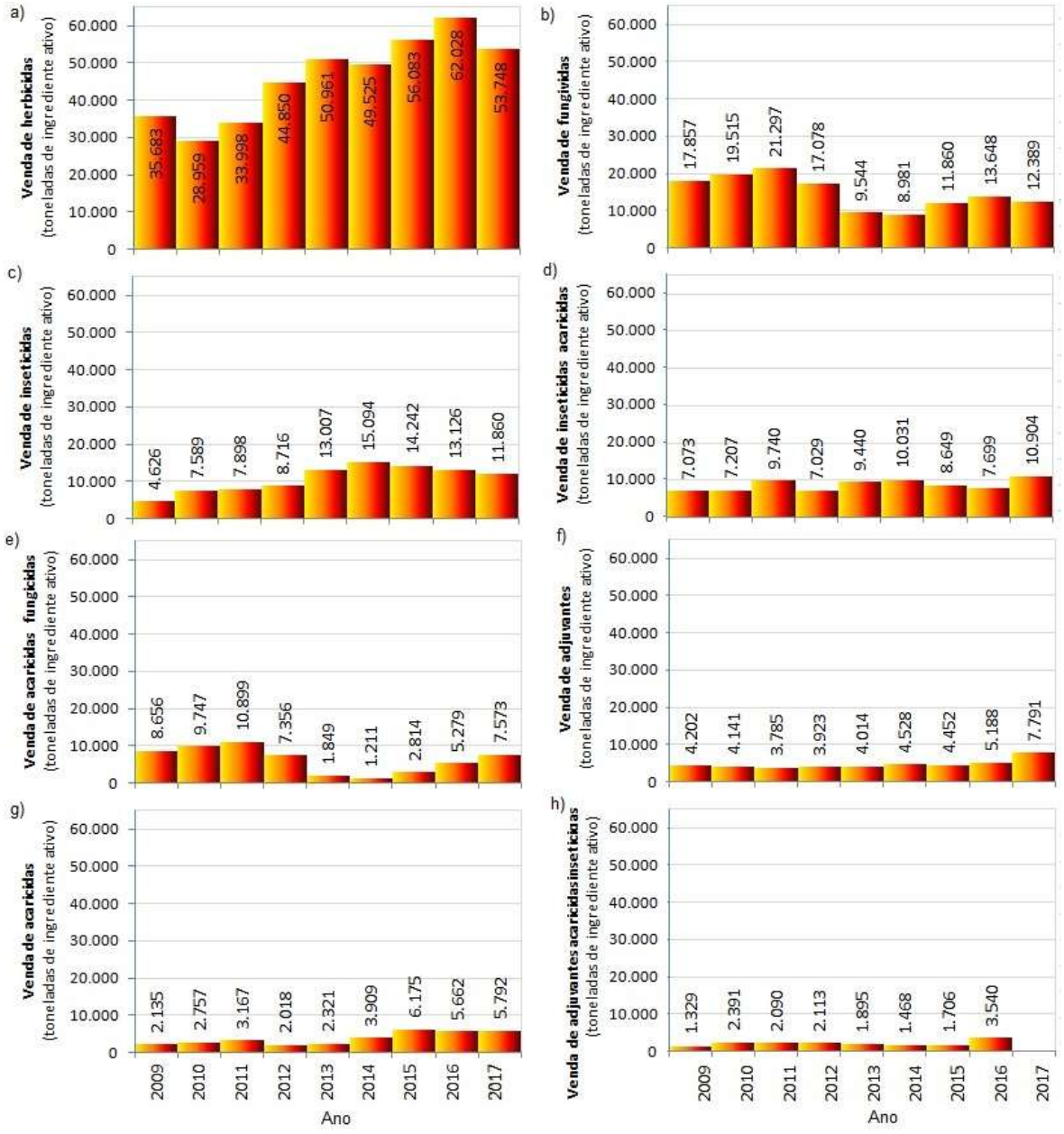


Figura 52.18. Variação do volume dos principais agrotóxicos vendidos entre 2009 e 2017 no Brasil por classe de uso dos produtos formulados: a) herbicida, b) fungicida, c) inseticida, d) inseticida acaricida, e) acaricida fungicida, f) adjuvante, g) acaricida e h) adjuvante, acaricida, inseticida.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018).

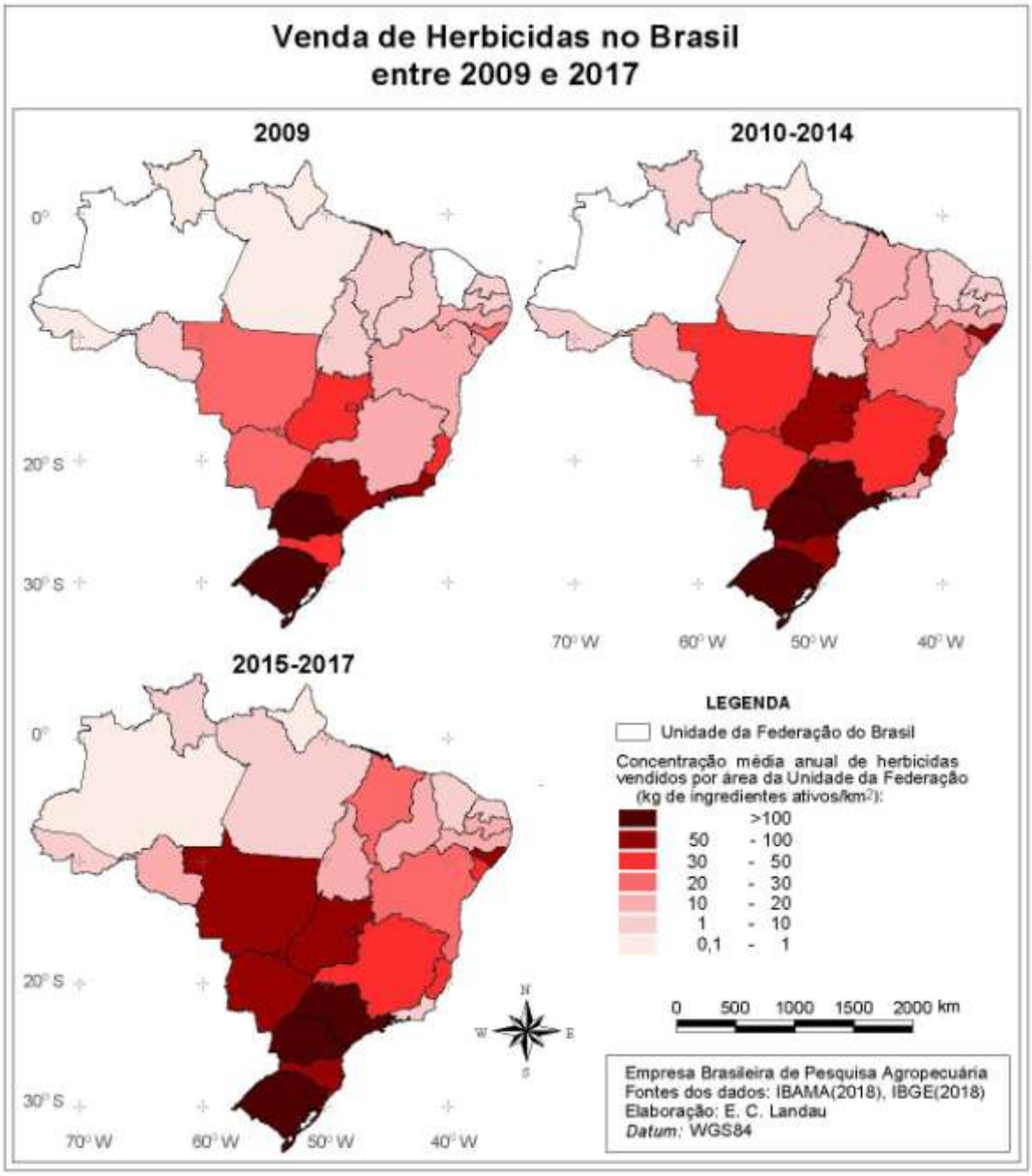


Figura 52.19. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de herbicidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018)[33], IBGE (2018).

[33] Os dados referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados pelo Ibama (2018); assim, os dados médios do período 2005-2009 foram baseados nas vendas registradas em 2005, 2006 e 2009. De 2009 a 2017 foram registradas vendas sem definição da região/local das vendas (21.33% das vendas de 2009, 11,35% das de 2010, 16,24% das de 2011, 11,19% das de 2012, 9,06% das de 2013, 7,26% das de 2014, 5,40% das de 2015, 6,521% das de 2016 e 3,96% das de 2017). Essas vendas foram atribuídas às Unidades da Federação considerando a proporção das vendas já registradas para cada UF em cada um desses anos, prévio ao cálculo das vendas médias anuais por período considerado.

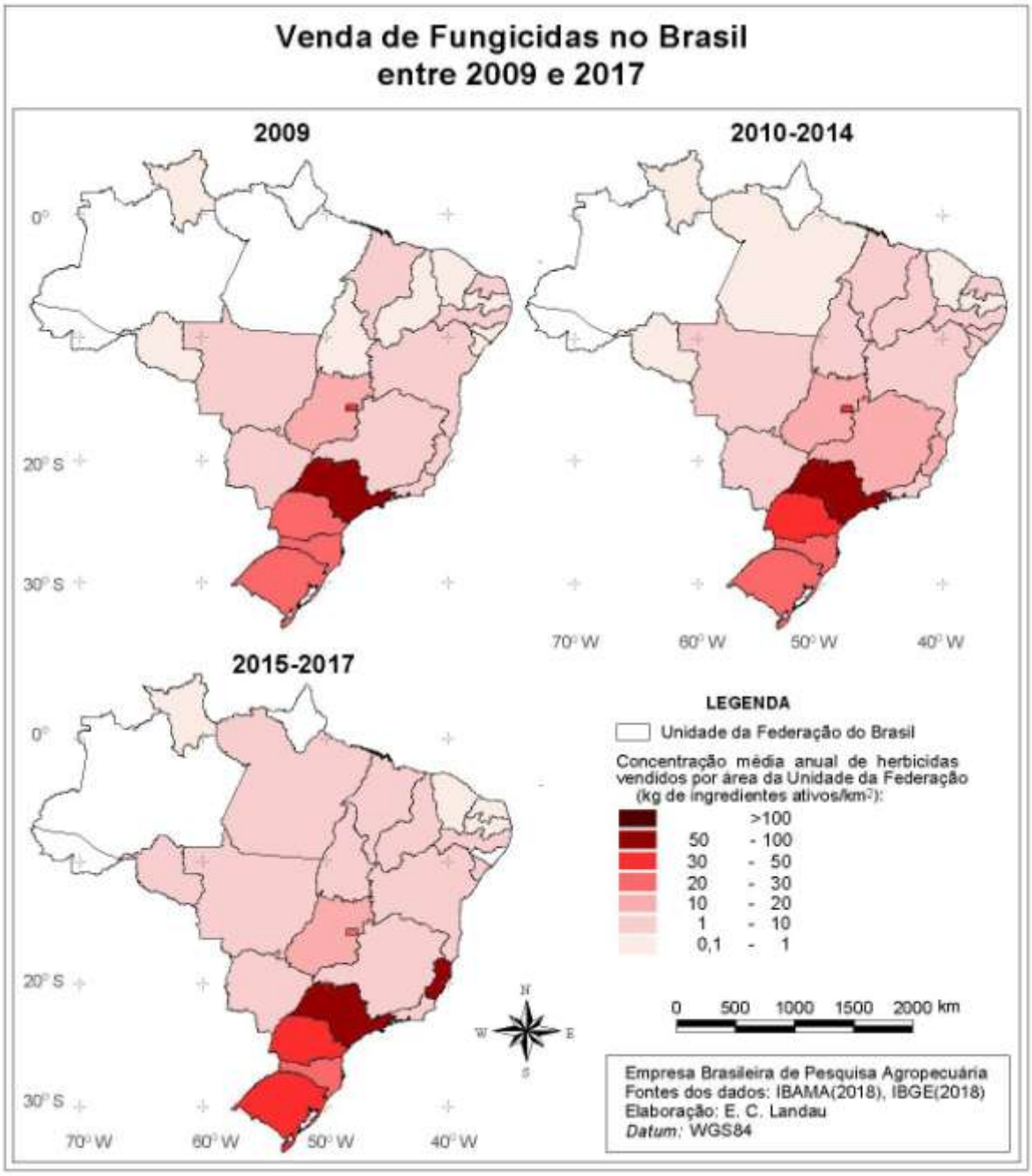


Figura 52.20. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de fungicidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

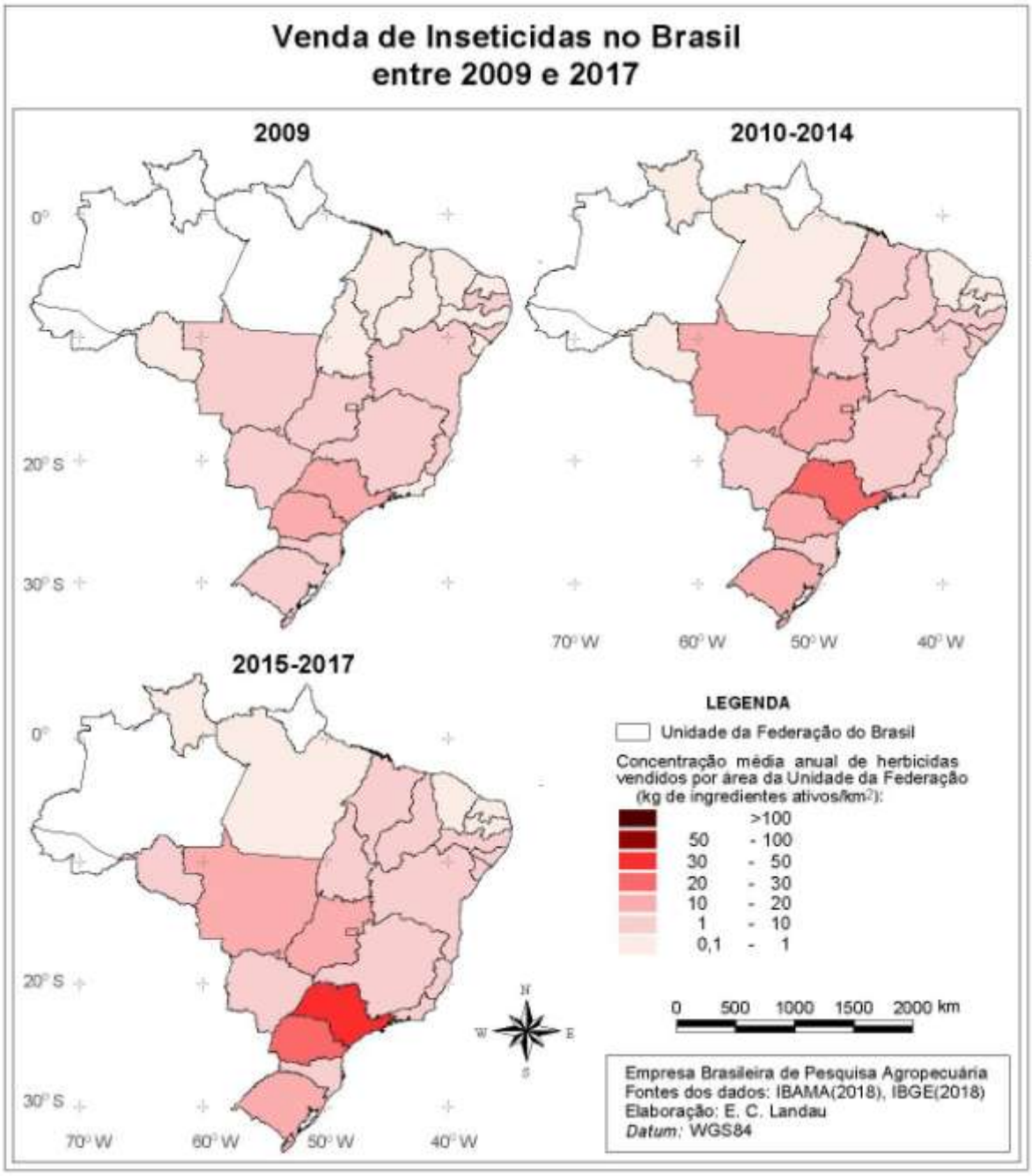


Figura 52.21. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de inseticidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

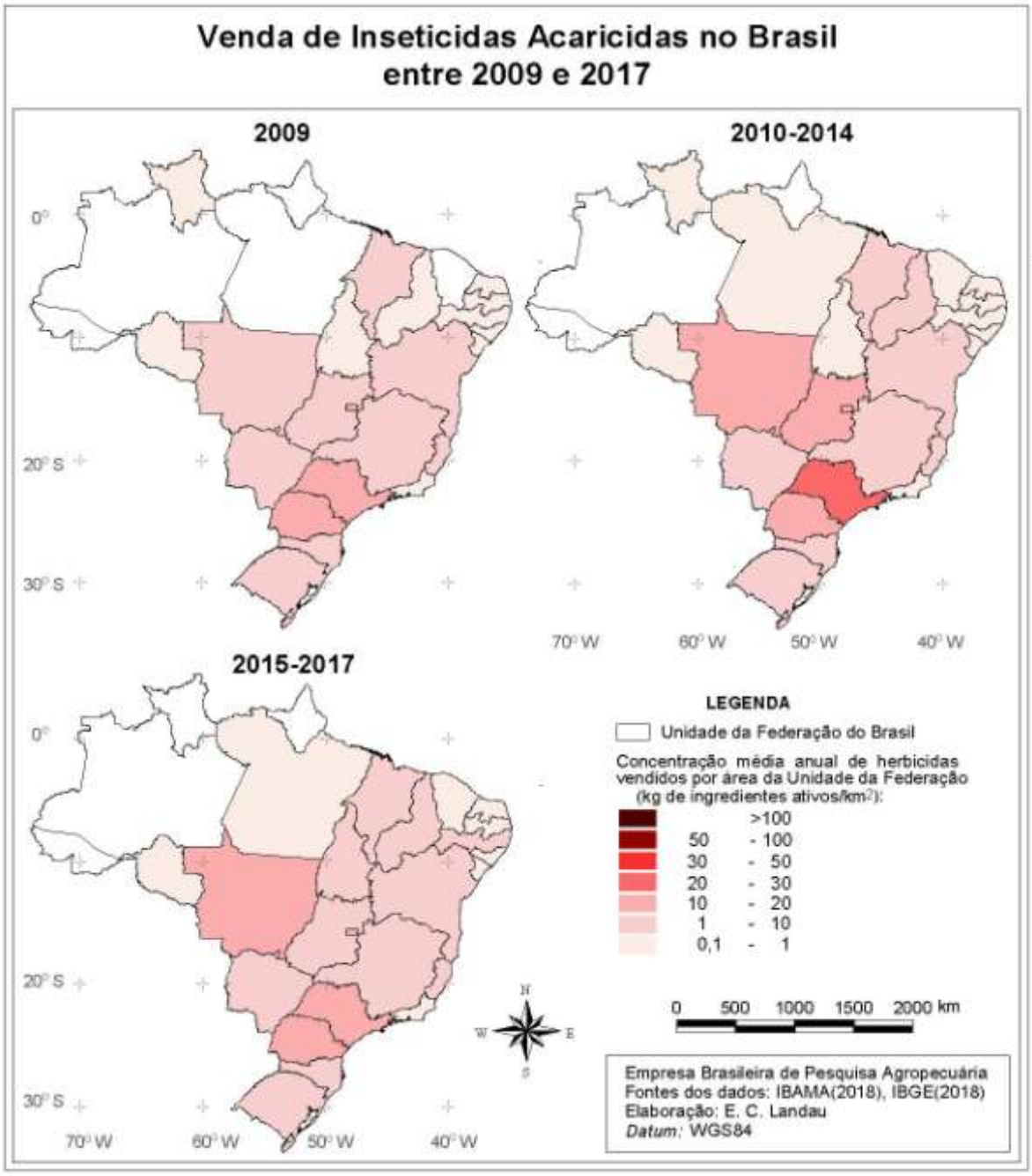


Figura 52.22. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de inseticidas acaricidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

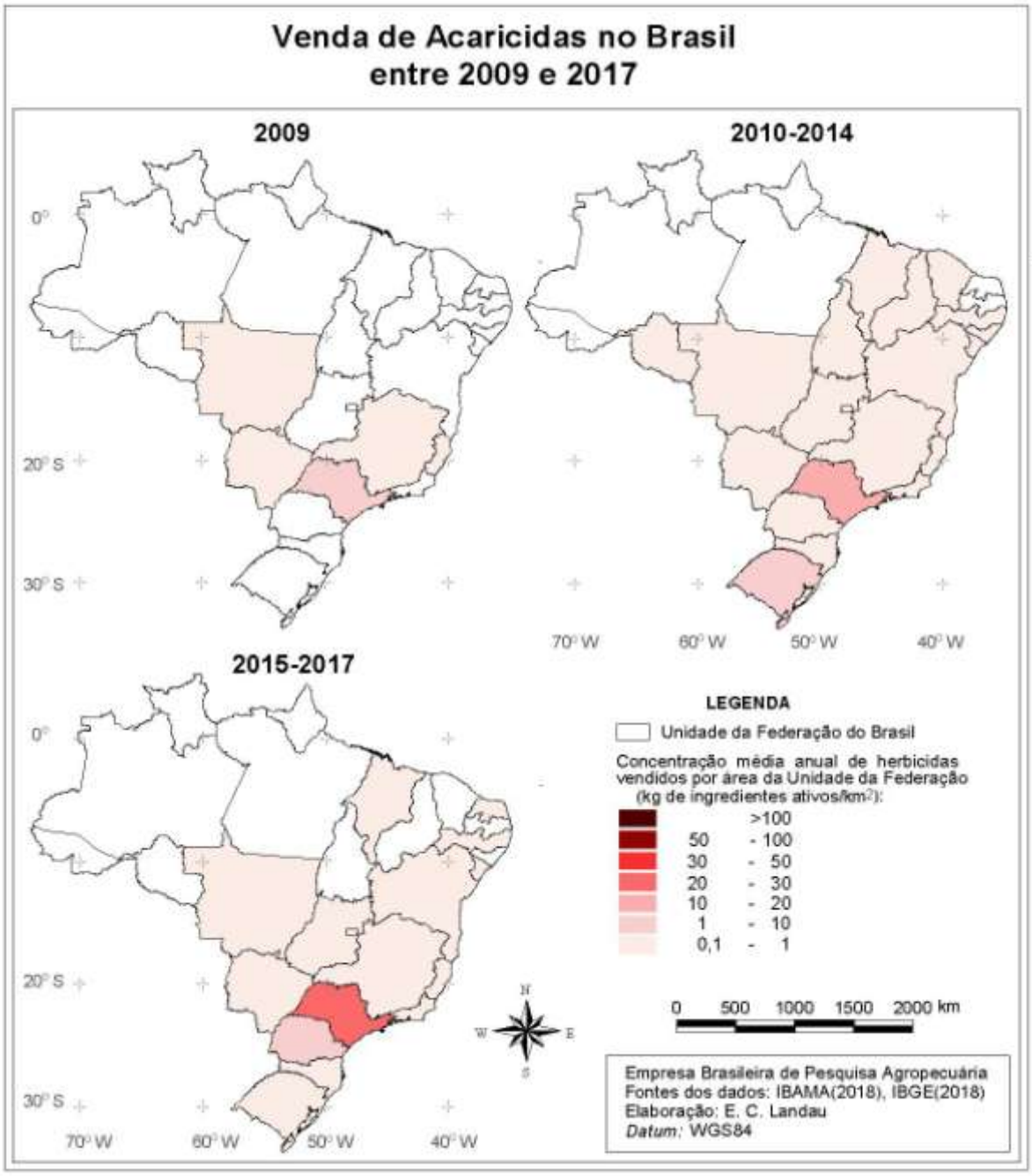


Figura 52.23. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de acaricidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

Ingredientes ativos microbiológicos

Agentes microbiológicos (ou biopesticidas) são microrganismos vivos de ocorrência natural, bem como aqueles resultantes de técnicas que impliquem a introdução natural de material hereditário, excetuando-se os organismos cujo material genético (ADN/ARN) tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética (OGM), conforme a Instrução Normativa Conjunta nº 03, de 10 de março de 2006 (Ibama, 2018). Ingredientes ativos microbiológicos produzidos e/ou comercializados no Brasil e as principais pragas ou doenças controladas por eles são listados na Tabela 52.6. Dados conjuntos sobre as vendas estaduais têm sido disponibilizados pelo Ibama. Quantidades comercializadas por ingrediente ativo microbiológico só são divulgadas nos casos em que são produzidos por, no mínimo, três empresas registrantes, como tem sido o caso do *Bacillus thuringiensis* e do *Metarhizium anisopliae*. Dados disponibilizados sobre as quantidades vendidas destes por Unidade da Federação em 2014, 2016 e 2017[34] são apresentados na Tabela 52.7 (únicos anos e ativos microbiológicos com dados divulgados pelo Ibama até 20/fev/2019)

Avaliando-se o histórico de vendas absolutas dos ingredientes ativos microbiológicos verifica-se uma redução de quase a metade dos agentes microbiológicos comercializados entre 2014 e 2017, período em que o volume de ingredientes ativos microbiológicos vendidos caiu 56,04%, tendo variado entre 428.812,61 em 2014 e 188.499,34 em 2017 (Tabela 52.6). O Estado com maior volume de venda de agentes microbiológicos entre 2014 e 2017 foi São Paulo (146.373,15 toneladas de ingredientes ativos em 2014, 42.417,89 toneladas em 2016 e 23.222,90 toneladas em 2017). Também foi o Estado com maior densidade de vendas no mesmo período (maior do que 0,10 kg/km^2 de ingredientes ativos vendidos (Figura 52.24). Outras Unidades da Federação que se destacaram em termos de concentração de vendas por quilômetro quadrado (acima de 0,05 kg/km^2) foram o Distrito Federal entre 2014 e 2017; Espírito Santo em 2016 e 2017; Alagoas em 2016 e Pernambuco em 2017 (Tabela 52.6, Figura 52.24).

As vendas de *Bacillus thuringiensis* (Bt) representaram 89,21% das dos agentes microbiológicos vendidos em 2014, 40,51% dos vendidos em 2016 e 34,89% dos vendidos em 2017 (respectivamente, 382.528,68; 71.368,50 e 65.772,25 toneladas) (Tabela 52.7) São Paulo foi o Estado com maior quantidade de vendas de *B. thuringiensis* entre 2014 e 2017 (143.472,93 toneladas em 2014, 32.676.27 toneladas em 2016 e 12.534,24 toneladas em 2017). São Paulo também foi o Estado com maior densidade de vendas de Bt no período (acima de 0,05 kg/km^2 de ingredientes ativos vendidos) (Figura 52.25). Outras Unidades da

[34] Não foram disponibilizados dados relativos a 2015 nem outros anos.

Federação que se destacaram em termos de densidade de vendas de Bt (acima de 0,05 kg/km^2) foram o Distrito Federal de 2014 a 2017 e o Espírito Santo em 2017.

As vendas de *Metarhizium anisopliae* representaram 1,29% em 2014, 11,25% em 2016 e 14,31% em 2017 (respectivamente, 5.515,28; 19.817,71 e 26.981,90 toneladas) (Tabela 52.7). Em termos absolutos, o Estado com maior comercialização em 2014 foi o Mato Grosso do Sul, com 586.80 toneladas vendidas. Em 2016 o maior volume de vendas foi observado em São Paulo (3.094,19 toneladas), e em 2017, no Estado do Mato Grosso (2.567,69 toneladas) (Tabela 52.7). Em termos relativos, as maiores densidades de vendas foram registradas em Alagoas e Paraíba em 2016 (Figura 52.26). Em 2014 foram observadas vendas principalmente na Região Sudeste e no Mato Grosso do Sul; já em 2016 e 2017 foram registradas vendas também no Paraná e em diversos Estados das Regiões Centro-Oeste e Norte. Na maioria destes Estados o volume vendido variou entre 0,001 e 0,01 kg/km^2 (Figura 52.26).

Tabela 52.6. Relação de ingredientes ativos microbiológicos comercializados no Brasil em 2014, 2016 e 2017.

Nome do ingrediente ativo microbiológico	Principal(ais) Praga(s) ou Doença(s) controlada(s)
Aspergillus flavus nrrl	*Aspergillus flavus produtores de aflavotoxinas*
Bacillus pumilus	*Alternaria solani*
Bacillus subtilis	*Sclerotinia sclerotiorum*
Bacillus thuringiensis	*Spodoptera frugiperda*
Bacillus amyloliquefaciens	*Pratylenchus brachyurus*
Baculovirus anticarsia	*Anticarsia gemmatalis*
Beauveria bassiana	*Bemisia tabaci raça B*
Helicoverpa zea single capsid nucleopolyhedrovirus	*Helicoverpa sp.*
Metarhizium anisopliae	*Mahanarva fimbriolata*
Paecilomyces lilacinus	*Meloidogyne incognita*
Spodoptera frugiperda multiple nucleo polyhidro virus(sfmnpv)	*Spodoptera frugiperda*
Trichoderma asperellum	*Rhizoctonia solani*
Trichoderma harzianum	*Slcerotinia sclerotiorum*
Vírus vpn-hearnpv	*Helicoverpa armigera, Helicoverpa zea, Helicoverpa virescens, Helicoverpa punctigera*

Elaboração: Jéssica. L. A. Martins e Elena C. Landau. Fontes dos dados: Ibama (2018), Agrolink (2019), Brasil (2013), Karine (2019a, 2019b, 2019c), Menezes (2019a, 2019b), Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos (2019), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa, 2018f, 2018m, 2018n, 2018q, 2019w, 2019x)

Tabela 52.7. Variação das vendas de ingredientes ativos microbiológicos por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017.

Região	Unidade da Federação	Código da UF	**Ingredientes ativos microbiológicos** (toneladas vendidas de ingredientes ativos)								
			Bacillus thuringiensis			***Metarhizium anisopliae***			**Total** (conforme relação da Tabela 52.3)		
			2014	**2016**	**2017**	**2014**	**2016**	**2017**	**2014**	**2016**	**2017**
Norte	RO	11	27,22	60,00	80,00	2,80	1.332,38	207,25	32,12	1.396,73	319,53
	AC	12					627,47	100,00		631,72	105,60
	AM	13	355,00	100,00	157,00	2,40		51,6	362,12	104,82	218,15
	RR	14		4,20			0,15			4,54	0,15
	PA	15	80,00	1.035,00	33,34	5,00	0,10	2,20	94,64	1.060,04	111,81
	AP	16									
	TO	17	381	309,11	124,04	1,32	2,75	190,40	780,65	540,59	1.944,28
Nordeste	MA	21	329,60	203,52	112,43	0,02	0,90		335,52	583,9	464,80
	PI	22	197,30	705,00	200,00	0,01	0,65	1,60	298,29	932,22	1.068,63
	CE	23	425,50	775,12	1.132,38		1,20	1,03	445,89	774,85	1.304,91
	RN	24	275,44	96,21	21,99		1,25		299,17	98,18	277,80
	PB	25	9,56	279,61	860,21		1.226,13		14,19	1.513,39	865,46
	PE	26	3.204,76	4.058,97	4.825,97		211,95	2,13	3.301,39	4.639,15	5.219,70
	AL	27			1,54		5.841,63		21,18	5.852,65	-3,69
	SE	28	1.00		1,44			0,07	22,84	2,02	15,50
	BA	29	2.022,24	2.165,36	3.049,31	27,65	53,14	73,98	4.193,09	7.427,75	8.355,08
Sudeste	MG	31	6.262,99	2.826,41	2.108,56	540,05	3.094,19	768,74	10.247,08	9.864,76	15.615,54
	ES	32	1.727,84	2.132,07	2.347,14	38,10	0,65	12,84	2.195,22	2.518,42	3.040,95
	RJ	33	31,58	84,04	79,08	2,25	1,05	2,30	79,77	133,03	143,88
	SP	35	143.472,93	32.676,27	12.534,24	256,20	1.711,53	1.792,75	146.373,15	42.417,89	23.222,90
Sul	PR	41	629,24	1.638,99	2.231,04	30,19	339,20	596,90	1.578,91	4.292,56	5.369,23
	SC	42	589,61	921,52	442,83	7,50	2,44	4,92	1.153,30	1.824,47	2.380,09
	RS	43	2.807,86	968,20	672,67	15,44	83,25	59,88	3.695,89	2.480,51	2.634,62
Centro-Oeste	MS	50	40,61	260,27	134,74	586,80	370,42	1.228,66	1.881,68	1.281,77	5.341,25
	MT	51	1.380,70	1.428,39	330,08	34,66	708,77	2.567,69	6.135,46	14.557,93	21.031,52
	GO	52	4.207,37	5.766,66	2.827,77	22,44	250,26	1.728,67	7.312,81	11.066,85	14.795,48
	DF	53	12.612,39	1.138,55	486,37	4,80	0,65	1,20	12.626,86	1.174,43	539,00
Sem identificação de UF			201.456,94	11.735,04	30.978,10	3.937,65	3.955,61	17.587,10	225.331,39	58.984,54	74.117,16
Somatório			**382.528,68**	**71.368,50**	**65.772,25**	**5.515,28**	**19.817,71**	**26.981,90**	**428.812,61**	**176.159,70**	**188.499,34**

Fonte: Adaptado de Ibama (2018).

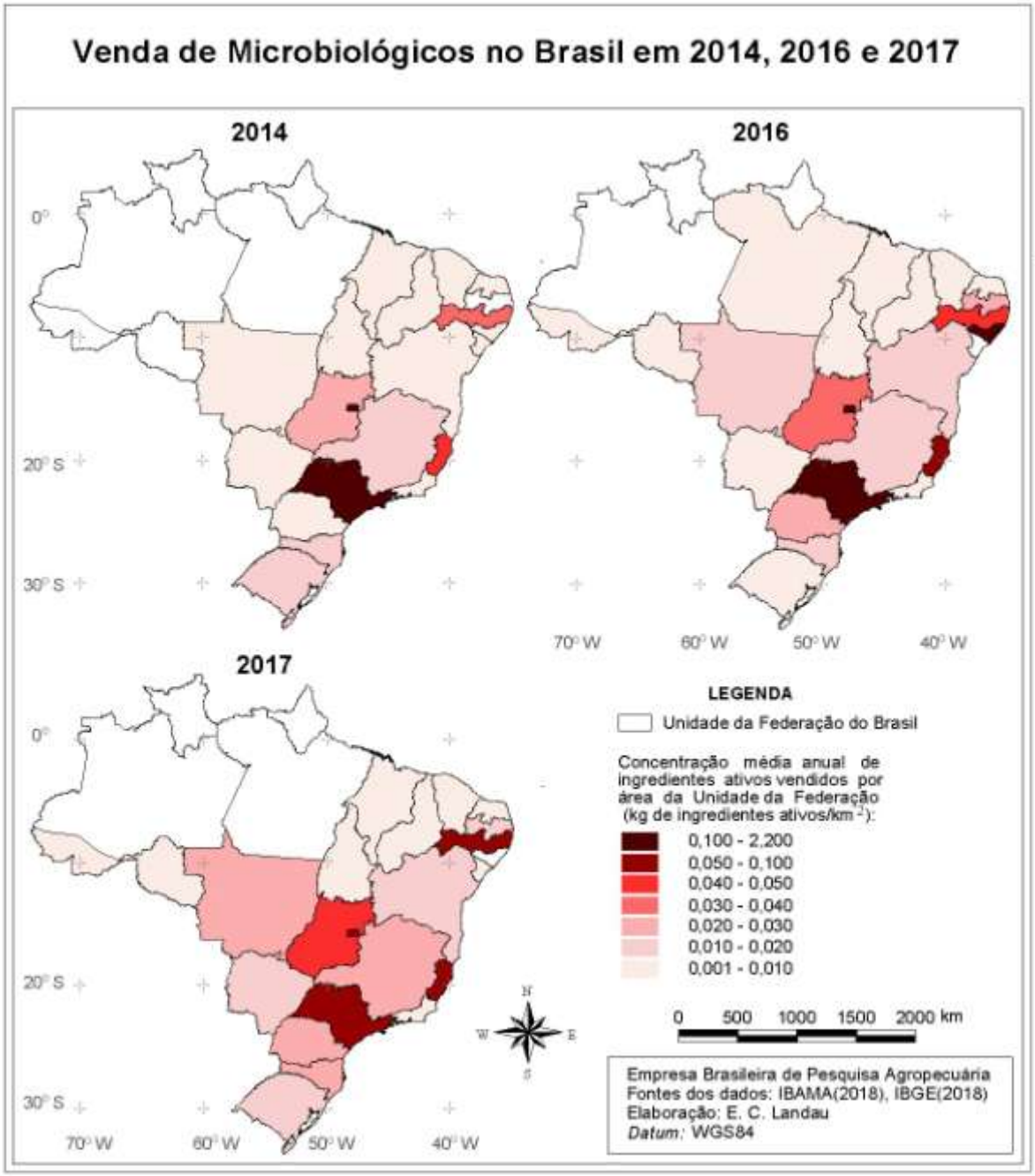


Figura 52.24. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de ingredientes ativos microbiológicos por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017[35].

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

[35] Únicos anos com dados disponibilizados pelo Ibama (2018). Dados sobre vendas sem definição de Unidade da Federação foram desconsiderados na representação cartográfica

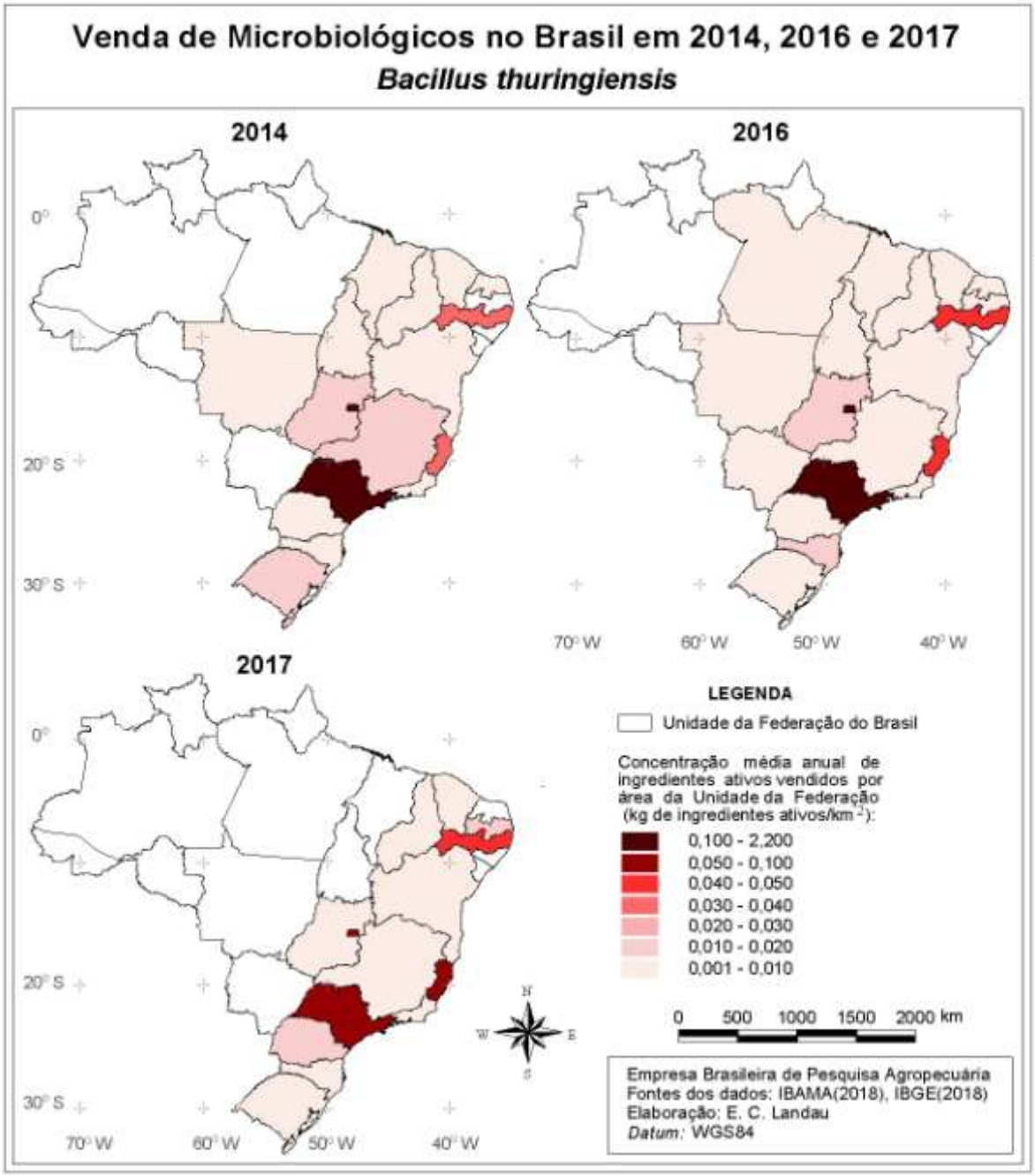


Figura 52.25. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas do ingrediente ativo microbiológico *Bacillus thuringiensis* por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017[36].

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

[36] Únicos anos com dados disponibilizados pelo Ibama (2018). Dados sobre vendas sem definição de Unidade da Federação foram desconsiderados na representação cartográfica.

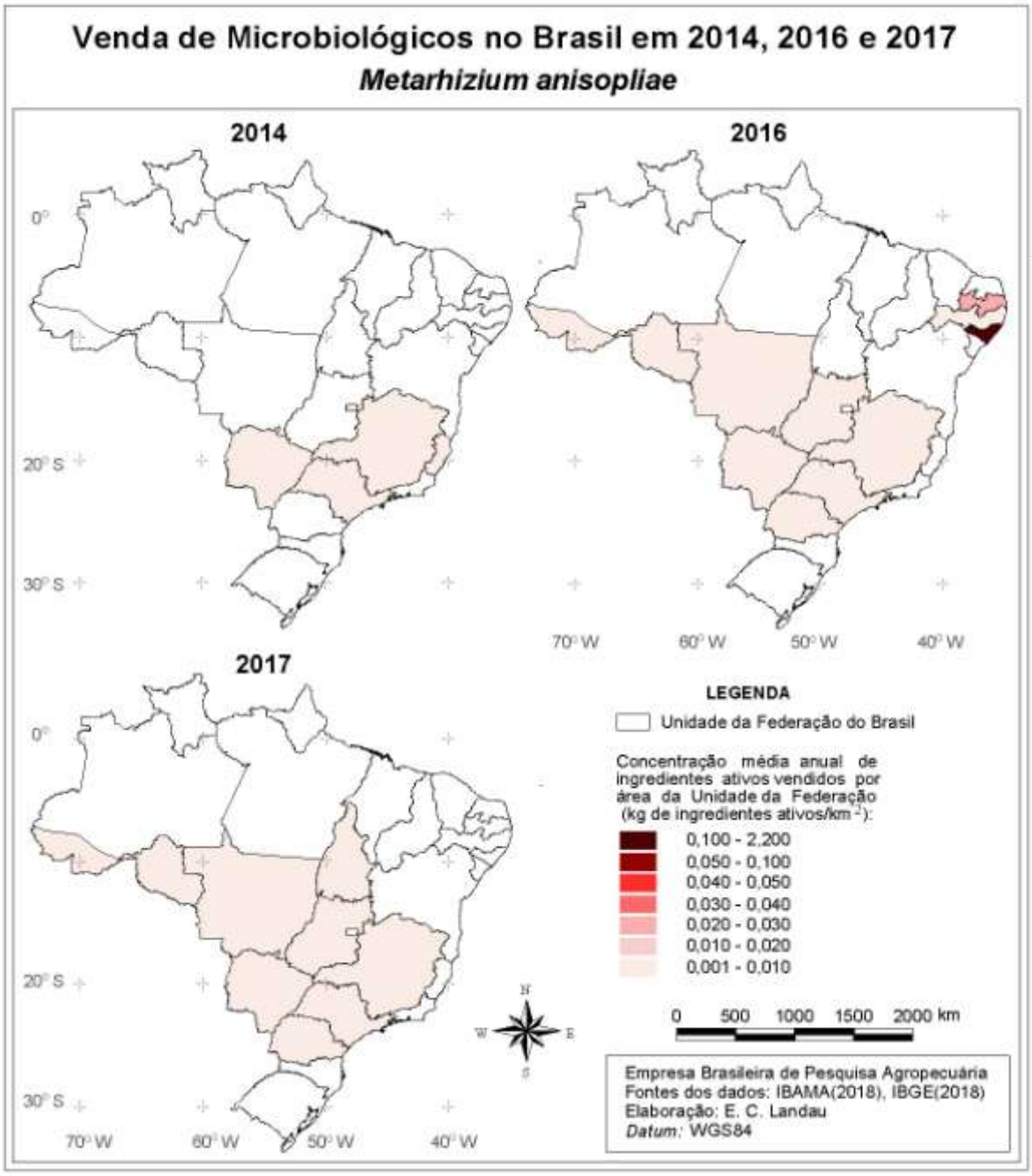


Figura 52.26. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas do ingrediente ativo microbiológico *Metarhizium anisopliae* por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017[37].

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

[37]Únicos anos com dados disponibilizados pelo Ibama (2018). Dados sobre vendas sem definição de Unidade da Federação foram desconsiderados na representação cartográfica.

Ingredientes ativos semioquímicos

Ingredientes semioquímicos são aqueles constituídos por substâncias químicas que evocam respostas comportamentais ou fisiológicas nos organismos receptores e que são empregados com a finalidade de detecção, monitoramento e controle de uma população ou de atividade biológica de organismos vivos, podendo ser classificados, a depender da ação que provocam, como intraespecíficos (feromônios) ou interespecíficos (aleloquímicos), conforme a Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 23 de janeiro de 2006 (Ibama, 2018). Relação de ingredientes ativos semioquímicos comercializados no Brasil (produzidos ou não no país) e as principais pragas ou doenças controladas por eles são listados na Tabela 52.8. Na Tabela 52.9 é apresentada a variação das vendas por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017 (únicos anos com dados disponibilizados pelo Ibama até 20/fev/2019).

As vendas registradas de semioquímicos no país variaram consideravelmente entre 2014 e 2017. Em 2014 somaram 10.176,85 kg de ingredientes ativos vendidos; em 2016 829,65 kg; e, em 2017, 8.484,75 kg (Tabela 52.9). Os Estados com maiores volumes absolutos de vendas de semioquímicos em 2014 foram o Amapá e Roraima (5.964 e 2.982 kg, respectivamente); em 2016 foram o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (499,59 e 251,37 kg, respectivamente), e em 2017, Amapá, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (7.582,23; 294,49 e 266,93 kg, respectivamente). Em termos relativos, os Estados com maiores densidades de vendas de semioquímicos entre 2014 e 2017 foram Amapá (31,61 g/km^2), Roraima (4,43 g/km^2), Santa Catarina (2,78 g/km^2), Rio Grande do Sul (1,39 g/km^2), Pernambuco (0,34 g/km^2), São Paulo (0,21 g/km^2) e Minas Gerais (0,14 g/km^2). (Figura 52.27). Os Estados em que foi observado maior aumento relativo de venda de semioquímicos entre 2014 e 2017 foram São Paulo, Goiás, Amapá e Minas Gerais; e aqueles em que foi observada maior queda de vendas no mesmo período foram: Rio Grande do Sul, Paraíba, Rio de Janeiro, Ceará e Amazonas.

Tabela 52.8. Relação de ingredientes ativos semioquímicos comercializados no Brasil em 2014, 2016 e/ou 2017 e principais pragas ou doenças controladas por eles.

Nome do ingrediente ativo ou feromônio	Principal(ais) Praga(s)/Doença(s) controlada(s)
(Z)-11-Hexadecenal	*Spodoptera frugiperda*
(Z)-8-Dodecenol	*Grapholita molesta*
(Z)-9-Hexadecenal	*Heliothis virences*
(Z)-13-Octadecenal	*Cryptoblabes gnidiella*
1,4-Dimetoxibenzeno	*Diabrotica speciosa*
4,8 Dimetildecanal	*Tribolium castaneum*
5,9 Dimetilpentadecano	*Leucoptera coffeella*
Acetato de (e,z,z)-3,8,11-tetradecatrienila	*Tuta absoluta*
Acetato de (e,z,z)-4,7,10-tridecatrienila*	*Phthorimaea operculella*
Acetato de (e,z)-3,5-dodecadienila*	*Bonagota cranaodes*
Acetato de (e,z) 7,9-dodecadienila*	*Lobesia botrana*
Acetato de (e,z)-3,8-tetradecadienila*	*Tuta absoluta*
Acetato de (e,z)-4,7-tridecadienila*	*Phthorimaea operculella*
Acetato de (e)-8-dodecenila*	*Grapholita molest*
Acetato de (z,e)-9,12-tetradecadienil*	*Ephestia elutella*
Acetato de (z)-11-hexadecenila*	*Spodoptera frugiperda*
Acetato de (z)-5-dodecenila*	*Bonagota cranaodes*
Acetato de (z)-7-dodecenila*	*Spodoptera frugiperda*
Acetato de (z)-8-dodecenila*	*Grapholita molesta*
Acetato de (z)-9-hexadecenila*	*Bonagota cranaodes*
Acetato de (z)-9-tetradecenila	*Spodoptera frugiperda*
Codlelure	*Cydia pomonella*
Dodeca- 7,9-dienyl acetate; (e,e) doedeca-7,9-dienyl acetate	*Lobesia botrana* *Eupoecilia ambiguella*
Etanol	*Hypothenemus hampe*
Eugenol-metílico	*Bactrocera carambolae*
Gossiplure	*Pectinophora gossypiella*
Grandlure	*Anthonomus grandis*
Metanol	*Hypothenemus hampei*
N-2's-metilbutil-2-metilbutilamida	*Migdolus fryanus*
Rincoforol	*Rhynchophorus palmarum*
Serricornim	*Lasioderma serricorne,*
Sordidim	*Cosmopolites sordidus*
Trimedlure	*Ceratitis capitata*

* semioquímicos importados em 2014, 2016 e/ou 2017.

Elaboração: Jéssica L. A. Martins e Elena C. Landau. Fontes dos dados: Ibama (2018), Anvisa (2018a, 2018b, 2018c, 2018d, 2018e, 2018g, 2018j, 2018k, 2018l, 2018p, 2019a, 2019b, 2019c, 2019d, 2019e, 2019f, 2019g, 2019h, 2019i, 2019j, 2019k, 2019l, 2019m, 2019n, 2019o, 2019p, 2019q, 2019r, 2019s, 2019t, 2019u, 2019v, 2019y).

Tabela 52.9. Variação das vendas de ingredientes ativos semioquímicos por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017[38].

Região	Unidade da Federação	Código da Unidade da Federação	Venda de semioquímicos no Brasil (kg de ingredientes ativos)		
			2014	2016	2017
Norte	RO	11			
	AC	12			
	AM	13	0,1049	0,1049	0,0007
	RR	14	0,0001	2.982,0000	
	PA	15	13,7456	400,2285	7,0296
	AP	16		5.964,0000	7.582,2320
	TO	17	0,1581	0,0525	
Nordeste	MA	21	0,0005	0,0021	0,0590
	PI	22	0,0002		
	CE	23	2,4513	0,0846	0,0138
	RN	24	0,7262	0,7817	1,6764
	PB	25	2,0984	1,3640	0,3148
	PE	26	25,2416	30,0527	44,8792
	AL	27	0,0073		
	SE	28	0,0028		
	BA	29	5,8071	25,3663	30,1634
Sudeste	MG	31	5,3032	105,9090	133,8692
	ES	32	3,0151	1,5191	3,9959
	RJ	33	0,1050	0,0480	
	SP	35	16,1657	28,4011	111,1299
Sul	PR	41	3,4267	3,2612	7,1675
	SC	42	251,3653	279,4670	294,4853
	RS	43	499,5949	354,1272	266,9252
Centro-Oeste	MS	50	0,0055		0,0015
	MT	51	0,0208	0,0521	0,0590
	GO	52	0,2974	0,0277	0,7492
	DF	53	0,0017	0,0015	0,0029
Somatório			829,6453	10.176,8510	8.484,7545

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte: Ibama (2018).

[38] únicos anos com dados disponibilizados pelo Ibama (2018)

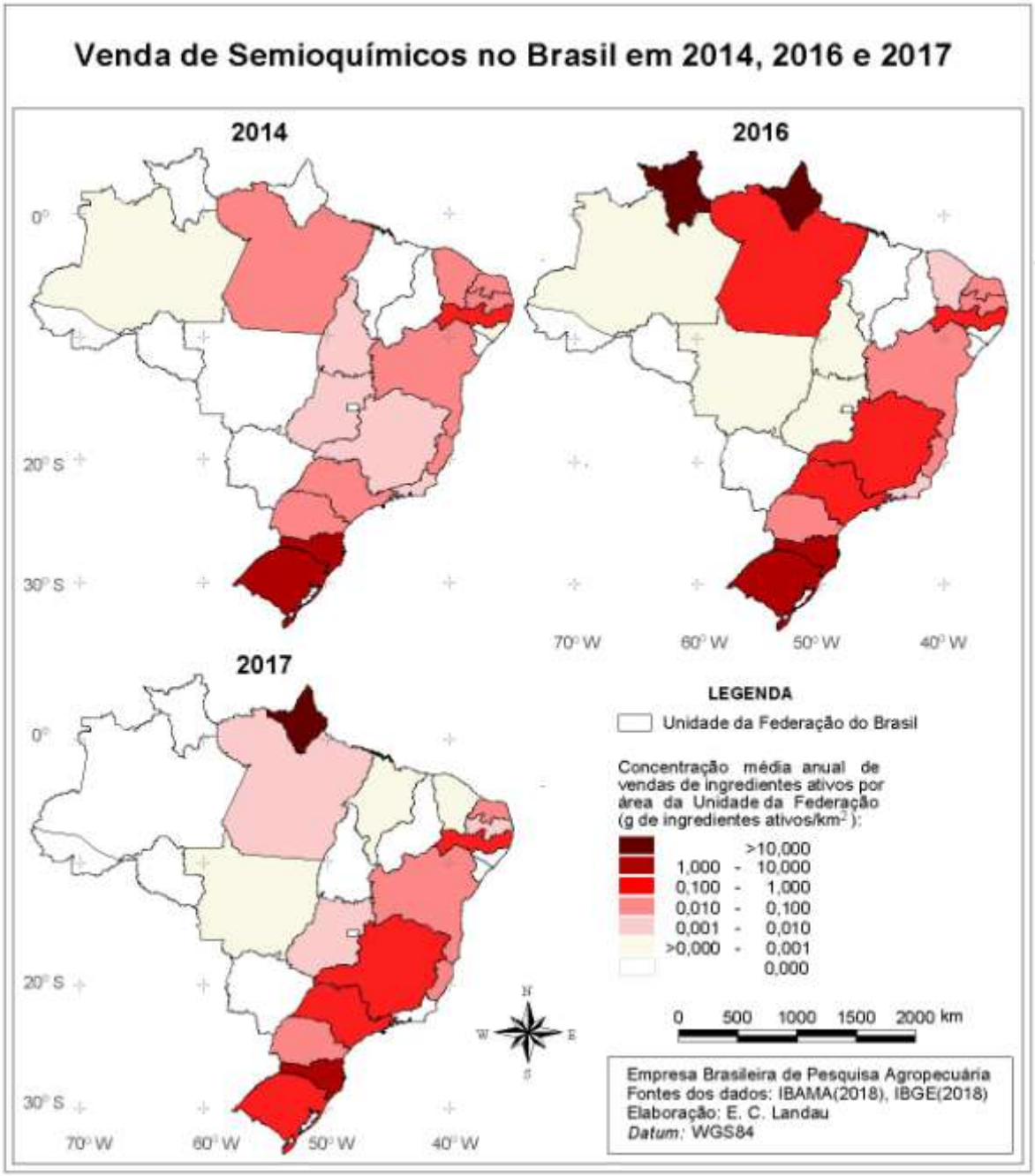


Figura 52.27. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de ingredientes ativos semioquímicos por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017[39].

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

[39] Não foram disponibilizados dados sobre outros anos. Dados sobre vendas sem definição de Unidade da Federação foram desconsiderados na representação cartográfica

Agentes biológicos de controle

Agentes biológicos de controle representam organismos vivos, de ocorrência natural ou obtidos por manipulação genética, introduzidos no ambiente para o controle de uma população ou de atividades biológicas de outro organismo considerado nocivo (Ibama, 2018). As espécies registradas comercializadas nos últimos anos e as principais pragas ou doenças controladas por elas são listadas na Tabela 52.10. O Ibama divulgou dados nacionais e estaduais referentes apenas a 2014 sobre as quantidades comercializadas de todas as espécies conjuntamente e, também, especificamente sobre *Cotesia flavipes*.

As vendas registradas de agentes biológicos de controle representaram 32.434,74 kg em 2014. O Estado líder de vendas foi São Paulo (11,4% das vendas do país, equivalentes a 3.696 kg vendidos no Estado) (Tabela 52.8). Em termos relativos, os Estados com maior densidade de vendas de agentes de controle biológico em 2014 foram São Paulo e Paraná (entre 0,1 e 2,2 g/km^2), seguidos pelo Mato Grosso do Sul, Maranhão e Ceará (entre 0,05 e 0,1 g/km^2) (Figura 52.28).

Para as vendas de agentes de controle biológico, a contabilização dos insetos foi feita com base nos indivíduos adultos ou pupas. Estima-se que 10.133.372.030 indivíduos de *Cotesia flaviceps* foram vendidos no Brasil em 2014; 40,61% destes foram vendidos em São Paulo (4.115.470.481 indivíduos), 27,96% no Mato Grosso do Sul (2.833.515.780 indivíduos) e 20,61% em Minas Gerais (2.088.252.900 indivíduos) (Tabela 52.8). Os Estados com maior densidade de vendas de *C. flaviceps* foram São Paulo e Mato Grosso do Sul (respectivamente, 16.580 e 7.934 indivíduos por quilômetro quadrado), seguidos por Minas Gerais (3.560 indivíduos por quilômetro quadrado) (Figura 52.28).

Tabela 52.10. Espécies registradas comercializadas nos últimos anos e principais pragas ou doenças controladas por elas.

Nome do ingrediente ativo	Principal(ais) Praga(s)/Doença(s) controlada(s)
Cotesia flavipes	*Diatrea saccharalis*
Neoseiulus californicus	*Tetranychus urticae*
Phytoseiulus macropilis	*Tetranychus urticae*
Trichograma galloi	*Diatrea saccharalis*

Elaboração: Jéssica L. A. Martins e Elena C. Landau. Fontes dos dados: Ibama (2018), Brasil (c2003), Anvisa (2018h, 2018i, 2018o, 2019z).

Tabela 52.11. Variação das vendas de ingredientes agentes biológicos de controle por Unidade da Federação do Brasil em 2014.

Região	Unidade da Federação	Código da Unidade da Federação	Venda de indivíduos de *Cotesia flaviceps* (número de indivíduos: insetos e pupas)	Venda de agentes biológicos de controle (kg de produto)
Norte	RO	11		
	AC	12		
	AM	13		0,00004
	RR	14		
	PA	15	1.200.000	21,94904
	AP	16		
	TO	17	61.109.250	0,00060
Nordeste	MA	21		17,05000
	PI	22		
	CE	23		10,45666
	RN	24	84.184.500	
	PB	25	28.212.000	
	PE	26	10.800.000	0,00404
	AL	27	72.232.509	
	SE	28		
	BA	29		15,23268
Sudeste	MG	31	2.088.252.900	19,86020
	ES	32		0,02260
	RJ	33	48.000	0,48124
	SP	35	4.115.470.481	3.696,29492
Sul	PR	41	181.111.860	24,36660
	SC	42		0,01160
	RS	43		1,67696
Centro-Oeste	MS	50	2.833.515.780	31,14000
	MT	51	147.474.000	0,01024
	GO	52	509.760.750	1,24000
	DF	53		0,94800
Sem identificação de UF				28.594,00000
Somatório			**10.133.372.030**	**32.434,74542**

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte: Ibama (2018).

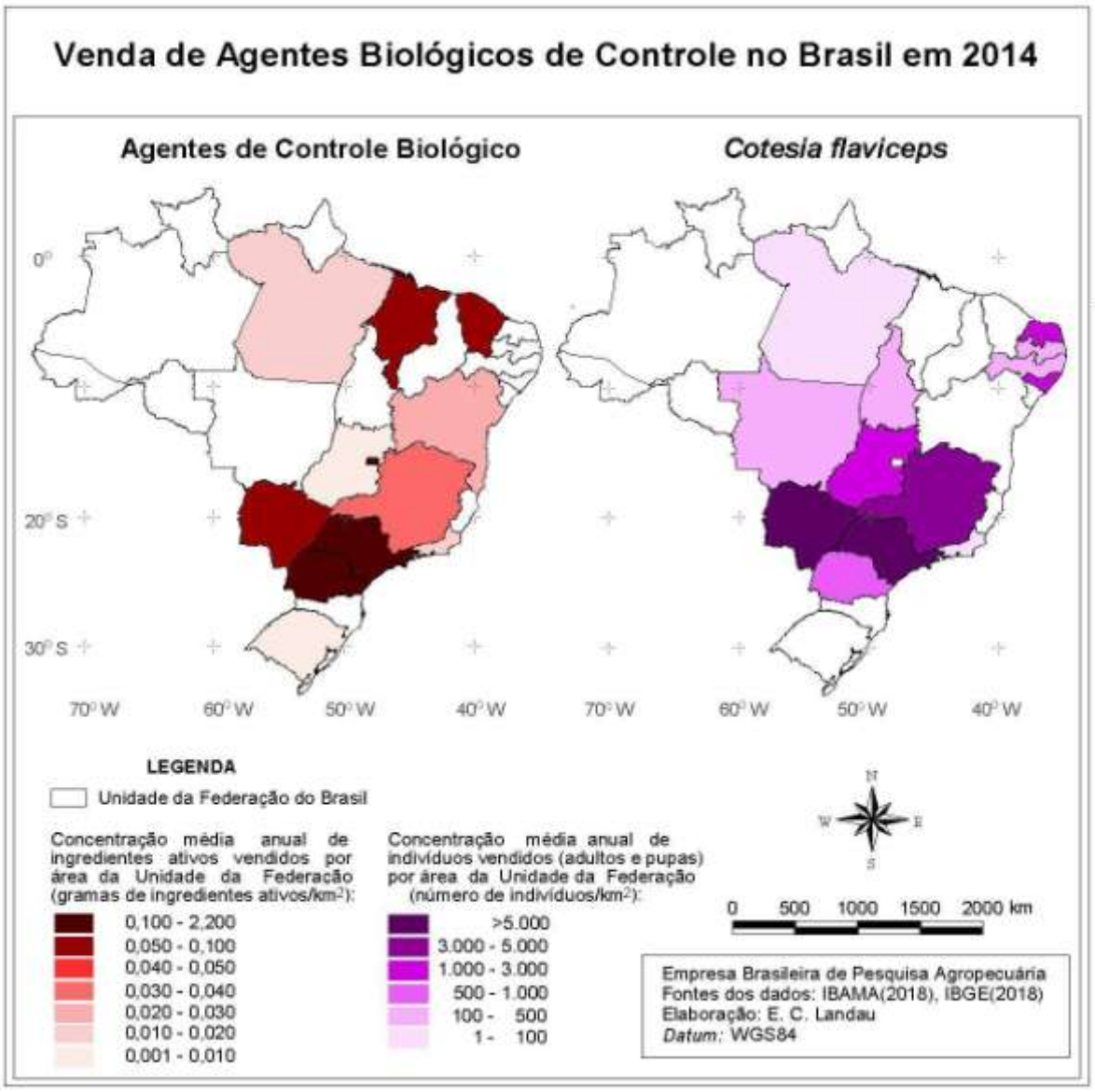


Figura 52.28. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agentes biológicos de controle por Unidade da Federação do Brasil em 2014[40].

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Ibama (2018), IBGE (2018).

[40]Não foram disponibilizados dados referentes a outros anos nem espécies. Dados sobre vendas sem definição de Unidade da Federação foram desconsiderados na representação cartográfica.

Principais culturas agrícolas de destinação de agrotóxicos no Brasil

A partir de dados divulgados pelo Sindiveg, referentes ao período entre os anos 2000 e 2009[41] (Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos, 2019), observa-se que aproximadamente 40% dos ingredientes ativos comercializados no país foram destinados a lavouras de soja[42] (40,67±5,42%[43]); em torno de 13% destinados à lavouras de milho (13,28±1,17%) e acima de 8% aos plantios de cana-de-açúcar (8,57±0,92%), indicando que mais de 60% dos ingredientes ativos de agrotóxicos comercializados no período (~62,52%) foram destinados a apenas três culturas agrícolas (Figura 52.29). Soja, milho e cana-de-açúcar também estão entre as culturas de maior destinação de herbicidas e inseticidas no período, principalmente em consequência da alta quantidade e crescente volume de ingredientes ativos de herbicidas adquiridos para destinação a áreas plantadas com essas três culturas, se comparado aos agrotóxicos adquiridos para outros usos (Figuras 52.29 a 52.31). Outras culturas para as quais foram destinados mais do que 5% dos herbicidas e/ou inseticidas comercializados em algum ano entre 2000 e 2009 são citros, algodão e café (Figura 52.29).

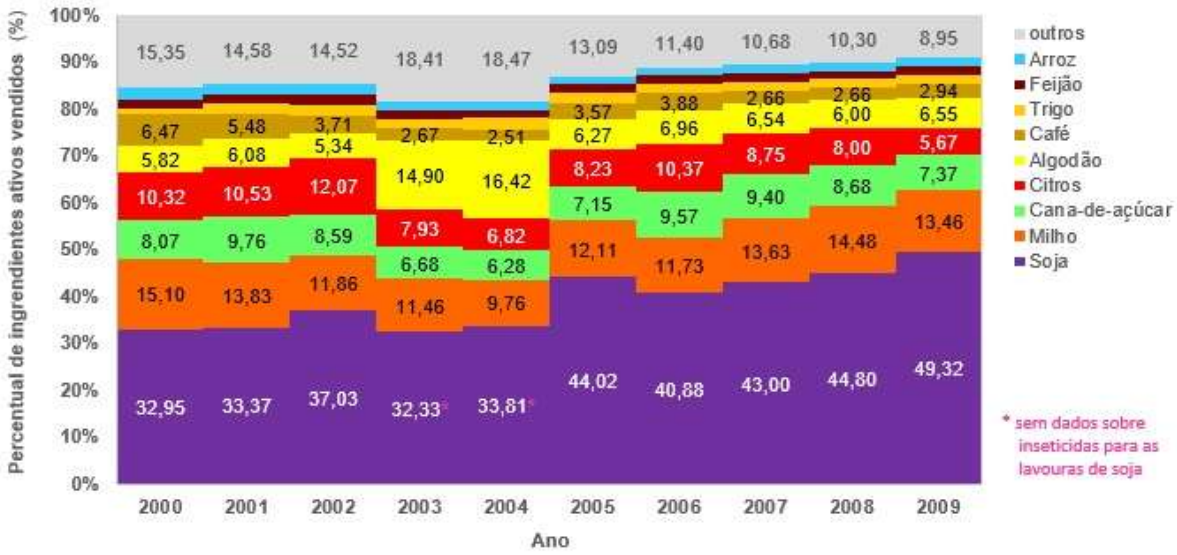


Figura 52.29. Variação relativa dos percentuais de agrotóxicos e afins vendidos no Brasil entre 2000 e 2009 por cultura agrícola de destinação destes.

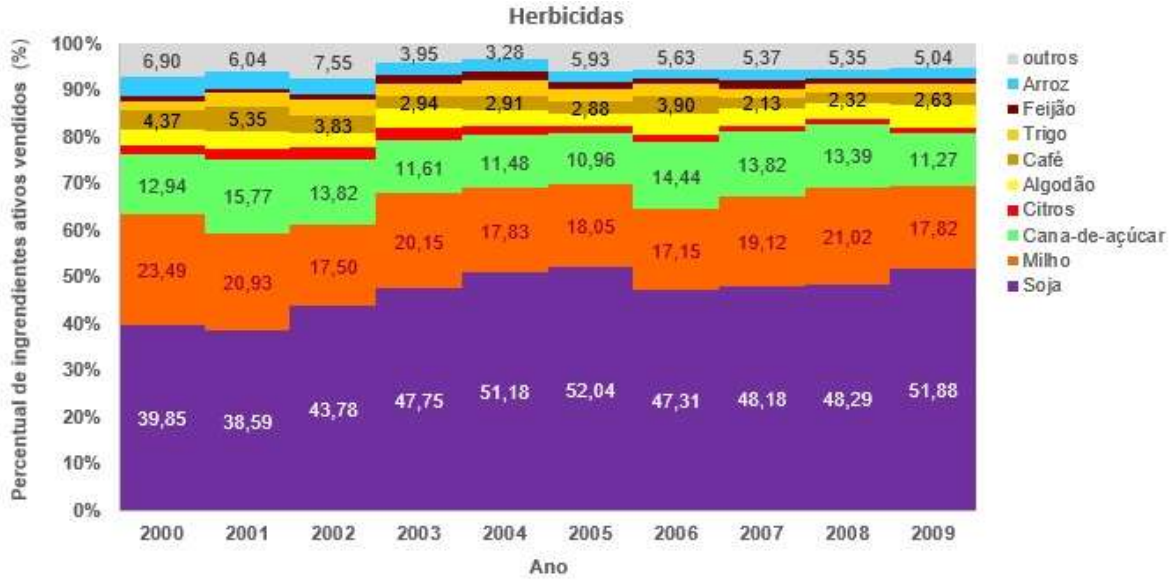
Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos (2019)

[41] Só foram divulgados dados sobre cultura de destinação dos agrotóxicos para esse período.

[42] Não foram incluídos os ingredientes ativos destinados ao armazenamento de grãos e tratamento de sementes.

[43] Média ± desvio padrão considerando os períodos 2000-2002 e 2005-2009 (dados de 2003 e 2004 não foram considerados porque estão incompletos, faltando dados sobre inseticidas destinados a lavouras de soja nesses dois anos).

a)



b)

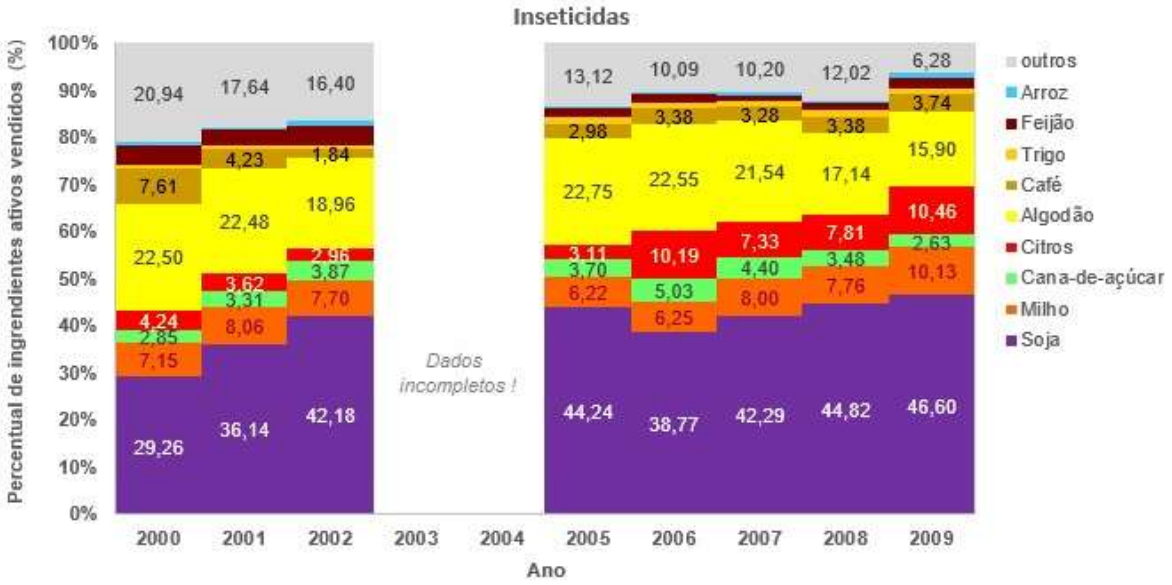
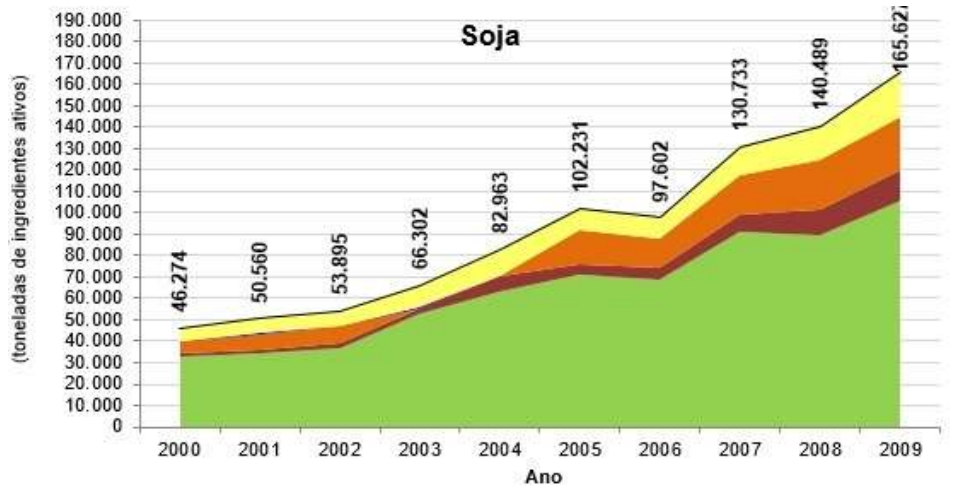


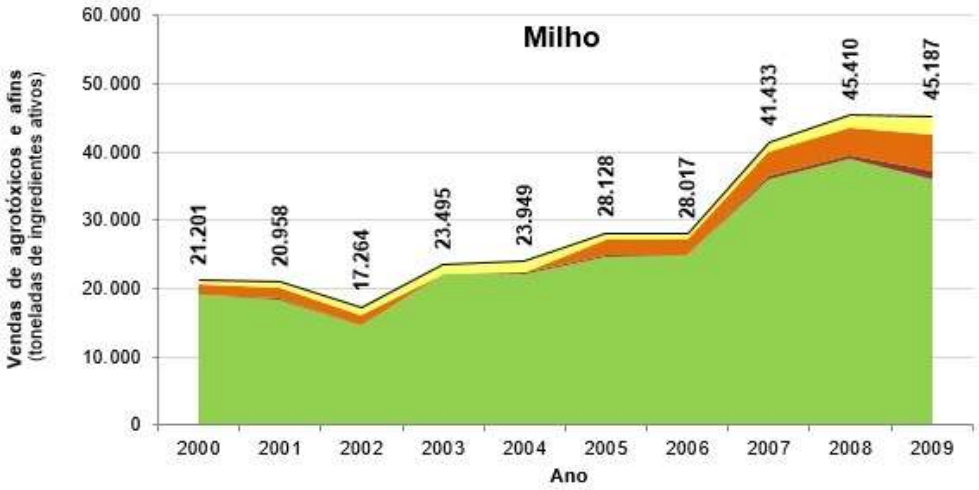
Figura 52.30. Variação relativa dos percentuais de herbicidas e inseticidas vendidos no Brasil entre 2000 e 2009 por cultura agrícola de destinação destes: a) herbicidas e b) inseticidas.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos (2019).

a)



b)



c)

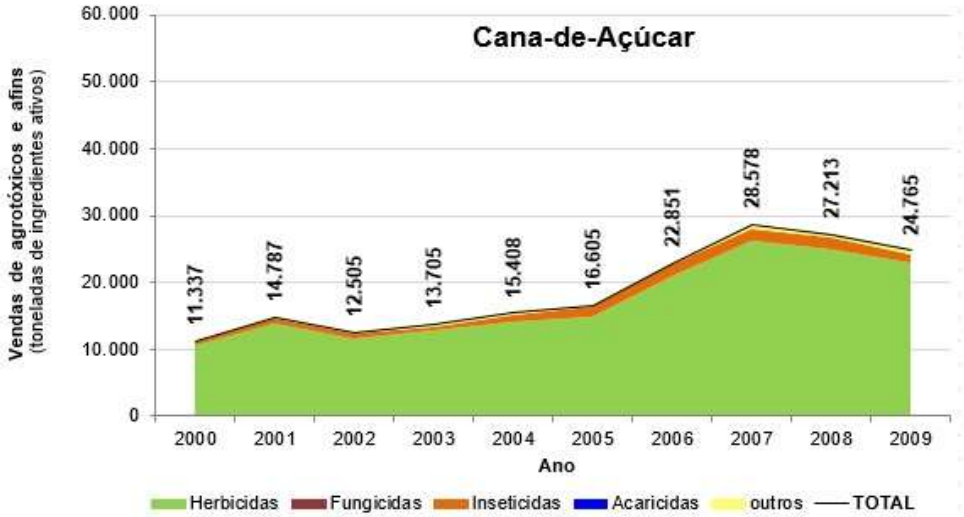


Figura 52.31. Variação temporal da venda de ingredientes ativos de agrotóxicos destinados a lavouras de soja, milho e cana-de-açúcar no Brasil entre 2000 e 2009: a) soja[44], b) milho e c) cana-de-açúcar.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos (2019).

[44] Dados de 2003 e 2004 sobre inseticidas das lavouras de soja provavelmente incompletos.

Uso de agrotóxicos nos estabelecimentos rurais do Brasil

De acordo com as informações declaradas durante o Censo Agropecuário de 2017, a Região Sul é a que concentra maior percentual de estabelecimentos em que são utilizados agrotóxicos (Figura 52.32 a 52.34). Nas Regiões Norte e Nordeste, em aproximadamente 60% dos municípios foram utilizados agrotóxicos em **menos** do que 30% dos estabelecimentos rurais (62,36% e 59,29%, respectivamente). Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste, em aproximadamente 60% dos municípios foram utilizados agrotóxicos em **menos** do que 40% dos estabelecimentos rurais (61,23% e 66,52%, respectivamente). Já na Região Sul, em aproximadamente 60% dos municípios foram utilizados agrotóxicos em **mais** do que 50% dos estabelecimentos rurais (66.78%). Os maiores percentuais de estabelecimentos rurais em que foi declarado o uso habitual ou esporádico de agrotóxicos concentrou-se em municípios do noroeste e centro-leste do Rio Grande do Sul, oeste de Santa Catarina e do Paraná, na porção central do Espírito Santo e em São Paulo. Na maioria destes foi declarado o uso habitual em mais do que 60% dos estabelecimentos rurais; e habitual ou esporádico em mais do que 80% destes (Figuras 52.33 e 52.34). Como também observado por Bombardi (2017), grande parte dos municípios com os maiores percentuais de estabelecimentos rurais em foi declarado o uso de agrotóxicos apresentam propriedades de pequeno tamanho e exploração familiar (estabelecimentos familiares, agricultura familiar).

Entre os 5.449 municípios brasileiros com frequência mínima de 50 estabelecimentos rurais censados em 2017[45] foram identificados 226 municípios em que foi declarado o uso de agrotóxicos em mais do que 90% dos estabelecimentos rurais, a grande maioria na Região Sul. Foi um na Região Norte (Axixá do Tocantins-TO), foram dois na Nordeste (Afonso Cunha-MA e Palmas de Monte Alto-BA), 15 na Sudeste (Ariranha-SP, Cândido Mota-SP, Cândido Rodrigues-SP, Coqueiral-MG, Cruzália-SP, Dumont-SP, Governador Lindenberg-ES, Itamogi-MG, Marilândia-ES, Pedrinhas Paulista-SP, Rio Bananal-ES, Santana da Vargem-MG, Sooretama-ES, Terra Roxa-SP e Viradouro-SP), 207 na Sul (Água Santa-RS, Agudo-RS, Ajuricaba-RS, Alegria-RS, Almirante Tamandaré do Sul-RS, Alpestre-RS, Anchieta-SC, Anta Gorda-RS, Arroio do Tigre-RS, Arvorezinha-RS, Augusto Pestana-RS, Áurea-RS, Aurora-SC, Barão de Cotegipe-RS, Barra do Rio Azul-RS, Barra Funda-RS, Barros Cassal-RS, Belmonte-SC, Benjamin Constant do Sul-RS, Bento Gonçalves-RS, Boa Vista do Incra-RS, Bom Jesus do Oeste-SC, Bom Sucesso do Sul-PR, Boqueirão do Leão-

[45] Em 2017, foram identificados 5.449 municípios brasileiros com, no mínimo 50 estabelecimentos rurais; sendo 449 municípios situados na Região Norte, 1.771 na Nordeste, 1.589 na Sudeste, 1.1.77 na Sul e 463 na Centro-Oeste.

RS, Bozano-RS, Braço do Trombudo-SC, Braga-RS, Cacique Doble-RS, Camargo-RS, Campinas do Sul-RS, Cândido Godói-RS, Canudos do Vale-RS, Carazinho-RS, Carlos Gomes-RS, Casca-RS, Catuípe-RS, Centenário-RS, Cerro Branco-RS, Chapada-RS, Chapadão do Lageado-SC, Charrua-RS, Chiapetta-RS, Chuvisca-RS, Colorado-RS, Condor-RS, Coqueiros do Sul-RS, Coronel Bicaco-RS, Coronel Martins-SC, Cotiporã-RS, Cruzaltense-RS, David Canabarro-RS, Descanso-SC, Dona Francisca-RS, Doutor Maurício Cardoso-RS, Engenho Velho-RS, Entre Rios do Sul-RS, Ernestina-RS, Espumoso-RS, Estação-RS, Estrela Velha-RS, Fagundes Varela-RS, Faxinalzinho-RS, Flor do Sertão-SC, Flores da Cunha-RS, Floriano Peixoto-RS, Forquetinha-RS, Fortaleza dos Valos-RS, Gaurama-RS, Getúlio Vargas-RS, Gramado Xavier-RS, Guabiju-RS, Guaraciaba-SC, Guaramirim-SC, Guarani das Missões-RS, Guarujá do Sul-SC, Herveiras-RS, Humaitá-RS, Ibarama-RS, Ibiaçá-RS, Ibiraiaras-RS, Ibirubá-RS, Iguatu-PR, Imbuia-SC, Inhacorá-RS, Ipiranga do Sul-RS, Iporã do Oeste-SC, Ipuaçu-SC, Iraceminha-SC, Itapuca-RS, Ivaí-PR, Ivatuba-PR, Jacutinga-RS, Juranda-PR, Lagoa Bonita do Sul-RS, Lagoa dos Três Cantos-RS, Lagoão-RS, Leoberto Leal-SC, Marau-RS, Marcelino Ramos-RS, Marema-SC, Mariano Moro-RS, Mariópolis-PR, Massaranduba-SC, Mato Queimado-RS, Maximiliano de Almeida-RS, Montauri-RS, Monte Belo do Sul-RS, Muliterno-RS, Não-Me-Toque-RS, Nonoai-RS, Nova Alvorada-RS, Nova Bassano-RS, Nova Boa Vista-RS, Nova Candelária-RS, Nova Erechim-SC, Nova Esperança do Sul-RS, Nova Pádua-RS, Nova Palma-RS, Nova Ramada-RS, Nova Roma do Sul-RS, Novo Cabrais-RS, Novo Machado-RS, Novo Tiradentes-RS, Novo Xingu-RS, Ouro Verde-SC, Paim Filho-RS, Palma Sola-SC, Papanduva-SC, Paraíso do Sul-RS, Paraíso-SC, Passa Sete-RS, Paulo Bento-RS, Pinhal Grande-RS, Pinhal-RS, Pinto Bandeira-RS, Pontão-RS, Ponte Preta-RS, Porto Barreiro-PR, Presidente Castello Branco-SC, Princesa-SC, Quatro Irmãos-RS, Quinta do Sol-PR, Quinze de Novembro-RS, Rancho Alegre-PR, Rio Azul-PR, Rio dos Índios-RS, Riqueza-SC, Rodeio Bonito-RS, Romelândia-SC, Ronda Alta-RS, Rondinha-RS, Saldanha Marinho-RS, Sananduva-RS, Santa Cecília do Sul-RS, Santa Clara do Sul-RS, Santa Cruz do Sul-RS, Santa Helena-SC, Santa Terezinha do Progresso-SC, Santo Antônio do Palma-RS, Santo Antônio do Planalto-RS, Santo Expedito do Sul-RS, São Domingos-SC, São João da Urtiga-RS, São João do Oeste-SC, São José do Cedro-SC, São José do Inhacorá-RS, São José do Ouro-RS, São Martinho-RS, São Miguel da Boa Vista-SC, São Valentim-RS, São Valério do Sul-RS, Sarandi-RS, Saudade do Iguaçu-PR, Sede Nova-RS, Segredo-RS, Selbach-RS, Serafina Corrêa-RS, Sertão-RS, Sete de Setembro-RS, Severiano de Almeida-RS, Sinimbu-RS, Sulina-PR, Tapejara-RS, Taquaruçu do Sul-RS, Tigrinhos-SC, Tiradentes do Sul-RS, Três Arroios-RS, Três de Maio-RS, Trindade do Sul-RS, Tucunduva-RS, Tunápolis-SC, Tunas-RS, Tupanci do Sul-RS, Tupãssi-PR, Vale do Sol-RS, Vale Real-RS, Vanini-RS, Venâncio

Aires-RS, Vera Cruz-RS, Viadutos-RS, Vicente Dutra-RS, Victor Graeff-RS, Vila Lângaro-RS, Vila Maria-RS, Virmond-PR, Vista Gaúcha-RS e Xavantina-SC); e um Município na Centro-Oeste (Ipiranga do Norte-MT).

Considerando os municípios brasileiros em que foi declarado o uso habitual de agrotóxicos em mais do que 80% dos estabelecimentos rurais em 2017, foram identificados 531: 274 no Rio Grande do Sul;120 em Santa Catarina; 76 no Paraná; 24 em São Paulo; 13 em Minas Gerais; oito no Espírito Santo; três na Paraíba; dois na Bahia, Maranhão, Mato Grosso e Rondônia; e um no Ceará, Goiás, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Tocantins (Figura 52.33). Considerando conjuntamente os municípios com declaração de uso habitual ou esporádico de agrotóxicos em mais do que 80% dos estabelecimentos o número de municípios sobe para 602. Além dos já referidos, haveria adicionalmente 16 municípios de Santa Catarina, 15 do Rio Grande do Sul; nove do Paraná; oito de Minas Gerais, oito de São Paulo, cinco do Mato Grosso; dois dos Estados do Alagoas, Bahia e Ceará, e um dos Estados do Espírito Santo, Maranhão, Paraíba e Tocantins (Figura 52.34).

Os municípios em que foi declarado o uso habitual ou esporádico de agrotóxicos em mais do que 80% dos estabelecimentos rurais coincidem, em grande parte, com aqueles em que mais do que 10% de suas áreas têm sido plantadas com soja, milho, café, cana-de-açúcar, fumo, trigo, laranja e/ou algodão herbáceo, como pode ser observado comparando as Figuras 52.33 e 52.34 com as referentes às áreas relativas ou destinadas para a colheita das culturas apresentadas nos capítulos 9 a 41 (no volume 2 desta obra). Em onze municípios do Rio Grande do Sul, da Mesorregião Noroeste Rio-grandense (das Microrregiões de Erechim, Carazinho, Não-Me-Toque, Frederico Westphalen, Caxias do Sul e Sananduva) foi declarado o uso de agrotóxicos em mais do que 95% dos estabelecimento rurais: Almirante Tamandaré do Sul-RS (99,05%), Centenário-RS (98,61%), Carlos Gomes-RS (98,52%), Selbach – RS (97,55%), Barra Funda-RS (98,29%), Paulo Bento-RS (98,27%), Jacutinga-RS (98,17%), Vicente Dutra-RS (98,12%), Quatro Irmãos-RS (98,10%), Nova Pádua-RS (97,66%) e Ibiaçá-RS (96,84%),

Por outro lado, houve 28 municípios em que não foi declarado o uso de agrotóxicos em nenhum dos 50 ou mais estabelecimentos rurais. Foi o caso de três municípios da Região Norte (Porto Walter-AC, Serra do Navio-AP e Soure-PA); 13 da Nordeste (Apicum-Açu-MA, Bacurituba-MA, Caiçara do Rio do Vento-RN, Cajueiro da Praia-PI, Cedral-MA, Godofredo Viana-MA, Ilha de Itamaracá-PE, Ipueira-RN, Messias Targino-RN, Paulista-PE, Salinas da Margarida-BA, Saubara-BA e Serrano do Maranhão-MA); 10 da Sudeste (Cajamar-SP, Comendador Levy Gasparian-RJ, Diogo de Vasconcelos-MG, Iguaba Grande-

RJ, Mesquita-RJ, Padre Carvalho-MG, Paiva-MG, Pequeri-MG e Queimados-RJ), um da Sul (Bombinhas-SC) e um da Centro-Oeste (Cachoeira de Goiás-GO).

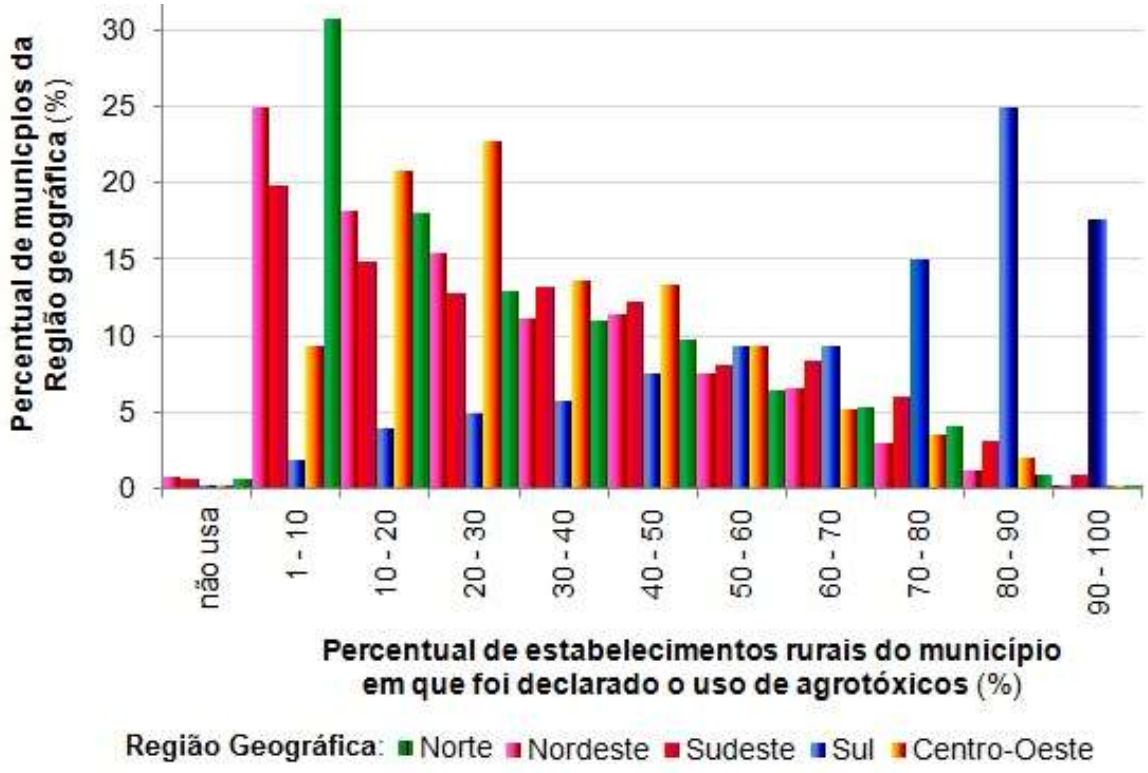


Figura 52.32. Percentual de municípios com 50 estabelecimentos rurais ou mais por frequência relativa de estabelecimentos de cada Região geográfica do Brasil em que foi declarado o uso habitual ou esporádico de agrotóxicos em 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2018).

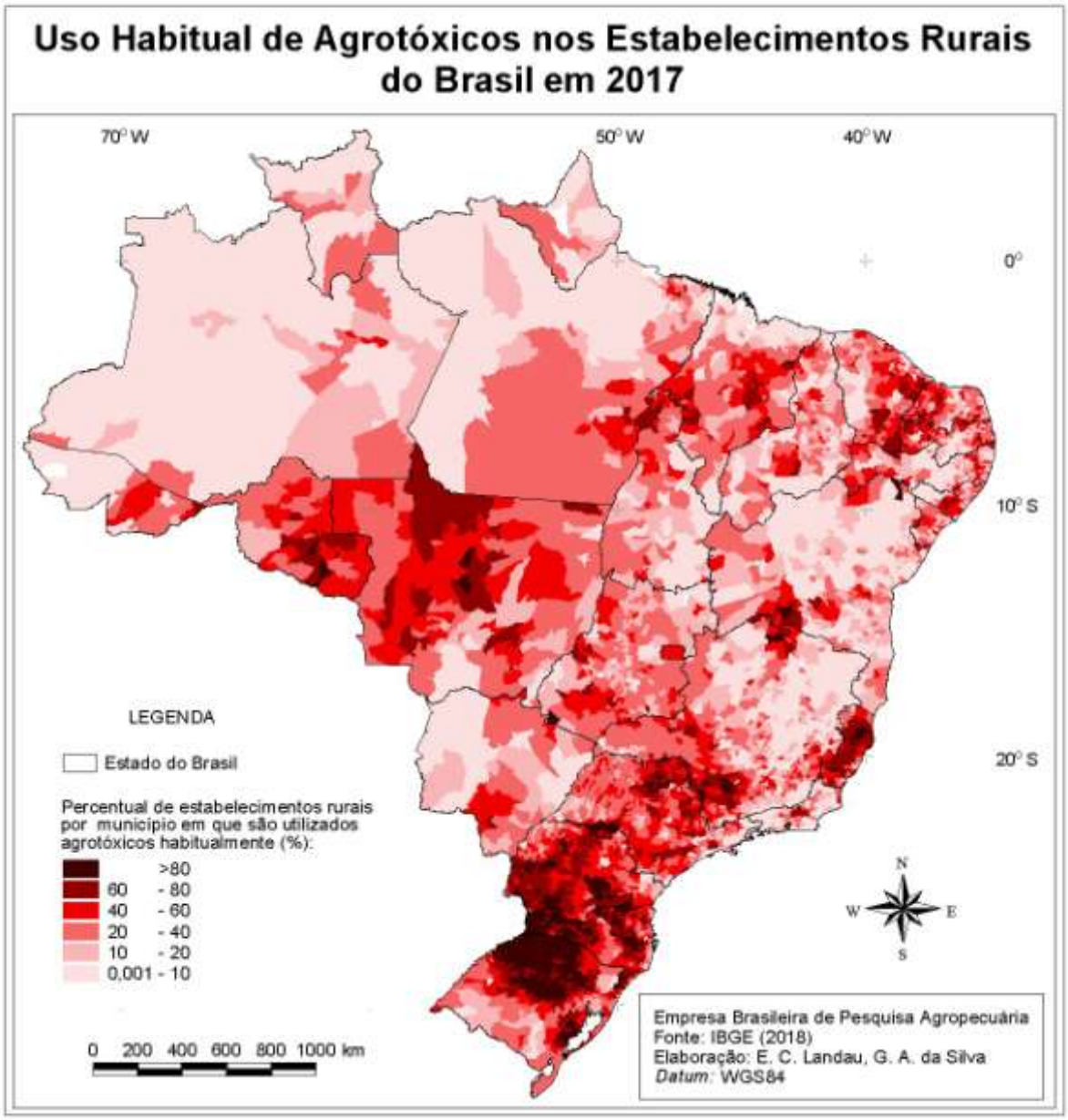


Figura 52.33. Variação geográfica do percentual de estabelecimentos rurais por município do Brasil em que foi declarado o uso habitual de agrotóxicos em 2017[46].

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2018).

[46] Porcentagem de estabelecimento rurais em que foi declarado o uso habitual de agrotóxicos em relação ao total de estabelecimento rurais do município em 2017.

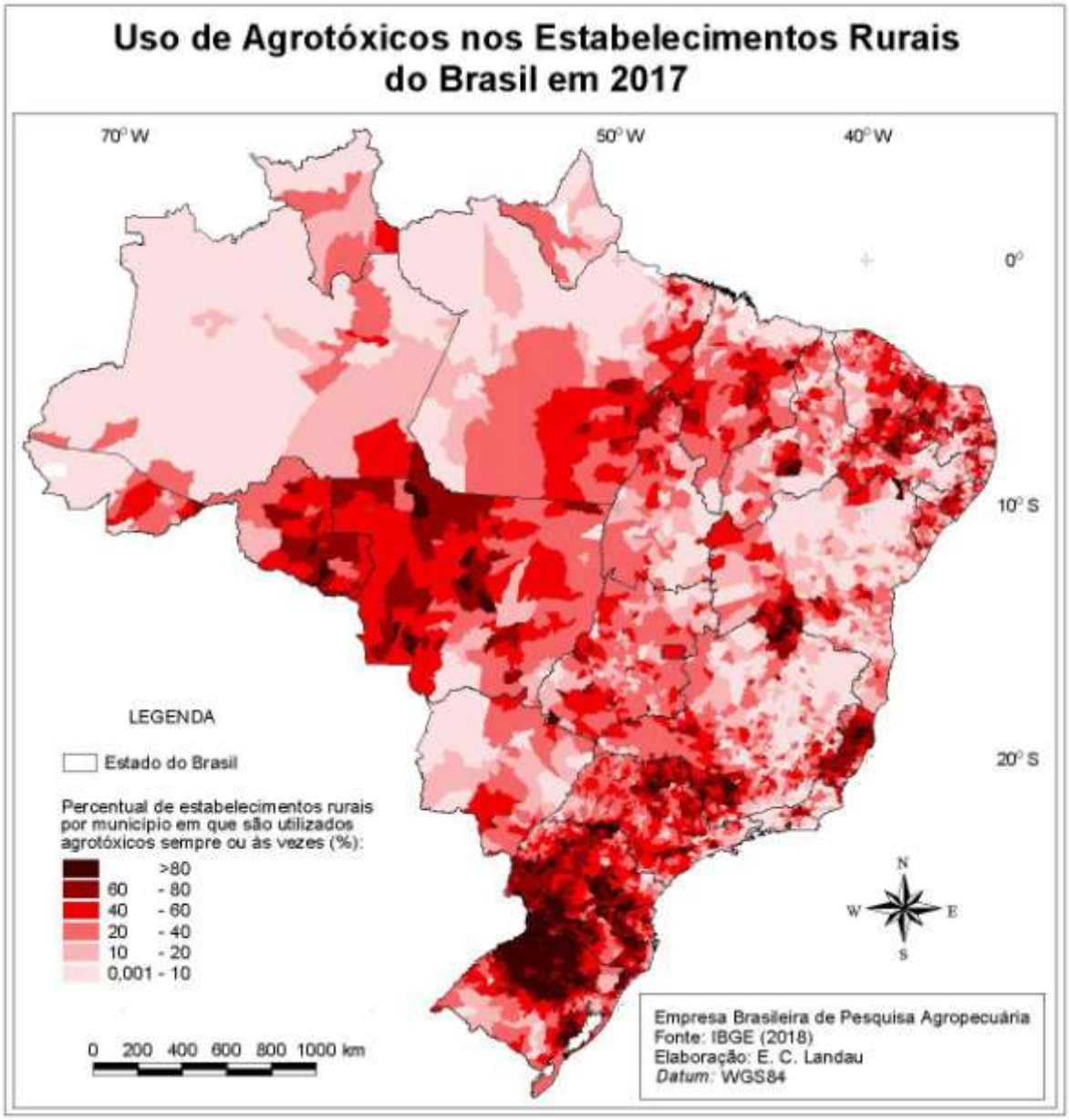


Figura 52.34. Variação geográfica do percentual de estabelecimentos rurais por município do Brasil em que foi declarado o uso habitual ou esporádico de agrotóxicos em 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2018).

Considerações finais

Os dados levantados durante o Censo Agropecuário do IBGE são autodeclaratórios, de forma que características individuais ou culturais da população de cada região podem ter influenciando de certa forma nos resultados obtidos. Apesar disso, trata-se dos dados oficiais mais atuais existentes, em que os padrões de concentração das vendas de ingredientes ativos de agrotóxicos e afins coincidiram em grande parte com os locais com maiores percentuais de estabelecimentos rurais em que foi declarado o uso habitual ou esporádico de agrotóxicos. E, de maneira geral, os municípios com maiores percentuais de estabelecimentos rurais em que foi declarado o uso de agrotóxicos foram aqueles em onde predominam cultivos de soja, milho, café, cana-de-açúcar, fumo, trigo, laranja e/ou algodão herbáceo, indicando a alta frequência de uso de agrotóxicos nessas áreas provavelmente para o controle de plantas espontâneas, pragas e doenças dessas culturas. Pignati et al. (2014) citam a aplicação de grandes quantidades de agrotóxicos nos cultivos de soja, milho, algodão e eucalipto. E, de acordo com o Sindiveg (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal), em 2017 mais da metade da receita do setor de vendas de agrotóxicos no país (52%) foram destinados à cultura de soja, 12% à cultura de cana-de-açúcar, 10% à de milho, 7% à de algodão e 3% à de café; ou seja, quase 84% das vendas de agrotóxicos destinados a apenas essas cinco culturas agrícolas (Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos, 2019).

Semelhante aos perfis agrícolas espaciais de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola observados por Bombardi (2017), a partir da comparação entre as áreas de concentração de agrotóxicos apresentadas neste capítulo e aquelas de concentração de culturas agrícolas analisadas nos Capítulos 9 a 41 (volume 2 deste livro), foram observadas ao menos quatro áreas de maior concentração nacional de uso de agrotóxicos:

a) área com importante produção de soja, milho, cana-de-açúcar e trigo: Estados do Paraná e Rio Grande do Sul;
b) área com predominância de cultivos de café: Estado do Espírito Santo, sul e leste de Minas Gerais;
c) área de produção ou expansão da cana-de-açúcar e citricultura: Oeste Paulista, Triângulo Mineiro, áreas de fruticultura irrigada nas margens do Rio São Francisco (Pernambuco, Bahia) e perímetros irrigados do Ceará e
d) área de expansão de soja e milho: Mato Grosso e Região do Matopiba (Oeste da Bahia, Leste de Tocantins e Sul dos Estados do Maranhão e Piauí).

Diante do cenário alarmante do uso considerável de agrotóxicos no país, muitos deles com alto grau de toxicidade ou de alta periculosidade ambiental, bem como os riscos a eles associados, faz-se necessária a busca por alternativas de controle que diminuam consideravelmente os riscos para o meio ambiente e os seres humano responsáveis pela aplicação ou manuseio, além do consumo indireto destes nos alimentos. Adicionalmente, são demandados o treinamento para identificação de necessidades e cuidados na aplicação utilizando equipamentos e procedimentos adequados ("qualidade" da utilização), e evitando pulverizar áreas não alvo (como cursos e corpos d'água, lençóis subterrâneos, moradias, lavouras ou áreas vizinhas, dispersão de agrotóxicos de pelo vento para áreas não desejadas, etc.), ou mesmo pulverizar desnecessariamente áreas para fins preventivos, sem que haja real necessidade para tal.

Acredita-se que existam diversas alternativas ao uso de vários destes produtos, ou mesmo a substituição de agrotóxicos tradicionais por outros de menor toxicidade, sendo muitas delas pouco conhecidas ou ainda desconhecidas. Um exemplo disso é a alternativa recentemente apresentada no meio científico sobre a possibilidade de uso de molécula de açúcar produzida por cianobactérias, com efeito semelhante ao do herbicida glifosato (Albustin, 2019[47]), o agrotóxico mais vendido no Brasil e proibido na União Europeia.

Se a opção nacional for viabilizar a produção agrícola minimizando riscos ambientais e à saúde humana, torna-se prioritário fomentar estudos e busca de alternativas para diminuir o uso de agrotóxicos, principalmente os de maior periculosidade ambiental, visando obter equilíbrio entre conservação, segurança e produtividade, em busca de uma agricultura sustentável.

Agentes de controle microbiológico (ou biopesticidas), por exemplo, tendem a ser menos tóxicos que inseticidas tradicionais. O estímulo à produção de alimentos orgânicos de forma economicamente sustentável, mesmo que em grande escala, também permitiria reduzir o uso de agrotóxicos. Mesmo em casos em que não são conhecidas alternativas para o controle de espécies indesejadas sem o uso de agrotóxicos, deveria ser permitida a aplicação de agrotóxicos só em momentos necessários (identificados a partir do monitoramento das lavouras), ao invés da realização de aplicações preventivas em momentos sem necessidade. Adicionalmente, seria essencial o planejamento e aplicação cuidadosa, evitando pulverizar locais não alvo (como cursos e corpos d´água, moradias,

[47] Pesquisadores da Universidade de Tübingen (Alemanha) descobriram que o açúcar *7-desoxi-Sedoheptulose (7dS*h) produzido pela cianobactéria *Synechococcus elongatus*, de origem natural (água doce), tem os mesmos efeitos do herbicida glifosato, agrotóxico mais usado no Brasil (Albustin, 2019).

lavouras ou criações de animais vizinhas à área a ser pulverizada, etc.). Assim, é importante a definição prévia sobre “o que”, “quanto”, “quando” e “como” utilizar cada produto. Embora a agricultura em larga escala ainda demande o uso de agrotóxicos, a busca de uma agricultura sustentável implica a busca pela adequação de produtos e metodologias de controle de espécies não desejadas, bem como a necessidade da pesquisa de alternativas para a progressiva redução do uso de agrotóxicos de maior toxicidade para o meio ambiente e a saúde humana.

Referências

AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil**. Pelotas: UFPel, 2014. 398 p.

AGROLINK. ***Bacillus amyloliquefaciens***. *Disponível em:* <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/nemacontrol_10262.html>. Acesso em: 14 out. 2019.

ALBUSTIN, C. **Cientistas descobrem açúcar que pode substituir o glifosato**. Berlin: DW Made for Minds, 2019. Noticias. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/cientistas-descobrem-açúcar-que-pode-substituir-o-glifosato/a-47817726?maca=pt-BR-EMail-sharing>. Acesso em: 13 mar. 2019.

AMARANTE JÚNIOR, O. P. de; SANTOS, T. C. R. dos; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589-593, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000400014>. Acesso em: 6 fev. 2019.

ANVISA. **(Z)-11-Hexadecenal**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/h14.pdf/e6f135b9-9114-461a-961b-d8385858bf05?version=1.0>. Acesso em: 16 out. 2019a.

ANVISA. **(Z)-13-Octadecenal**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/o18.pdf/1fda0acd-3efe-4f28-b154-87cecadb4e79>. Acesso em: 16 out. 2019b.

ANVISA. **(Z)-8-Dodecenol.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/d47.pdf/b3845985-1df7-41e9-b7de-6afd1ed1833c>. Acesso em: 16 out. 2019c.

ANVISA. **(Z)-9-Hexadecenal**. <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/h15.pdf/37c32aab-0121-495a-b191-543bf00964e7?version=1.0>. Acesso em: 16 out. 2019d.

ANVISA. **1,4Dimetoxibenzeno**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/d52.pdf/b3ed8f05-9006-4733-831e-7331f94770e9>. Acesso em: 16 out. 2019e.

ANVISA. **4,8 Dimetildecanal**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/d49.pdf/036f5567-8ed9-4ca8-bd86-f7f9d1073cf5>. Acesso em: 16 out. 2019f.

ANVISA. **5,9 Dimetilpentadecano**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/d45.pdf/751caf44-b5ec-4c05-9642-6b9bc12fa77b>. Acesso em: 16 out. 2019g.

ANVISA. **A 59 – acetato de (E,Z) – 7,9- dodecadienila.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/A59+-+ACETATO+DE+%28E%2CZ%29+%E2%80%93+7%2C9-DODECADIENILA/7d022a6a-eba8-4c8d-b798-4a7df6419f7b>. Acesso em: 16 out. 2019h.

ANVISA. **Acetato de (e)-8-dodecenila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/A39_dodecenila.pdf/6a8a613f-84d0-4325-891d-82ed6f4ee739>. Acesso em: 16 out. 2019i.

ANVISA. **Acetato de (e,z) 7,9-dodecadienila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-

1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=3129499&_101_type=document>. Acesso em: 16 out. 2019j.

ANVISA. **Acetato de (e,z)-3,5-dodecadienila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a37.pdf/50d0eb1c-e25b-43aa-b95c-57e3a8f1b190>. Acesso em: 16 out. 2019k.

ANVISA. **Acetato de (e,z)-3,8-tetradecadienila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a35.pdf/ab6a1e99-e45c-4e81-a64b-7574579bae75>. Acesso em: 16 out. 2019l.

ANVISA. **Acetato de (e,z)-4,7-tridecadienila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a51.pdf/a2369b58-e8e7-4bcb-949b-29d4ad95be84>. Acesso em: 16 out. 2019m.

ANVISA**.** **Acetato de (e,z,z)-3,8,11-tetradecatrienila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a33.pdf/62b924f7-d6b2-4e23-8f93-27a1f7c4faad>. Acesso em: 16 out. 2019n.

ANVISA. **Acetato de (e,z,z)-4,7,10-tridecatrienila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a50.pdf/4f5ec1bc-7f79-45be-84b3-b263affc953d>. Acesso em: 16 out. 2019o.

ANVISA. **Acetato de (z)-11-hexadecenila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a43.pdf/d9b4bc76-e69c-4a80-b117-6709565905b6>. Acesso em: 16 out. 2019p.

ANVISA. **Acetato de (z)-5-dodecenila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a55.pdf/8a7290d7-46d9-4c06-bf81-82f5f5124690>. Acesso em: 16 out. 2019q.

ANVISA. **Acetato de (z)-7-dodecenila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/A44%2BAcetato.pdf/911c72d2-cb2a-4845-8f2c-40f63478e144>. Acesso em: 16 out. 2019r.

ANVISA. **Acetato de (z)-8-dodecenila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/A40%2B_acetato_dodecenila.pdf/181d0f58-6670-4ca6-9210-9d21ce63baca>. Acesso em: 16 out. 2019s.

ANVISA. **Acetato de (z)-9-hexadecenila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a36.pdf/7ee401e8-033c-480c-a4a0-30cac33f7c22>. Acesso em: 16 out. 2019t.

ANVISA. **Acetato de (z)-9-tetradecenila**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a45.pdf/5a1df04f-8f06-44e7-929b-5aa2e7ac5d04>. Acesso em: 16 out. 2019u.

ANVISA. **Acetato de (z,e)-9,12-tetradecadienil**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a34.pdf/291893d1-8381-4b06-b6a3-3b40bcc04707>. Acesso em: 16 out. 2019v.

ANVISA. ***Aspergillus flavus nrrl***. *Disponível em:* <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/A57%2B%2BAspergillus%2Bflavus.pdf/2f748315-b009-43f9-a500-c03fe585a8a0>. Acesso em: 15 out. 2019w.

ANVISA. ***Bacillus pumilus***. *Disponível em:* <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/B43_novo.pdf/e7cbf033-ece5-4d56-b79b-833d9f7ebcd6>. Acesso em: 15 out. 2019x.

ANVISA. **Codlelure**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/c51.pdf/4dc9b8ef-2fbb-439d-9705-42d94c204ede>. Acesso em: 16 out. 2019y.

ANVISA. **Cotesia flavipes**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/C71%2B%2BCotesia%2Bflavipes.pdf/7103e8ae-4e0e-4fd7-90df-979d495d8a84>. Acesso em: 17 out. 2019z.

ANVISA. **Etanol**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/e27.pdf/35c35be6-47a3-467a-9054-9198ffdcbfa5>. Acesso em: 16 dez. 2018a.

ANVISA. **Eugenol-metílico**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/e28.pdf/785211dd-d56a-4f76-8fb9-a8e7501b7565>. Acesso em: 16 dez. 2018b.

ANVISA. **Gossyplure**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/g06.pdf/5344a5a0-8d04-49a9-a643-efdd1d33104b>. Acesso em: 16 dez. 2018c.

ANVISA. **Grandlure**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/g03.pdf/dd291283-6ee8-4980-81a9-5adebc213169>. Acesso em: 16 dez. 2018d.

ANVISA. **Metanol**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/Microsoft%2BWord%2B-%2BM43%2B%2BMetanol.pdf/ec2d0c4d-dbca-4e37-8ea1-5275404b6194>. Acesso em: 16 dez. 2018e.

ANVISA. ***Metarhizium anisopliae***. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/M39%2B%2BMetarhizium%2Banisopliae.pdf/f81a5a17-6c35-42c2-9954-41811c514f4f>. Acesso em: 15 dez 2018f.

ANVISA. **N-2's-metilbutil-2-metilbutilamida**. http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/m36.pdf/227209d3-9168-4974-bce7-75c5ab4272d8>. Acesso em: 16 dez. 2018g.

ANVISA. ***Neoseiulus californicus***. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/N10_Neoseiulus_californicus.pdf/b8ca8f6c-3275-48f9-bc4c-d7cc44f13b42>. Acesso em: 17 dez. 2018h.

ANVISA. ***Phytoseiulus macropilis***. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/P55%2B-%2BPhytoseiulus%2Bmacropilis.pdf/605bb91a-0159-4409-ae31-53176a8d4710>. Acesso em: 17 dez. 2018i.

ANVISA. **Rincoforol**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/r02.pdf/47e829d9-2d87-422a-9417-5ad08e167810>. Acesso em: 16 dez. 2018j.

ANVISA. **Serricornim**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/s06.pdf/7f2026d3-8b63-46f5-975c-7608e639f79f>. Acesso em: 16 dez. 2018k.

ANVISA. **Sordidim**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/s14.pdf/a7dec653-33af-41a4-a152-fabb9c443d38>. Acesso em: 16 dez. 2018l.

ANVISA. ***Spodoptera frugiperda multiple nucleo polyhidro virus(sfmnpv)***. *Disponível em:* < http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/B51%2B-%2BBaculovirus%2Bspodoptera%2Bfrugiperda.pdf/5e463866-90b1-4930-b458-05327549fe72>. Acesso em: 15 dez. 2018m.

ANVISA. ***Trichoderma asperellum***. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/T64%2B_Trichoderma%2B_Asperelum.pdf/3b0a6f3c-5bbe-4d8e-81c9-4c04f78fc3bd?version=1.0>. Acesso em: 15 dez. 2018n.

ANVISA. **Trichograma galloi**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/T62%2B-%2BTrichonomma%2Bgalloi.pdf/ade1b8b2-5e32-4f44-b2ca-8b75e45fc36d>.>. Acesso em: 17 dez. 2018o.

ANVISA. **Trimedlure**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/t51.pdf/9afa3a65-4950-4895-abd5-3b2145b8dea3>. Acesso em: 16 dez. 2018p.

ANVISA. **Vírus vpn-hearnpv**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/B47%2B-%2Bbaculovirus%2Bhelicoverpa%2Bzea.pdf/25bb8c98-2561-4d9a-86c7-ae7d0a3a89f5>. Acesso em: 15 dez. 2018q.

ARAÚJO, A. J.; LIMA, J. S.; MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; SOARES, M. O.; MONTEIRO, M. C. M.; AMARAL, A. M.; KUBOTA, A.; MEYER, A.; COSENZA, C. A. N.; NEVES, C. N.; MARKOVITZ, S. Exposição múltipla a

agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 115-130, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100015>. Acesso em: 12 dez. 2018.

BOCHNER, R. Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas – SINITOX e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 73-89, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 12 dez. 2018.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: USP, 2017. 296 p. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ci7nzJPm_J6XYNkdv_rt-nbFmOETH80G/view>. Acesso em: 6 jun. 2019.

BOMBARDI. L. M. **Pequeno ensaio cartográfico sobre o uso de agrotóxicos no Brasil**. São Paulo: USP, 2016. 40 p. Disponível em: <ef2eb1_3c42344d4c5b418a8737d20b612a8cfe.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 15 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ato nº 15, de 14 de março de 2013. *Helicoverpa zea single capsid nucleopolyhedrovirus.* **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2013. Seção 1. Disponível em: <http://www.adab.ba.gov.br/arquivos/File/ATOMAPAN1514032013.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa [do] Brasil**, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>. Acesso em: 9 out. 2018.

BRITO, J. **Agrotóxicos proibidos na Europa são campeões de vendas no Brasil**. São Paulo: Repórter Brasil, 2018. Notícia. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2018/12/agrotoxicos-proibidos-europa-sao-campeoes-de-vendas-no-brasil/>. Acesso em: 5 fev. 2019.

CAMPANHOLA, C. **Resistência de insetos a inseticidas**: importância, características e manejo. Jaguariúna: Embrapa-CNPDA, 1990. 45 p. (Embrapa-CNPDA. Documentos, 11).

CARMO, D. A. do; CARMO, A. P. B. do; PIRES, J. M. B.; OLIVEIRA, J. L. M. Comportamento ambiental e toxidade dos herbicidas atrazina e simazina. **Ambi-Agua**, v. 8, n. 1, p. 133-143, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n1/10.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2019.

CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. rev. e atual. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas, 2008. 120 p.

CRUZ, I. Controle biológico de pragas no cultivo do milho verde. In: PEREIRA FILHO, I. A. (Ed.). **O cultivo do milho verde**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. p. 157-178. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51892/1/Controle-biologico-1.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2018.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P. Associação entre malformações congênitas e a utilização de agrotóxicos em monoculturas no Paraná, Brasil. **Saúde e Debate**, v. 41, p. 241-253, 2017. Número especial. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sdeb/v41nspe2/0103-1104-sdeb-41-spe2-0241.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2017/2018)**. Londrina, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 3 nov. 2018.

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência e & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 25-38, 2007. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/csc/2007.v12n1/25-38/pt>. Acesso em: 13 out. 2018.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; VEGRO, C. L. R.; CAMARGO, M. de L. B. **Defensivos agrícolas: desempenho recorde em 2010 e expectativas de aumento nas vendas em 2011**. São Paulo: Instituto de Economia

Agrícola, 2011. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12192>.Acesso em: 5 fev. 2019.

FRIEDRICH, K. **Avaliação dos efeitos tóxicos sobre o sistema reprodutivo, hormonal e câncer para seres humanos após o uso do herbicida 2,4-D**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2014. 45 p. Parecer técnico. 2014. Disponível em: <antigo.contraosagrotoxicos.org/index.php/materiais/relatorios/...2-4-d.../download>. Acesso em: 5 fev. 2019.

GASNIER, C.; DUMENTO, C.; BENACHOUR, N.; CLAIR, E.; CHAGNON, M.-C.; SÉRALINI, G. E. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. **Toxicology**, v. 262, p. 184-191, 2009. Disponível em: <https://www.gmoseralini.org/wp-content/uploads/2013/01/Gasnieral.TOX_2009.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2019

GOMES, C.; KOKAY, E. **Brasil ainda usa agrotóxicos já proibidos em outros países**. Berlin: DW Made for Minds, 2015. Noticias. Disponível em <https://www.dw.com/pt-br/brasil-ainda-usa-agrot%C3%B3xicos-j%C3%A1-proibidos-em-outros-pa%C3%ADses/a-18837979>. Acesso em: 5 fev. 2019.

HESS, S. C.; NODARI, R. O. **Análise técnica acerca dos riscos associados ao glifosato, agrotóxico com uso**. Florianópolis: UFSC, 2015. Parecer técnico nº 1/2015. Disponível em: <http://noticias.paginas.ufsc.br/files/2015/07/parecer-t%C3%A9cnico-N.-01.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

Ibama. **Boletins anuais**: 2009 a 2017: químicos e bioquímicos: semioquímicos, microbiológicos e agentes biológicos de controle. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#sobreosrelatorios>. Acesso em: 29 out. 2018.

IBGE. **Levantamento da Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo>. Acessado em: 25 fev. 2019.

IBGE. **Malha municipal digital 1997**. Rio de Janeiro, 2016a. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_1997/Brasil/BR/>. Acesso em: 12 dez. 2017.

IBGE. **Malha municipal digital 2015**. Rio de Janeiro, 2016b. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/Brasil/BR/>. Acesso em: 12 dez. 2017.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: Censo Agropecuário 2017: resultados preliminares: tabelas. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela>. Acesso em: 25 out. 2018. Dados em nível de município.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Glyphosate**. Lyon, 2016. (IARC Monographs, 112). 92 p. 2016b. Disponível em: <http://www.saude.ufpr.br/portal/observatorio/wp-content/uploads/sites/12/2016/06/mono112-09.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2019.

KARINE, P. ***Baculovirus anticarsia***. *Disponível em:* <http://www.defesavegetal.net/baculovirus-anticarsia>. Acesso em: 14 out. 2019a.

KARINE, P. ***Bacillus subtilis***. *Disponível em:* <http://www.defesavegetal.net/bacillus-subtilis-linhagem-qst-713>. Acesso em: 14 out. 2019b.

KARINE, P. ***Paecilomyces lilacinus***. *Disponível em:* <http://www.defesavegetal.net/paecilomyces-lilacinus>. Acesso em: 14 out. 2019c.

MENEZES. I. ***Bacillus thuringiensis***. Disponível em: <http://www.defesavegetal.net/bacillus-thuringiensis>. Acesso em: 14 out. 2019a.

MENEZES, I. ***Beauveria bassiana***. Disponível em: <http://www.defesavegetal.net/beauveria-bassiana>. Acesso em: 14 out. 2019b.

MOREIRA, J. C.; JACOB, S. C.; PERES, F.; LIMA, J. S.; MEYER, A.; SILVA, J. J. O.; SARCINELLI, P. N.; BATISTA, D. F.; EGLER, M.; FARIA, M. V. C; ARAÚJO, A. J.; KUBOTA, A. H.; SOARES, M. O; ALVES, S. R.; MOURA, C. M.; CURI, R. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma

comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência e & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/csc/2002.v7n2/299-311/pt>. Acesso em: 13 out. 2018.

PELAEZ, V. M.; SILVA, L. R. da; GUIMARÃES, T. A.; DAL RI, F.; TEODOROVICZ, T. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, p. 153-178, 2015. Número especial. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8649104/15653>. Acesso em: 12 dez. 2018.

PIGNATI, W.; OLIVEIRA, N. P., SILVA, A. M. C. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Ciência e & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 12, p. 4669-4678, 2014. Disponível em https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csc/v19n12/1413-8123-csc-19-12-04669.pdf>. Acesso em: 14 out. 2018.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a vigilância em saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017. Disponível em: <https://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1413-81232017001003281&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso em: 6 fev. 2019.

PORTAL DE DADOS ABERTOS SOBRE AGROTÓXICOS. **Vendas por cultura - 2000 a 2009**. Disponível em: <http://dados.contraosagrotoxicos.org/dataset/comercializacao-sindag/resource/e23bf20d-c898-4d6f-80cd-0783afd68aa1?inner_span=True>. Acesso em: 25 fev. 2019.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA VEGETAL. **Balanço 2015**: setor de agroquímicos confirma queda de vendas. São Paulo: [2016]. Disponível em: <https://sindiveg.org.br/balanco-2015-setor-de-agroquimicos-confirma-queda-de-vendas/>. Acesso em: 21 jan. 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Após votação, uso de Glifosato fica proibido União Europeia a partir de 30 de junho**. Curitiba, 2016. Observatório do Agrotóxico. Notícias. Disponível em: <http://www.saude.ufpr.br/portal/observatorio/noticias/apos-votacao-uso-de-glifosato-fica-proibido-uniao-europeia-a-partir-de-30-de-junho/>. Acesso em: 5 fev. 2019.

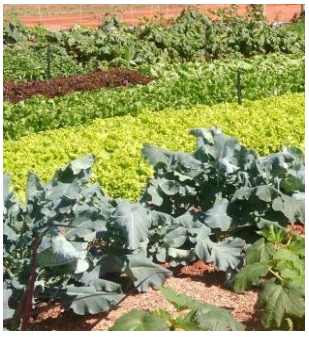
UNISINOS. **30% dos agrotóxicos liberados no Brasil foram banidos da Europa**. São Leopoldo, 2018. Notícias. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/580334-30-dos-agrotoxicos-liberados-no-brasil-foram-banidos-da-europa>. Acesso em: 5 fev. 2019.

THONGPRAKAISANG, S.; THIANTANAWAT, A.; RANGKADILOK, N.; SURIYO, T.; SATAYAVIVAD, J. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. **Food and Chemical Toxicology**, v. 59. 129-136, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691513003633?via%3Dihub>. Acesso em: 12 dez. 2018.

VAN BRUGGEN, A. H. C.; HE, M. M.; SHIN, K.; MAI, V.; JEONG, K. C.; FINCKH, M. R.; MORRIS JR., J. G. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. **Science of the Total Environment**, v. 616/617, p. 255-268, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717330279>. Acesso: 5 fev. 2019.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**: conceitos, origem e evolução. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 22 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 58). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPT-2010/40676/1/p-do58.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2019.

Agricultura orgânica



Horta orgânica
Sete Lagoas - MG
(24 maio 2017)
Foto: Gilma Alves da Silva

Capítulo 53

Variação Geográfica do Uso de Agricultura Orgânica

Elena Charlotte Landau
Gilma Alves da Silva
Walter José Matrangolo
Marinalva Woods Pedrosa

Conceito e legislação

De acordo com a legislação brasileira, produto orgânico é aquele oriundo de um sistema orgânico de produção agropecuária ou de processo extrativista sustentável que não traga prejuízos para o ecossistema em questão. A Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 (Brasil, 2003), regulamentada pelo Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007 (Brasil, 2007), mostra:

"Art. 1º Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

...

§ 2º O conceito de sistema orgânico de produção agropecuária e industrial abrange os denominados: ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológicos, permacultura e outros que atendam os princípios".

A agricultura orgânica é praticada desde os primórdios da domesticação de espécies vegetais, tendo como fim a sobrevivência humana. Historicamente, o advento da revolução industrial trouxe avanços tecnológicos, como maquinários e produtos, proporcionando expansão em território para o setor agropecuário aos moldes da

revolução verde[1]. Nesse contexto, comparativamente, a agricultura orgânica é tida por alguns como aquela em que são empregadas técnicas obsoletas e sem o uso de produtos químicos, o que é um equívoco. A agricultura orgânica ou natural enfatiza recomendações considerando o uso intensivo de compostos, cobertura morta, adubos verdes e outros recursos naturais, como microrganismos do solo, além do controle biológico de pragas e controle biomecânico de ervas daninhas, dentre outras técnicas, recorrendo a conhecimentos avançados da ciência (Centro Produções Técnicas, 2019). Muitos defensores do modelo tradicional "moderno" de agricultura frequentemente ridicularizam tais práticas alternativas, colocando-as como retrógradas ao desenvolvimento agronômico (Assis; Romeiro, 2002). Além dessa ideia errônea, outros equívocos ainda cometidos por muitos são ideias de que os produtos orgânicos são menores, mais feios e repletos de doenças e pragas, e de que basta apenas a não utilização de agrotóxicos para que o alimento seja considerado como orgânico. Um sistema orgânico de produção almeja sempre que o ecossistema esteja em equilíbrio, e a biodiversidade existente ajuda a manter e proteger esse sistema. Para que o sistema seja sustentável e orgânico não basta apenas eximir-se da utilização de agrotóxicos, mas respeitar sempre todos os aspectos ambientais, sociais, culturais e econômicos (Brasil, 2017b).

O advento da agricultura orgânica está intimamente relacionado com o surgimento das sociedades históricas. Inicialmente, as práticas agrícolas baseavam-se em grande parte nos conhecimentos empíricos que se tinha a respeito da fisiologia das plantas e nas respostas que elas davam em virtude de determinados tratos culturais e fertilizantes orgânicos. Atualmente, na agricultura orgânica são utilizados antigos conhecimentos acompanhados dos avanços tecnológicos que as pesquisas têm proporcionado há décadas. Em especial, a ciência de Ecologia vem ressignificando o papel da biodiversidade nos agroecossistemas (plantas indicadoras ou espontâneas, em vez de plantas daninhas).

[1] **Revolução verde**: programa de modernização agrícola iniciado após a Segunda Guerra Mundial para promover o aumento da produtividade e da produção agropecuária, principalmente em países pobres ou em desenvolvimento, através da aplicação de tecnologias em sementes, fertilização do solo e mecanização, aliadas ao uso de agrotóxicos, fertilizantes implementos agrícolas e máquinas que contribuíssem para o aumento da produtividade agropecuária (facilitando o processo de plantio, colheita e processamento de alimentos). O programa foi financiado e impulsionado inicialmente pelo governo e empresas norte-americanas, que produziram inovações, expandindo seu mercado consumidor através da venda de pacotes de insumos agrícolas e maquinário. O programa segue atualmente, considerando as transformações recentes, marcado pela globalização econômica e constituição de grandes empresas, agroindústrias e varejistas que controlam o mercado mundial (adaptado de Nunes, 2007).

A partir dos séculos XIX e XX, o uso da química agrícola trouxe a falsa ideia de que o problema de esgotamento dos solos pelos monocultivos estaria completamente resolvido pela utilização de fertilizantes minerais, e as regras ecológicas básicas sobre o funcionamento dos ambientes naturais foram desconsideradas. A premissa de que os solos são apenas um substrato para veiculação dos compostos químicos e a sustentação das plantas fez com que o modelo "moderno" de produção fosse cada vez mais questionado. Apesar dos grandes avanços técnicos alcançados pela agricultura moderna, os problemas gerados à natureza e à saúde humana em decorrência de aplicações de agrotóxicos estimularam o aumento do uso de técnicas de base agroecológica, que vêm sendo desenvolvidas desde a década de 1920.

A legislação brasileira prevê tratamento especial para a regulamentação dos insumos voltados à agricultura orgânica. Os produtos que são permitidos na legislação de orgânicos apresentam baixa toxicidade e baixo impacto ambiental. Após devidamente registrados, eles são identificados como "produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica" (Brasil, 2019b). As substâncias que podem ser utilizadas em insumos orgânicos são relacionadas na Instrução Normativa nº 17 de 2014 (Brasil, 2014a), e algumas restrições como a proibição da utilização de insumos que apresentam propriedades mutagênicas e carcinogênicas podem ser encontradas na Instrução Normativa nº 35 de 2017 (Brasil, 2017a). Para acesso a informações complementares sobre as tecnologias consideradas apropriadas para o sistema de produção orgânica, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) vem desenvolvendo o projeto intitulado "Fichas Agroecológicas: Tecnologias Apropriadas para a Produção Orgânica", abordando os seguintes temas: "Fertilidade do solo e nutrição de plantas"; "Sanidade vegetal"; "Práticas conservacionistas" e "Produção vegetal", que podem ser acessados no site do Mapa (Brasil, 2019a).

No Brasil, a expansão da agricultura orgânica com bases tecnológicas tem ocorrido de forma mais expressiva após a criação do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD), na década de 1980[2], quando também houve o desenvolvimento e aprimoramento da legislação pertinente ao setor.

Atualmente há diversos produtores em processo de transição da agricultura convencional para a agricultura orgânica, uma vez que a propriedade não se torna

[2] O **Instituto Biodinâmica de Desenvolvimento Rural** (**IBD**) foi criado em 10 de junho de 1982, durante o 1º Encontro sobre Agricultura Biodinâmica no Brasil. Inicialmente foi denominado "Centro Demeter"; e em 1984, o nome foi modificado para "Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural" (IBD), em Botucatu-SP, por um grupo que tinha o objetivo de aplicar na prática os ensinamentos da antroposofia ("conhecimento do ser humano") no Brasil, e enfrentou o desafio de adaptar a Agricultura Biodinâmica para condições tropicais, através de pesquisa, cursos e publicações (Associação Biodinâmica, 2019).

imediatamente apta à agricultura orgânica. A transição é necessária não só para que os resíduos tóxicos deixados pelo cultivo convencional sejam eliminados pela decomposição química ou lixiviados, mas também para reordenação dos processos (redesenho da paisagem, recomposição das fontes de nutrientes, produção de composto orgânico, equipamentos, métodos de manejo de fitopatógenos e insetos fitófagos, por exemplo). Em Minas Gerais, parte destes produtores tem optado pelo sistema de produção sem agrotóxicos-SAT, sistema de cultivo em que o respeito ao ambiente é preconizado, mas são empregados fertilizantes solúveis não permitidos no cultivo orgânico[3] (Instituto Mineiro de Agropecuária, 2009; Santos, 2017).

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO - *Food and Agriculture Organization*) incentiva o fomento e apoia o desenvolvimento da agricultura orgânica nos países em desenvolvimento, visando aliar produção de alimentos com proteção dos recursos naturais. “Para alimentar o mundo e, ao mesmo tempo, salvar o planeta em tempos de aquecimento global”, a ONU vem encorajando a adoção da agroecologia, uma mudança histórica de paradigma após décadas de "revolução verde" baseada na agricultura intensiva para lutar contra a fome no mundo. Em abril de 2018, o então diretor-geral da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), Dr. José Francisco Graziano da Silva, afirmou: "Precisamos promover sistemas alimentares duráveis (...) e preservar o meio ambiente: a agroecologia pode ajudar a chegar lá". Durante a abertura do 2º Simpósio Internacional sobre Agroecologia, em Roma, afirmou ainda que "O sistema de produção alimentar baseado nos sistemas agrícolas utilizando muitos *inputs* e recursos teve um preço alto para o meio ambiente. O resultado foi que os solos, as florestas, a água, a qualidade do ar e a biodiversidade continuam a se degradar, enquanto o aumento da produção a qualquer preço não erradicou a fome" (ONU..., 2018).

Segundo a FAO, a agricultura orgânica é praticada comercialmente em mais de 120 países, e, de acordo com o aumento da demanda mundial por produtos orgânicos, verifica-se tendência de aumento da área cultivada, do número de produtores e do mercado. Nesse contexto, é importante ter claro que o Estado brasileiro tem papel fundamental na elaboração de políticas públicas que contribuam para a normatização e o fortalecimento da cadeia produtiva da agricultura orgânica nacional. Assim, será importante reforçar os serviços públicos de pesquisa agrícola nacionais e internacionais, orientando-os também de maneira que respondam às necessidades dos agricultores das regiões em dificuldades, com a preocupação da viabilidade ecológica dos ecossistemas

[3] Terminologia **SAT** (Sistema de Produção sem agrotóxicos) é exclusiva de Minas Gerais.

cultivados (renovação da fertilidade, etc.), assim como de sua viabilidade econômica e social (aumento e repartição sustentável do bem-estar...) (Mazoyer; Roudart, 2010).

Certificação orgânica

No âmbito da agricultura orgânica, a certificação é um dos Mecanismos de Garantia de Qualidade Orgânica, sendo um processo que tem se mostrado como necessário para a evolução da cadeia produtiva dos produtos orgânicos. A certificação é uma forma de garantir para o produtor a inserção do produto no mercado e, para o consumidor, a qualidade do produto adquirido.

Para a comercialização dos produtos orgânicos, a certificação é realizada por organismos credenciados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) (como o IBD, citado anteriormente). Apenas os produtores familiares que fazem parte de organizações de controle social cadastradas no Mapa estão dispensados da certificação; no entanto somente para fins de comercialização direta aos consumidores. Isso tem exigido organização por parte dos produtores familiares em virtude dos elevados custos para a certificação por organismos credenciados.

A regulamentação da produção e comercialização de produtos orgânicos é especificada no Decreto nº 6.323 (Brasil, 2007). Em 2014, foi promulgada a Instrução Normativa nº 18 (Brasil, 2014b), que instituiu o selo único oficial do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica. O reconhecimento de um produto orgânico acontece por meio desse **selo** (Figura 53.1), que é obrigatório no rótulo de todos os produtos orgânicos vendidos em lojas e mercados. Pode ainda ser pela declaração de cadastro do produtor orgânico familiar, em que a venda só poderá acontecer de maneira direta, sem intermediações de terceiros, já que se baseia em uma relação de confiança entre o produtor e o comprador (Brasil, 2017b).

Figura 53.1. Selo brasileiro obrigatório para produtos orgânicos certificados.
Fonte: Brasil (2014b).

Para regularizar-se e ter a permissão de comercializar seus produtos como orgânicos, o produtor interessado deve obter certificação através da contratação de uma

Certificadora por Auditoria ou vinculando-se a um Sistema Participativo de Garantia (SPG), que deve estar sob certificação de um Organismo Participativo de Avaliação da Qualidade Orgânica (OPAC) credenciado pelo Mapa. Quando o produtor efetua a contratação de Certificadora por Auditoria, esta realiza visitas de inspeção inicial e outras periódicas na propriedade, que deverá estar de acordo com as normas e obrigações exigidas pelo Mapa e pela própria certificadora. Nos casos em que normas não forem cumpridas a certificação do produtor é retificada (Brasil, 2019c). Atualmente, as **certificadoras credenciadas** pelo Mapa são as seguintes (Brasil, 2019g):

- Agricontrol OIA Ltda
- Cugnier Certificadora
- Ecocert Brasil Certificadora Ltda
- IBD Certificações Ltda, - IMO Control do Brasil Ltda
- Igcert Serviços Administrativos Ltda/Genesis Certificações –IGCERT
- IMO Control do Brasil Ltda
- Instituto Chão Vivo de Avaliação da Conformidade
- Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR)
- Instituto Mineiro de Agropecuária
- Instituto Nacional de Tecnologia
- Kiwa Bcs Öko-Garantie do Brasil LTDA
- Savassi Certificação de Serviços Administrativos Ltda

No caso de certificação obtida por OPAC, é necessário que o produtor seja participante ativo do grupo ou núcleo ao qual está relacionado. A qualidade orgânica desse tipo de certificação é garantida pelo próprio grupo, onde todos fiscalizam todos e respondem juntos em casos de fraudes ou irregularidades. Por isso, é necessário que haja participação nas reuniões, e, em caso de irregularidade de algum membro do grupo, ele deverá ser excluído e ter seu certificado cancelado, comunicando a ocorrência ao Mapa (Brasil, 2019c). Atualmente, os **organismos participativos de avaliação da conformidade orgânica** (**OPAC**s) são as seguintes (Brasil, 2019g):

- Associação Agroecológica de Certificação Participativa dos Inhamuns/Crateús (ACEPI)
- Associação Barroca de Cima - ABC Orgânico
- Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica (ABD)
- Associação Brota Cerrado Serra da Canastra de Certificação Participativa
- Associação de Agricultura Biodinâmica do Sul (ABD-Sul)
- Associação de Agricultura Ecológica-OPAC AGE
- Associação de Agricultura Natural de Campinas e Região (ANC)
- Associação de Certificação Orgânica Participativa do Sertão do Apodi (ACOPASA)

- Associação de Certificação Participativa Agroecológica (ACEPA)
- Associação de Produtores Orgânicos do Mato Grosso do Sul (APOMS)
- Associação dos Agricultores Biológicos do Estado do Rio de Janeiro (ABIO)
- Associação dos Agricultores e Agricultoras Agroecológicos do Araripe (ECOARARIPE)
- Associação dos Produtores Agroecológicos do Semiárido Piauiense (APASPI)
- Associação dos Produtores da Rede Agroecológica Metropolitana (Rama)
- Associação Ecovida de Certificação Participativa
- Associação Maniva de Certificação Participativa - OPAC Maniva
- Associação OPAC Litoral Norte
- Associação Povos da Mata Atlântica do Sul da Bahia de Certificação Participativa
- Associação Terra Indígena do Xingu (ATIX)
- Central de Associações de Produtores Orgânicos Sul de Minas (Orgânicos Sul de Minas)
- Centro de Desenvolvimento Agroecológico do Cerrado (CEDAC)
- Cooperativa Central dos Assentamentos do Rio Grande do Sul Ltda. (COCEARGS)
- OPAC-Cerrado / Sindicato dos Produtores Orgânicos do DF - SINDIORGÂNICOS/DF
- Orgânicos Jequitinhonha - Associação dos Agricultores Familiares Feirantes de Turmalina
- Rede Borborema de Agroecologia

O produtor pode, ainda, optar pela participação em uma **Organização de Controle Social** (**OCS**). Nesse caso, as embalagens não levarão o selo brasileiro de produto orgânico, motivo pelo qual as vendas não podem ser realizadas a terceiros, como supermercados, lojas, restaurantes, internet, entre outros, mas apenas em feiras, diretamente ao consumidor, ou ainda para compras feitas pelo governo, como pela Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) e programas de merenda escolar (Brasil, 2019c), como o PAA (Programa de Aquisição de Alimentos), criado em 2003, e o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar), regulamentado pela Lei 11.947 de 2009 (Brasil, 2009a). Apesar de não ter o selo, para confirmar se o produtor está cadastrado como produtor orgânico no Mapa, o consumidor tem o direito de exigir que o produtor apresente sua Declaração de Cadastro (Brasil, 2017b), que o produtor recebe após efetuar o seu registro no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO).

Além da produção orgânica certificada, sabe-se que muitos agricultores familiares produzem sem agrotóxicos ou adubos químicos, mas não detêm o selo de orgânico. O custo da certificação, aliado à queda do poder aquisitivo em geral, em vários casos tem dificultado a continuação do pagamento da anuidade à certificadora ou desestimulado novos ingressos, de forma que o registro de decréscimos ou variações no número de

produtores orgânicos certificados também está relacionado com essas questões. Como consequência do crescimento da demanda por consumo e regulamentação, e retrocesso das políticas públicas para o setor, em outubro de 2019, foi criado o Instituto Brasileiro Orgânico, com objetivo de incentivar aumento da produção e do consumo de alimentos orgânicos no País (AGROemDIA, 2019).

Variação Geográfica da Agricultura Orgânica no Brasil

As principais fontes nacionais de levantamento de produtores orgânicos no Brasil nas últimas décadas têm sido os Censos Agropecuários realizados pelo Instituto de Geografia e Estatística-IBGE e o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) organizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O Censo baseia-se em dados declaratórios por estabelecimento rural, e o cadastro inclui apenas produtores orgânicos registrados no CNPO. Assim, para o estudo da variação geográfica da agricultura orgânica no País, neste capítulo foram organizados e analisados dados levantados por ambas as fontes, em duas épocas cada uma, como apresentado a seguir:

Censos Agropecuários

Foram realizados levantamentos sobre o uso da agricultura orgânica nos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, analisados a seguir:

Metodologia de organização dos dados:

Foram organizados os dados disponibilizados até o momento (18 de outubro de 2019) pelo IBGE em nível de município, levantados durante os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 (IBGE, 2007, 2018a). Foi considerada a frequência total de imóveis rurais (ou estabelecimentos rurais) e daqueles em que foi declarado que “fazem uso de agricultura orgânica”. Para estes últimos, foi indicado o tipo de produção orgânica (em 2006: vegetal ou animal; em 2017: vegetal, pecuária ou ambas). Em 2006, foi adicionalmente levantado o tipo de atividade agropecuária orgânica realizada e a frequência de imóveis rurais certificados. Dividindo o número de imóveis rurais com agricultura orgânica e o daqueles certificados pelo total de imóveis rurais foram calculados os percentuais (frequências relativas) de imóveis rurais com agricultura orgânica e com certificação, respectivamente. Os dados referentes a 2006 foram georreferenciados considerando a malha municipal digital referente a 2005, escala 1:500.000 (IBGE, 2006); e os referentes a 2017, considerando a malha municipal digital de 2015, escala 1:250.000 (IBGE, 2016).

Resultados das análises

O percentual de imóveis rurais brasileiros em que foi declarado que faziam agricultura orgânica foi inferior a 2% tanto em 2006 quanto em 2017. Em 2006, foi registrada **frequência** de 90.498 imóveis rurais do Brasil em que foi declarado o uso de agricultura orgânica (1,75%), e, de acordo com dados preliminares referentes ao Censo Agropecuário mais recente[4], em 2017, foram 68.716 imóveis (1,35%), o que indicaria uma redução de 21.782 imóveis rurais com agricultura orgânica no País entre esses anos (24,07%) (Figura 53.2). Nesse mesmo período houve queda de 1,99% do total de imóveis rurais do País (de 5.175.636 em 2006 a 5.072.152 em 2017, ou redução de um total de 81.702 imóveis rurais no Brasil).

As maiores frequências de imóveis que praticavam agricultura orgânica em 2006 foram registradas nas Regiões Nordeste e Sul (respectivamente, 42.236 e 19.276 imóveis rurais), tendo diminuído em ambas entre 2006 e 2017. Na Região Nordeste, caiu para menos da metade (foram registrados 19.148 imóveis rurais em 2017, representando queda de 54,66% em relação a 2006) e, na Região Sul, caiu mais de ¼ (14.116 imóveis rurais com uso de agricultura orgânica em 2017, representando queda de 26,77% em relação a 2006) (Figura 53.3).

As Regiões com maior número de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica em 2006 foram a Nordeste e a Sul (42.236 e 19.276 imóveis, respectivamente), e em 2017 foram a Sudeste e a Nordeste (19.684 e 19.148, respectivamente) (Figura 53.3a). Já em termos relativos, as Regiões com maior percentual de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica em 2006 foram a Sudeste e a Sul (2,03% e 1,92%, respectivamente), e, em 2017, a Centro-Oeste e a Sudeste (2,26% e 2,03%) (Figura 53.3b). Nas Regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste foi observada tendência de aumento do número de imóveis rurais com agricultura orgânica entre 2006 e 2017; e no Nordeste e Sul, tendência de queda.

Os Estados com maiores frequências de imóveis rurais em que era adotada agricultura orgânica em 2006 foram Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e Pernambuco (respectivamente, 15.194, 12.910, 8.532, 7.528 e 6.425 imóveis rurais); e em 2017 foram Minas Gerais, Pernambuco e Paraná (respectivamente, 10.905, 7.234 e 7.056 imóveis rurais em 2017 (Figura 53.4). A variação Estadual entre 2006 e 2017 foi bem acentuada, com alguns Estados apresentando aumento na frequência de imóveis com agricultura orgânica, como Pernambuco, São Paulo, Pará, Goiás e Rio de Janeiro; e

[4] Dados mais atuais disponibilizados pelo IBGE no momento (18 de outubro de 2019).

outros que apresentaram queda, como Bahia, Ceará, Rio Grande do Sul e Minas Gerais (Figura 53.4).

O Distrito Federal é a Unidade da Federação em que foram registrados maiores percentuais de imóveis rurais com agricultura orgânica (4,07% em 2006 e 9,45% em 2017), seguido por Roraima (0,62% em 2006 e 3,76% em 2017), Rio de Janeiro (1,65% em 2006 e 3,63% em 2017) e Alagoas (1,72% em 2006 e 3,44% em 2017) (Figuras 53.5 e 53.6). Em algumas Unidades da Federação, entre 2006 e 2017, foi registrado aumento considerável de imóveis rurais com agricultura orgânica (incrementos maiores do que 40%), como Roraima (889,06%), Amapá (248,28%), Distrito Federal (208,07%), Acre (163,09%), Rio de Janeiro (144,21%), Goiás (131,71%), Mato Grosso do Sul (74,90%), Rondônia (72,17%), Pará (68,84%), Alagoas (59,99%), São Paulo (45,15%) e Mato Grosso (42,19%). Já em outros foram verificadas reduções maiores do que 40%, como Tocantins (-100,00%), Piauí (-94,88%), Ceará (-91,02%), Bahia (-90,05%), Amazonas (-71,92%), Maranhão (-55,77%), Rio Grande do Sul (-51,48%) e Paraíba (-43,99%). Tocantins foi o único Estado em que não foi declarado o uso de agricultura orgânica em nenhum imóvel rural em 2017 (Figuras 53.5 a 53.7).

Em nível municipal foi observada grande dispersão e heterogeneidade espacial em termos de uso declarado de agricultura orgânica em 2006 e 2017 (Figura 53.7). Em 2006, os dez municípios com maiores frequências absolutas de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica foram Correntina-BA, Caetés-PE, Rio de Contas-BA, São Gabriel-BA, Barra-BA, Tracuateua-PA, Jacobina-BA, Tenente Laurentino Cruz-RN, Canapi-AL e Vitória da Conquista-BA (respectivamente, 567, 535, 493, 484, 448, 438, 410, 399 e 371 imóveis rurais); e em 2017 foram Canapi-AL, São Caitano-PE, Brasília-DF, Viamão-RS, Coração de Jesus-MG, Mata Grande-AL, Quedas do Iguaçu-PR, Araripina-PE, Triunfo-PE, Petrópolis-RJ (respectivamente, 668, 528, 496, 463, 453, 407, 383, 359, 357 e 332 imóveis rurais). Em termos de frequência relativa, entre os municípios com mais do que 30 imóveis rurais, aqueles com os dez maiores percentuais de imóveis em que foi declarado que faziam agricultura orgânica em 2006 foram São Sebastião-SP (87,88%), Tenente Laurentino Cruz-RN (78,74%), Parobé-RS (60,00%), Ubatuba-SP (54,93%), Santo André-PB (53,77%), Maturéia-PB (53,66%), São José do Pacuí-MG (46,61%), Luzinópolis-TO (46,32%),, Pingo D'Água-MG (41,32%), e Mâncio Lima-AC (39,42%); e, em 2017, Messias Targino-RN (92,96%), Córrego Novo-MG (87,17%), Itauçu-GO (57,80%), São José-SC (46,73%), Carnaúba dos Dantas-RN (46,71%), Cajamar-SP (45,83%), Americano do Brasil-GO (44,28%), Palma-MG (43,62%), Petrópolis-RJ (43,23%) e Franco da Rocha-SP (40,15%).

Entre os imóveis rurais do País em que foi declarado que se fazia agricultura orgânica em 2006, quase 60% destes era para a produção vegetal (56,69% para a produção vegetal, representando 51.302 imóveis rurais e 0,99% do total de imóveis rurais do País), e, em 2017, a proporção destes aumentou um pouco (65,37% para a produção vegetal e 7,07% para as produções vegetal e pecuária; correspondendo, respectivamente, a 45.572 e 10.858 imóveis rurais; ou seja, 50.501 imóveis rurais do País) (Figura 53.8). No caso da produção orgânica animal, havia 39.196 imóveis rurais em 2006 (43,31% dos que fazem agricultura orgânica) e 29.073 para pecuária em 2017, 10.858 destes adotando agricultura orgânica para as produções pecuária e vegetal. Para a produção animal, em 2006, foram registrados 39.169 imóveis rurais do País (0,76%), e para a pecuária, em 2017, 29.073 imóveis rurais (0,57%). Entre os registrados em 2017, 10.858 destes também praticavam agricultura orgânica para a produção vegetal (Figura 53.8).

Em 2006, as Regiões Geográficas com maior predominância de imóveis com produções orgânicas vegetais e animais foram Nordeste, Sudeste e Sul (respectivamente, 27.193, 9.167 e 9.909 imóveis rurais com produção vegetal orgânica e 15.043, 9.549 e 9.367 imóveis rurais com produção animal orgânica) (Figura 53.9a). Em 2017, as Regiões com maior número de imóveis rurais em que foi registrada a adoção de agricultura orgânica para a produção vegetal também foram a Nordeste, Sudeste e Sul (respectivamente, com 15.670, 13.138 e 10.852 imóveis rurais[5]), e Sudeste, Nordeste e Sul no caso da produção animal orgânica (respectivamente, 8.907, 7.996 e 5.134 imóveis rurais) (Figura 53.8b). Em termos relativos, no ano de 2006, os maiores percentuais de imóveis rurais com produção vegetal orgânica foram observados nas Regiões Nordeste, Sudeste e Sul (1,11%, 0,99% e 0.98% dos imóveis rurais da Região); e, em 2017, nas Regiões Sudeste, Cento-Oeste e Sul (respectivamente, 1,35%, 1,35% e 1,27%). Já os maiores percentuais de imóveis rurais com produção animal orgânica em 2006 foram registrados nas Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste (respectivamente, 1,04%, 0,93% e 0,91%), e em 2017, na Centro-Oeste, Sudeste e Sul (respectivamente, 1,15%, 0,72% e 0,50% dos imóveis rurais dessas Regiões) (Figura 53.10).

Em 2006, os Estados que apresentaram a maior frequência absoluta de imóveis rurais com agricultura orgânica para a produção vegetal foram Paraíba (9.381), Rio Grande do Norte (5.712), Sergipe (4.461), Tocantins (4.240) e Pará (4.046); e para a produção animal foram Rio Grande do Norte (7.198), Paraíba (5.813), Pará (4.486) e

[5] Imóveis com produção vegetal orgânica = imóveis com produção orgânica apenas vegetal + imóveis com produções orgânicas vegetal e animal. O mesmo critério foi adotado para contabilizar os imóveis com produção pecuária (animal) orgânica em 2017.

Tocantins (3.288) (Figura 53.11). Em termos relativos, Roraima (2,28%), Minas Gerais (1,85%) e Mato Grosso (1,51%) apresentaram as maiores frequências de imóveis com produção vegetal orgânica, e Roraima (1,80%), Rio Grande do Norte (1,30%) e Paraná (1,30%) as maiores frequências de imóveis com produção animal orgânica (Figura 53.12).

Em 2017, os Estados com a maior frequência absoluta de imóveis com agricultura orgânica na produção vegetal foram Minas Gerais (6.925), Paraná (5.281) e Pernambuco (1.820). Para produção vegetal e pecuária orgânicas foram Pernambuco (2.454) e Minas Gerais (1.526), e para a produção pecuária orgânica foram Minas Gerais (5.416), Paraná (2.648) e Goiás (2.039) (Figura 53.13). Os Estados com maiores frequências de imóveis com ambos os tipos de produção orgânica (vegetal e pecuária) foram Pernambuco (2.454), Minas Gerais (1.526) e Paraná (893). Em termos relativos, os maiores percentuais de imóveis rurais com produção vegetal orgânica foram registrados no Distrito Federal (8,58%), Roraima (3,10%) e Alagoas (3,08%); e na produção pecuária orgânica foram Distrito Federal (2,81%), Rio de Janeiro (1,71%) e Acre (1,69); já aqueles com maiores percentuais de imóveis com produção tanto vegetal quanto pecuária orgânicas foram Distrito Federal (1,93%), Acre (1,31%) e Pernambuco (0,87%) (Figura 53.14). Em nível municipal observa-se grande heterogeneidade espacial em termos de predominância da adoção declarada de agricultura orgânica para as produções vegetal e animal, tanto em 2006 quanto em 2017, sem padrão facilmente identificável de variação geográfica (Figura 53.15). Na maioria dos municípios com imóveis rurais em que foi declarado que se fazia agricultura orgânica, esta destinava-se para a produção vegetal.

Para o Censo Agropecuário referente a 2006 foram disponibilizados dados sobre o tipo de atividade agropecuária orgânica declarada. No caso da produção vegetal, a maioria dos imóveis rurais do País com adoção de agricultura orgânica foi para a produção de lavouras temporárias, permanentes e horticultura/floricultura (respectivamente, em 29.656, 9.541 e 8.840 imóveis rurais do Brasil; ou seja, 0,57%, 0,18% e 0,17% dos imóveis rurais do País). Daqueles com produção orgânica de lavouras temporárias, 1.025 imóveis rurais (3,46%) apresentavam certificação orgânica. Entre os com produção orgânica de lavouras permanentes, 1.012 imóveis (11,45%) eram certificados; e no caso da produção orgânica para horticultura e floricultura, 1.033 imóveis (10,83%) apresentavam certificação (Figura 53.16). Os imóveis rurais em que foi declarada a adoção de práticas orgânicas na pecuária e criação de outros animais representaram 38.690; ou seja, 0,75% dos imóveis rurais do País em 2006, dos quais 1.883 imóveis (0,04% destes) apresentavam certificação orgânica (Figura 53.16).

Dados sobre a variação geográfica de imóveis rurais de cada tipo de produção orgânica em **2006** por Região Geográfica, Unidade da Federação e município são apresentados nas Figuras 53.17 a 53.22. A Região Nordeste foi a que apresentou maior número e percentual de imóveis rurais em que foi declarada a produção orgânica de **lavouras temporárias** (17.991 imóveis, 0,73% dos do País), com destaque para os Estados da Bahia (5.013 imóveis, 0,70%) e Pernambuco (3.167 imóveis, 1,04%) (Figuras 53.17 e 53.18). Na produção de **horticultura e floricultura** orgânicas, as maiores frequências absoluta e relativa de imóveis rurais foram levantadas na Região Sul (respectivamente, 5.897 imóveis ou 0,29% daqueles do país), como destaque para o Estado do Paraná (1.295 imóveis, 0,35%). Em termos proporcionais, destacaram-se o Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo (respectivamente, 1,26%, 0,43% e 0,42% dos imóveis rurais) (Figuras 53.17 e 53.19). No caso das **lavouras permanentes** orgânicas, o maior número de imóveis rurais foi registrado na Região Nordeste (5.038), porém o maior percentual de imóveis rurais correspondeu à Região Sudeste (0,27%) (Figura 53.17). Em termos absolutos, destacaram-se os Estados da Bahia e Minas Gerais (2.450 e 1.255 imóveis rurais, respectivamente), mas, em termos relativos, apresentaram percentuais mais elevados o Espírito Santo e o Rio Grande do Norte (0,77% e 0,65%, respectivamente) (Figura 53.20). Referente à produção orgânica na **pecuária e criação de outros animais**, o maior número de imóveis rurais foi contabilizado na Região Nordeste (faltou o percentual), porém o maior percentual correspondeu à Região Sudeste (1,03%) (Figura 53.17). O maior número de imóveis com produção orgânica foi registrado nos Estados de Minas Gerais (7.156), Bahia (5.778) e Rio Grande do Sul (4.437); enquanto os maiores percentuais de imóveis rurais por Unidade da Federação foram levantados no Distrito Federal (1,77%), Minas Gerais (1,30%) e Tocantins (1,30) (Figura 53.21).

A produção orgânica de outras classes agrícolas não ultrapassou 0,05% dos imóveis rurais por Região Geográfica (Figuras 53.17 e 53.22). A de florestas plantadas apresentou maior número de imóveis no Estado de Minas Gerais (353, 0,06%) e Bahia (352, 0,05%). No caso das florestas nativas destacaram-se Bahia (322 imóveis rurais, 0,04%), Maranhão (244 imóveis, 0,09%), Minas Gerais (177 imóveis, 0,03%) e Piauí (139 imóveis, 0,06%). Na produção de sementes e mudas orgânicas, as maiores frequências de imóveis rurais com produção orgânica foram registradas em Minas Gerais (9 imóveis rurais, 0,024%), Rio Grande do Sul (8 imóveis, 0,0015%) e Bahia (7 imóveis, 0,016%). Na pesca orgânica destacaram-se Amazonas (38 imóveis rurais, 0,06%) e Maranhão (30 imóveis, 0,01%); e, na aquicultura orgânica, Paraná (48 imóveis rurais, 0,01%), Rio Grande do Sul (45 imóveis, 0,01%) e Minas Gerais (39 imóveis, 0,01%).

Em 2006, algumas regiões do Brasil apresentaram maiores concentrações de municípios que apresentaram percentuais mais altos de imóveis rurais em que foi declarado que faziam agricultura orgânica, como no terço sul do Rio Grande do Sul, no terço sudeste do Paraná, no noroeste do Mato Grosso do Sul, em municípios do leste do Amazonas e do oeste do Pará, na Mesorregião Extremo Oeste da Bahia, entre outros. Em diversos casos, nos municípios com maiores percentuais de imóveis rurais com declaração de realização de um tipo de atividade orgânica também foram nos que predominaram outros tipos de atividades orgânicas, podendo tratar-se, em muitos casos, das mesmas propriedades, que praticavam agricultura orgânica para as diversas atividades realizadas nelas (Figura 53.22). Assim, na Região Nordeste foi adotada agricultura orgânica predominantemente para a “produção de lavouras temporárias”, “pecuária e criação de outros animais”, ”produção de lavouras permanentes” e “horticultura e floricultura” (17.991, 14.884, 5.038 e 2.579 imóveis rurais, respectivamente). Nas Regiões Sudeste e Sul, predominou o uso de agricultura orgânica para a “pecuária e criação de outros animais”, “produção de lavouras temporárias”, “horticultura e floricultura” e “produção de lavouras permanentes” (respectivamente, 9.486, 3.453, 2.562 e 2.532 imóveis rurais da Região Sudeste e 9.229, 5.315, 2.897 e 1.066 imóveis rurais da Região Sul). Nas Regiões Norte e Centro-Oeste, as maiores frequências de adoção de agricultura orgânica em 2006 foram na “pecuária e criação de outros animais” e na ”produção de lavouras temporárias” (respectivamente, 2.259 e 2.301 imóveis rurais na Região Norte, e 2.871 e 596 na Centro-Oeste) (Figuras 53.17 a 53.22).

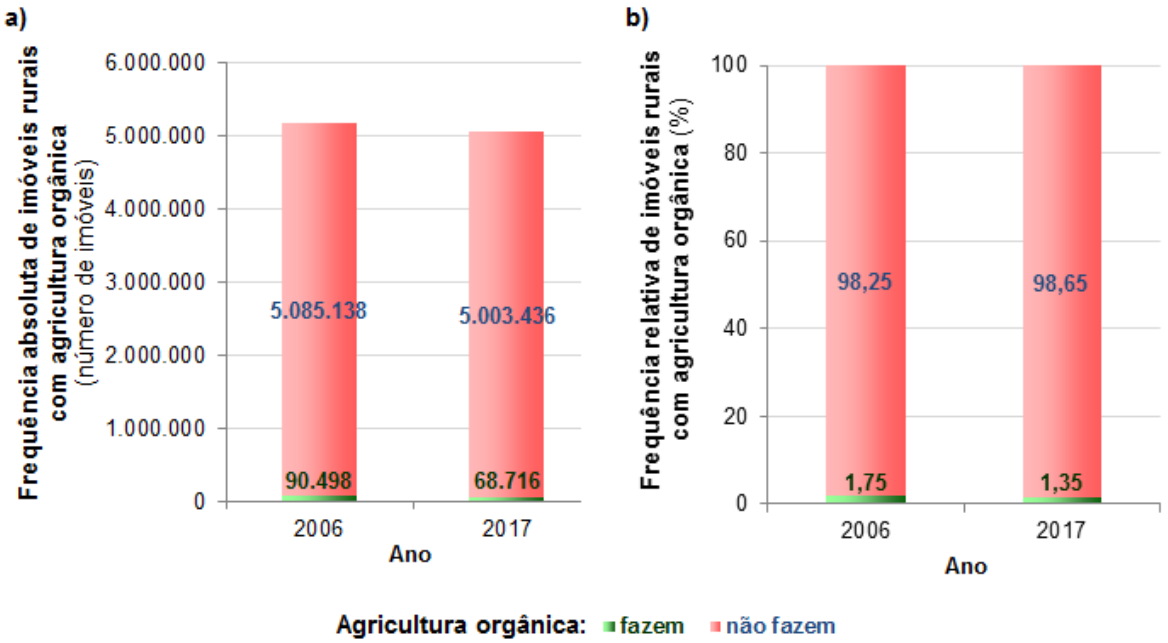


Figura 53.2. Frequência de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica no Brasil em 2006 e 2017. a) frequência absoluta; b) frequência relativa.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007, 2018a).

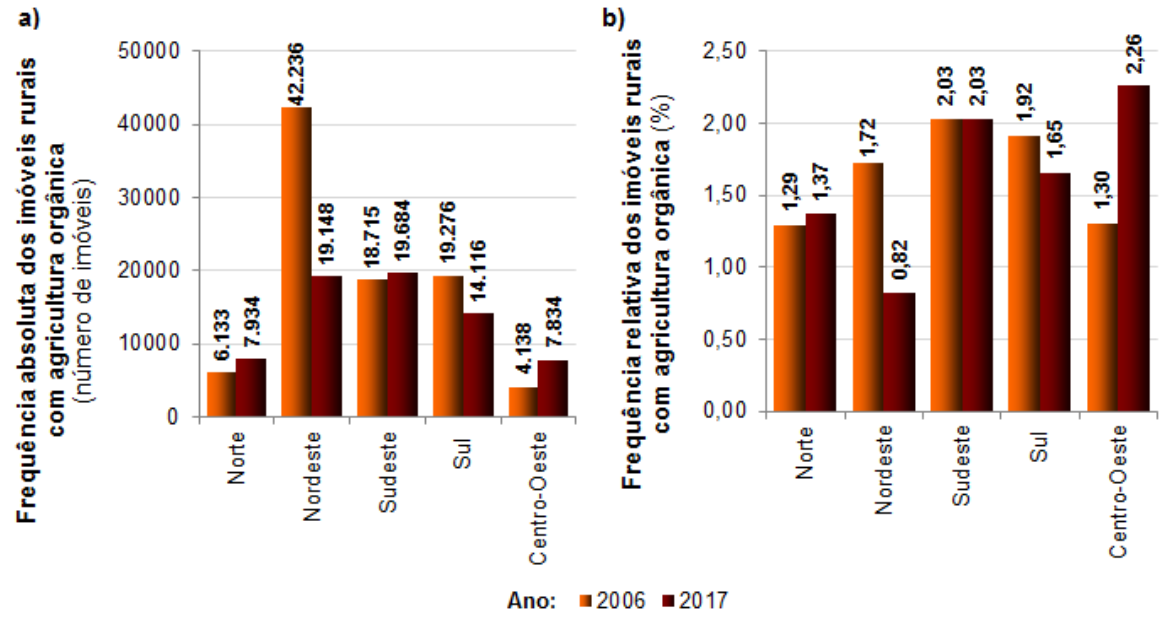


Figura 53.3. Frequência de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica por Região Geográfica do Brasil em 2006 e 2017. a) frequência absoluta; b) frequência relativa.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007, 2018a).

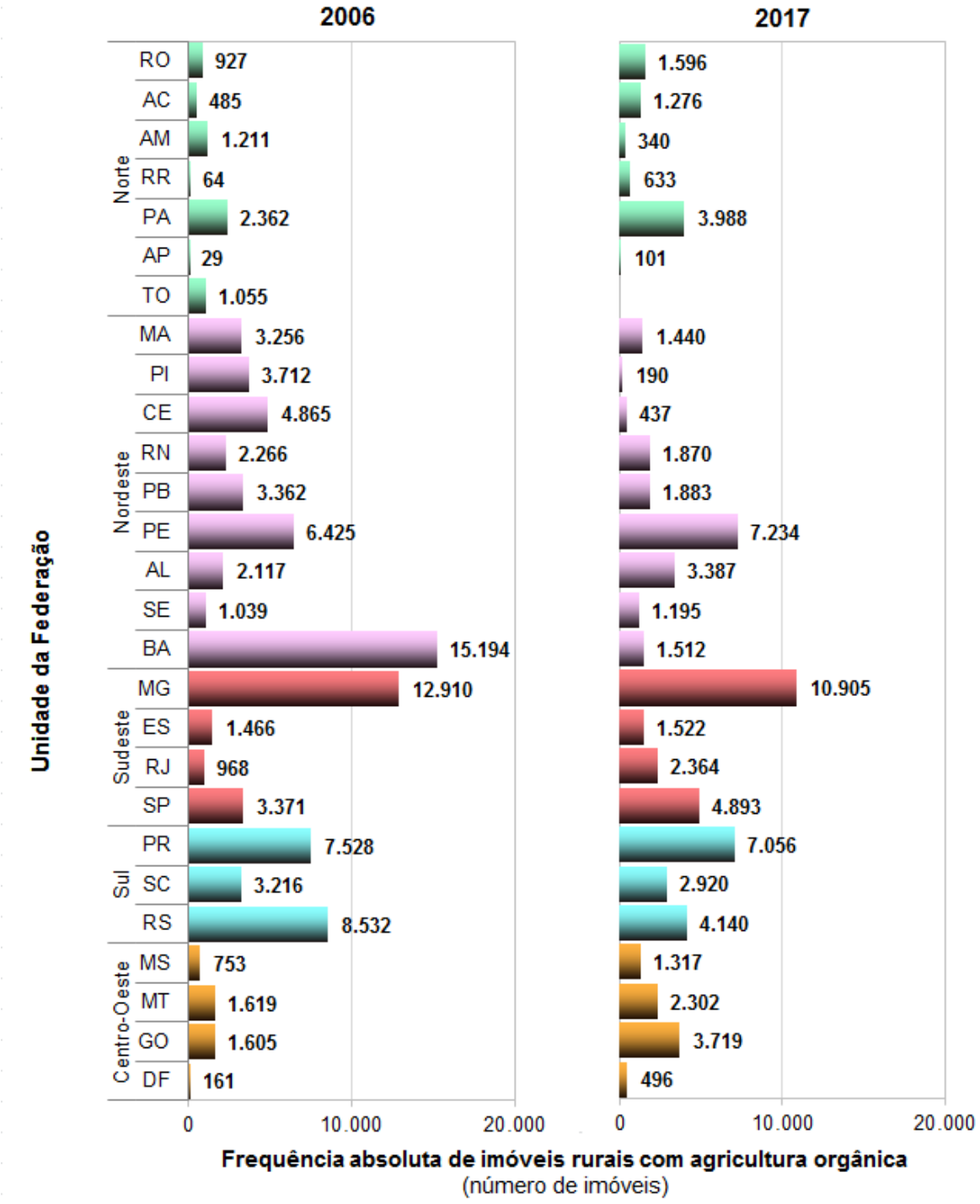


Figura 53.4. Frequência absoluta de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica por Unidade Federativa do Brasil em 2006 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007, 2018a).

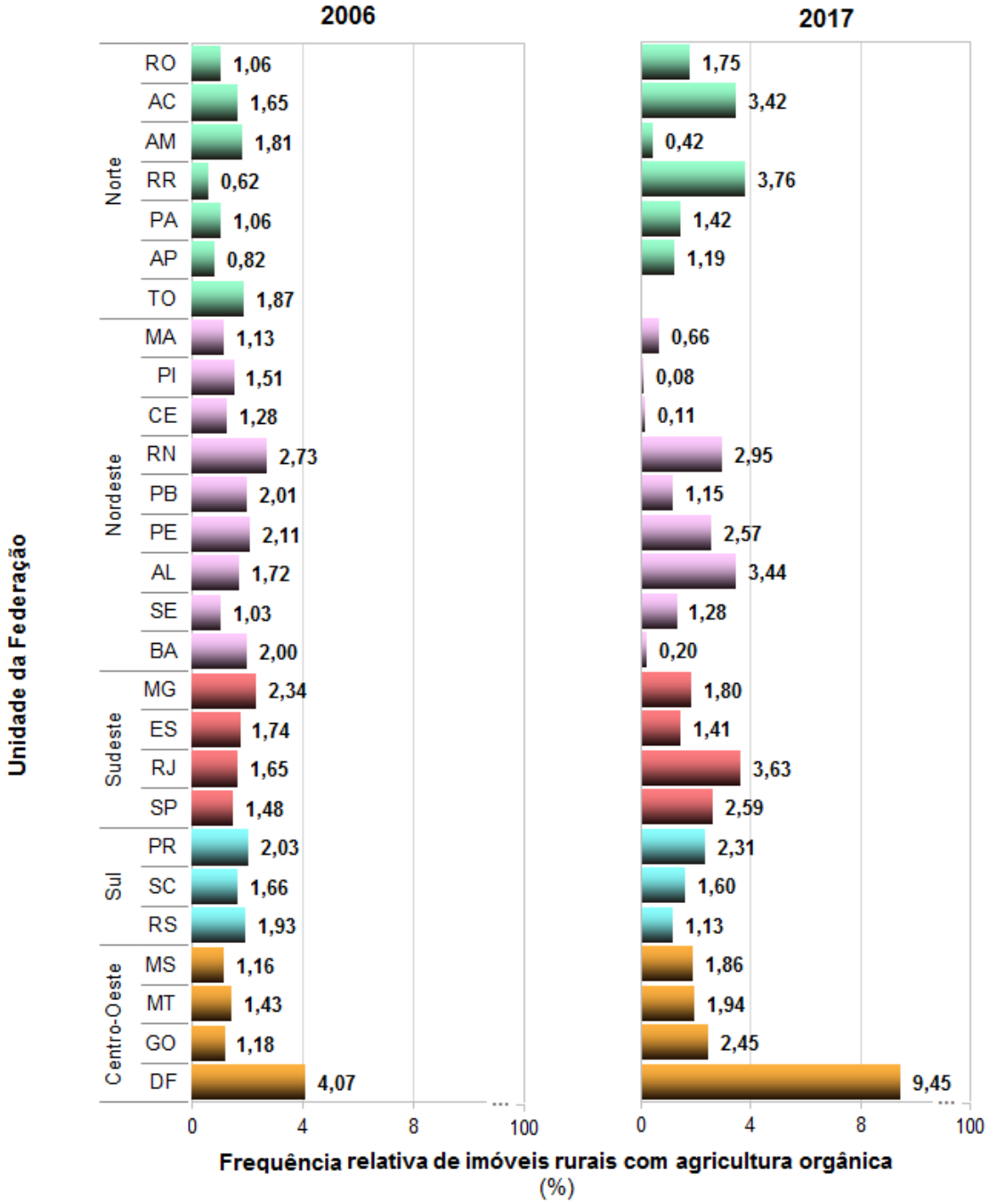


Figura 53.5. Percentual de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica por Unidade Federativa do Brasil em 2006 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007, 2018a).

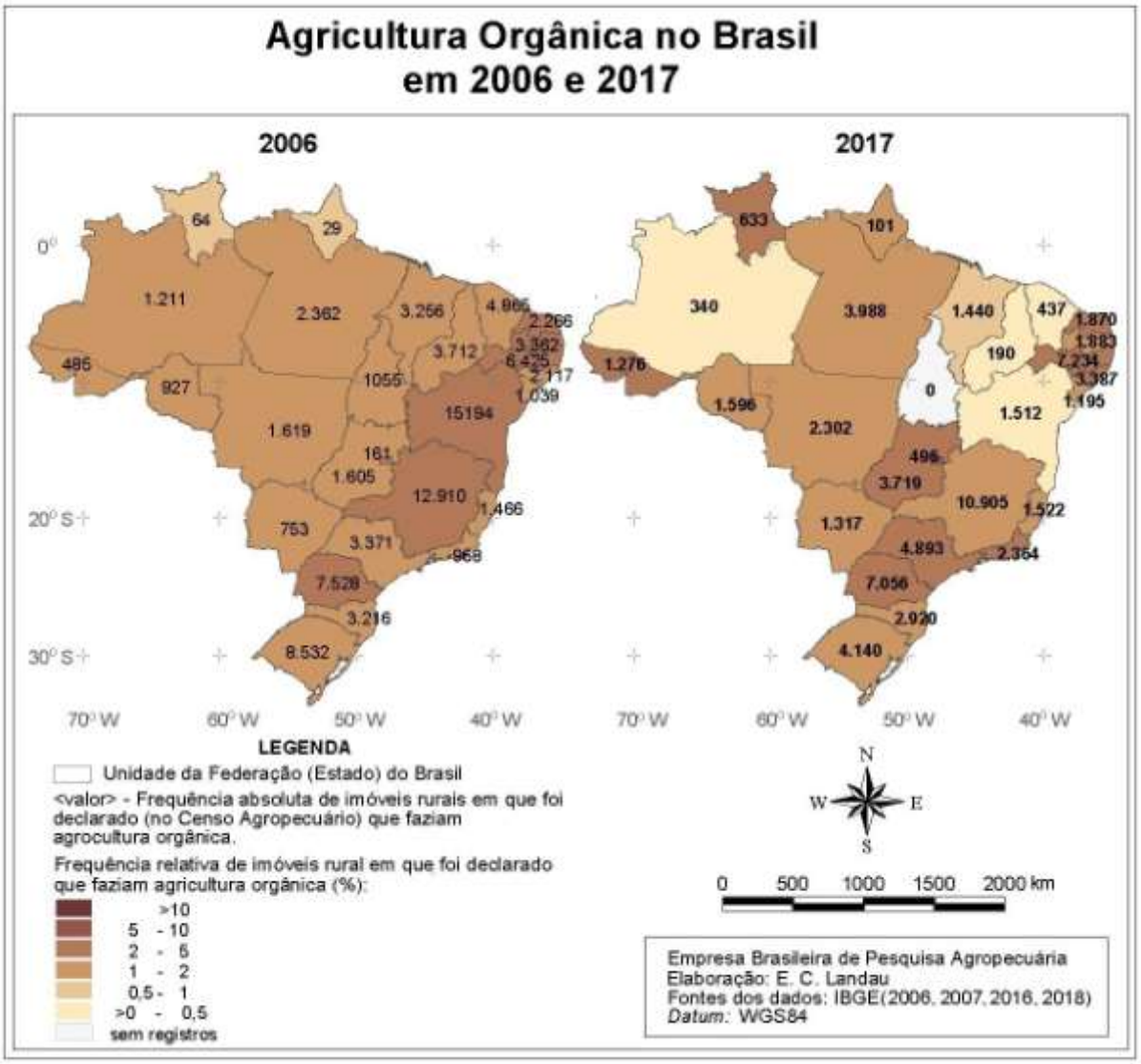


Figura 53.6. Variação geográfica da frequência de imóveis rurais por Unidade da Federação do Brasil em que foi declarado que se fazia agricultura orgânica em 2006 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2006, 2007, 2016, 2018b).

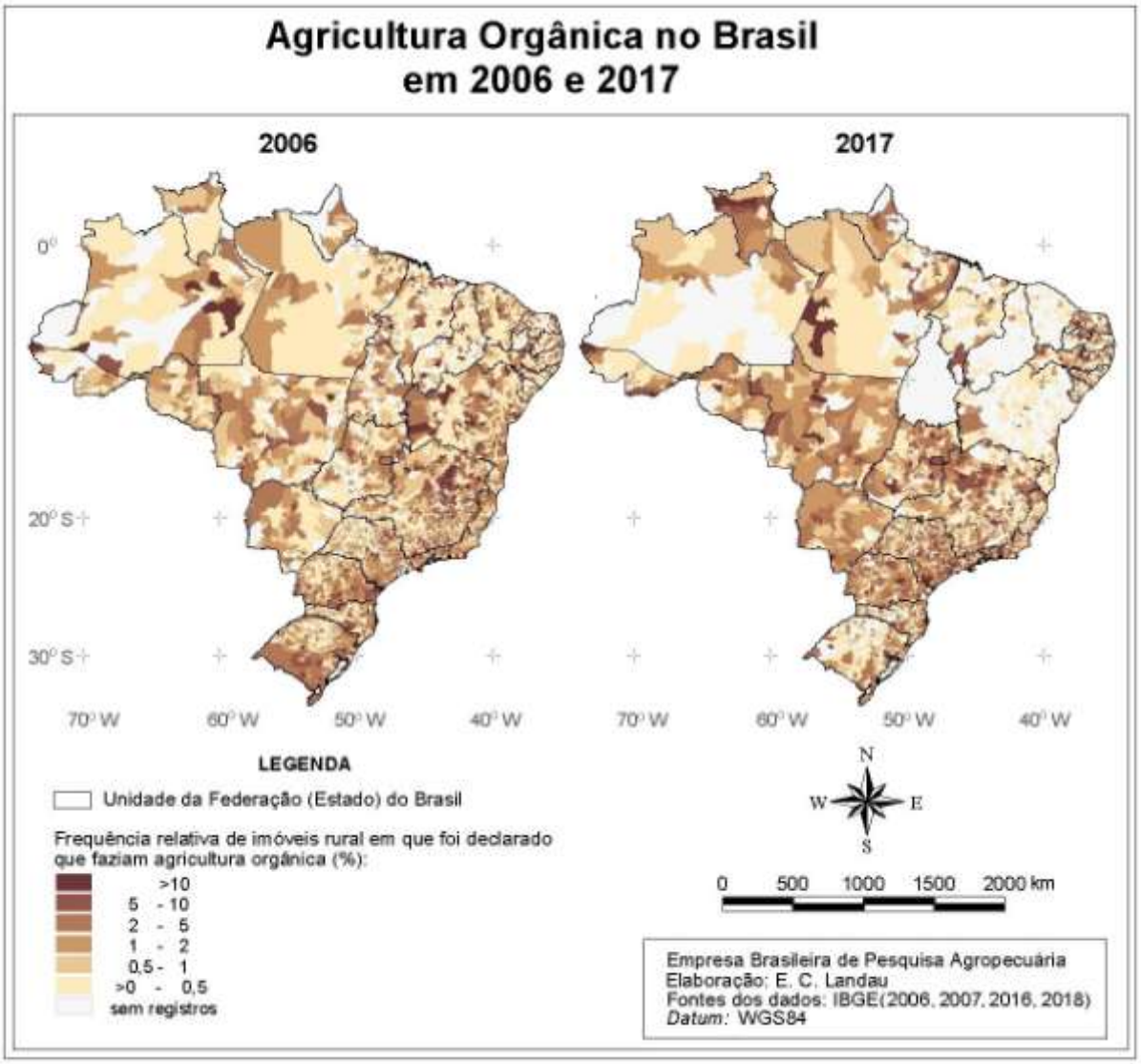


Figura 53.7. Variação geográfica da frequência de imóveis rurais por município do Brasil em que foi declarado que se fazia agricultura orgânica em 2006 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2006, 2007, 2016, 2018b).

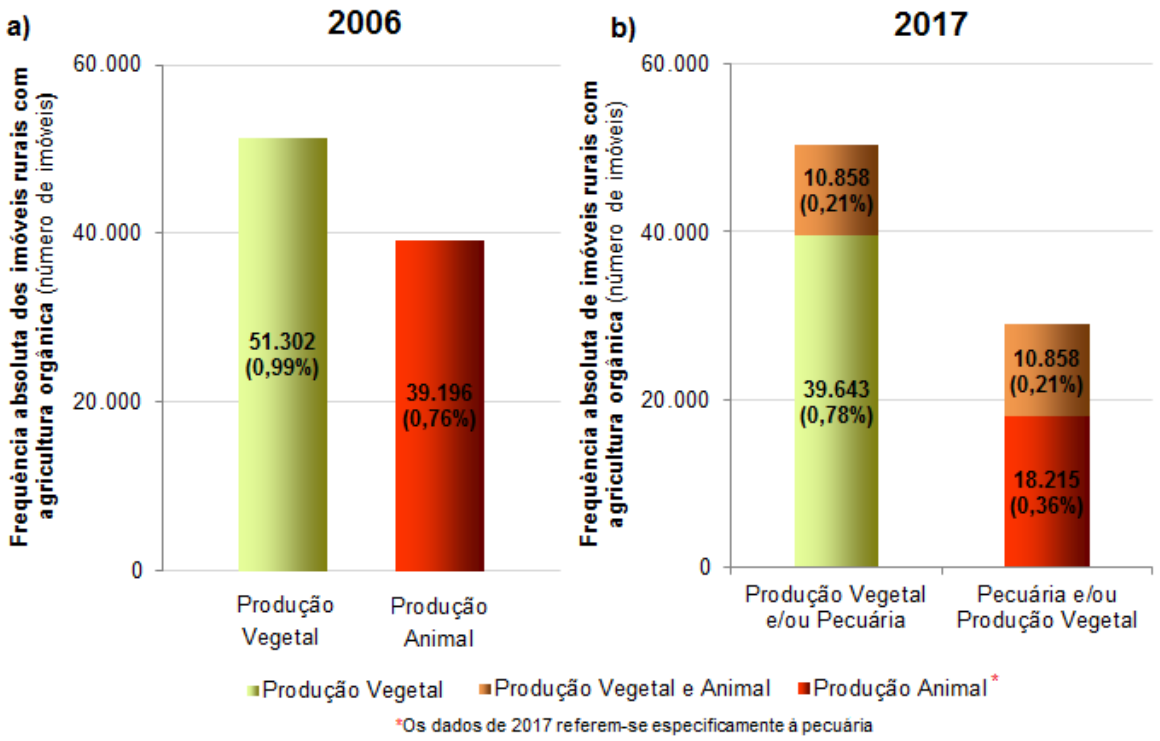


Figura 53.8. Frequência de imóveis rurais com agricultura orgânica na produção vegetal e/ou animal no Brasil em 2006 e 2017. a) frequências absoluta e relativa em 2006; b) frequências absoluta e relativa em 2017.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007, 2018a).

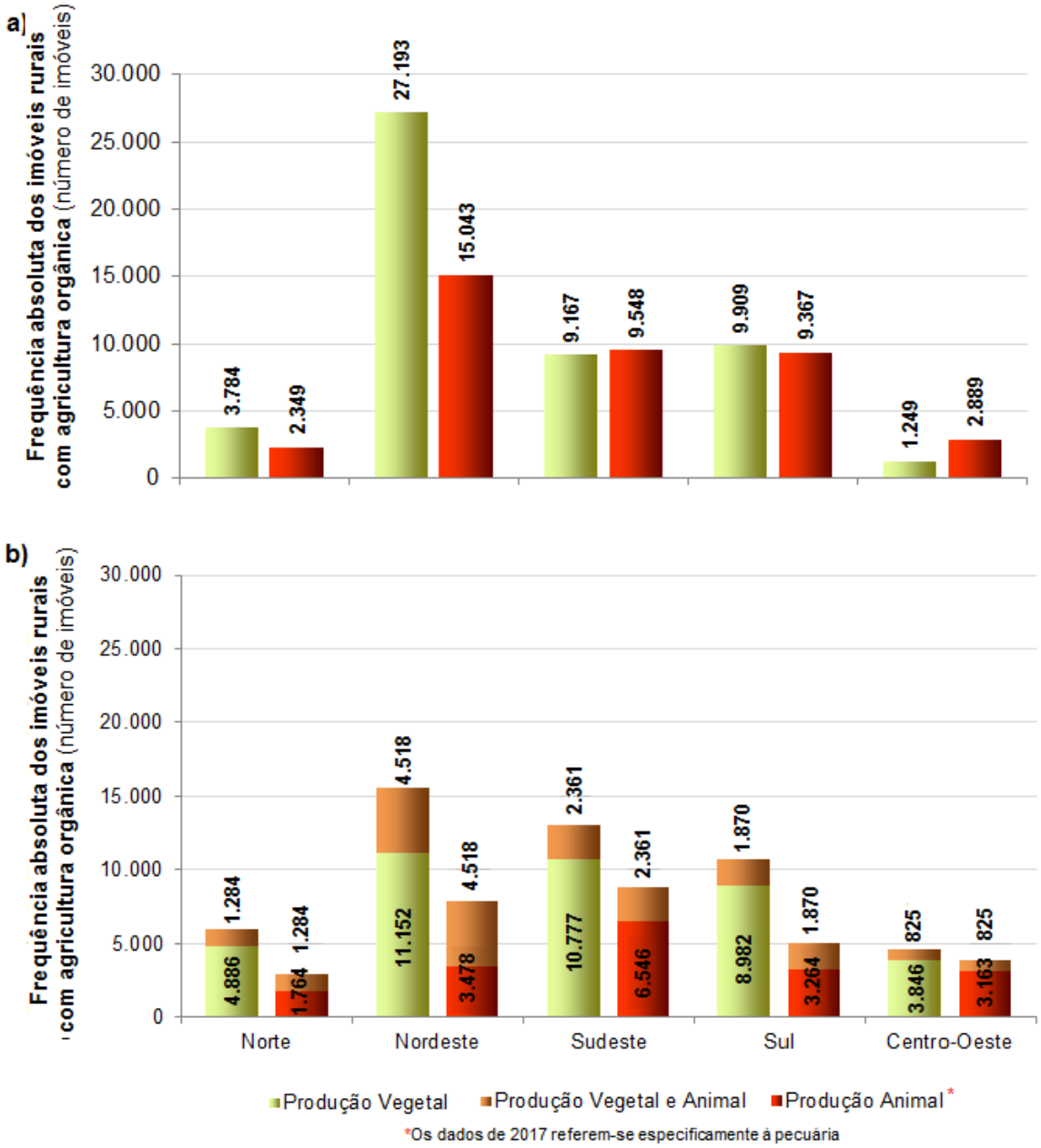


Figura 53.9. Frequência absoluta de imóveis rurais com agricultura orgânica na produção vegetal e/ou animal no Brasil em 2006 e 2017: a) 2006; b) 2017. Em 2006 não foram disponibilizados dados sobre o quantitativo de imóveis rurais com ambas as produções: vegetal e animal.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007, 2018a).

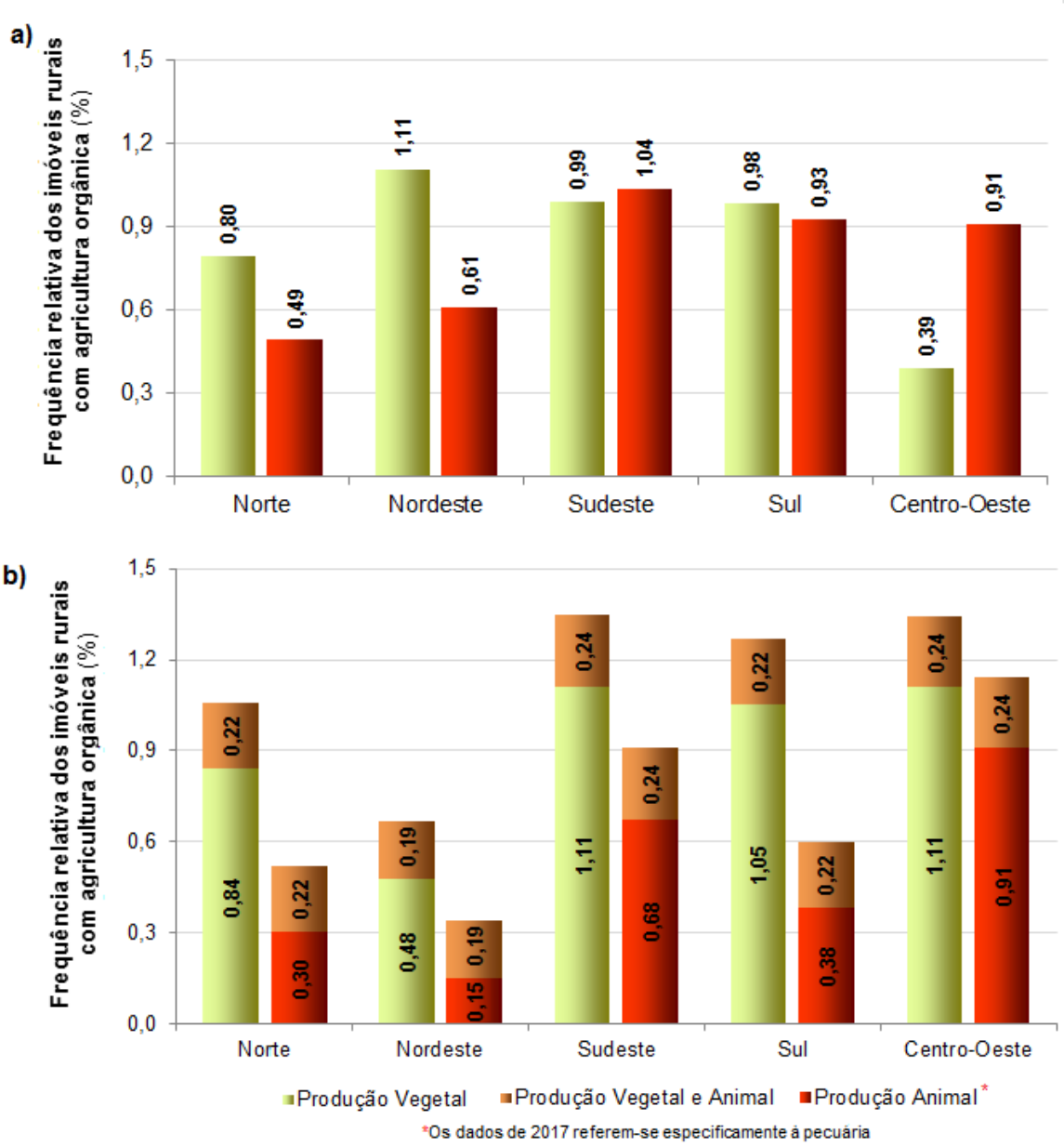


Figura 53.10. Percentual de imóveis rurais com agricultura orgânica na produção vegetal e/ou animal no Brasil em 2006 e 2017: a) 2006; b) 2017. Em 2006 não foram disponibilizados dados sobre o quantitativo de imóveis rurais com ambas as produções: vegetal e animal.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007, 2018a).

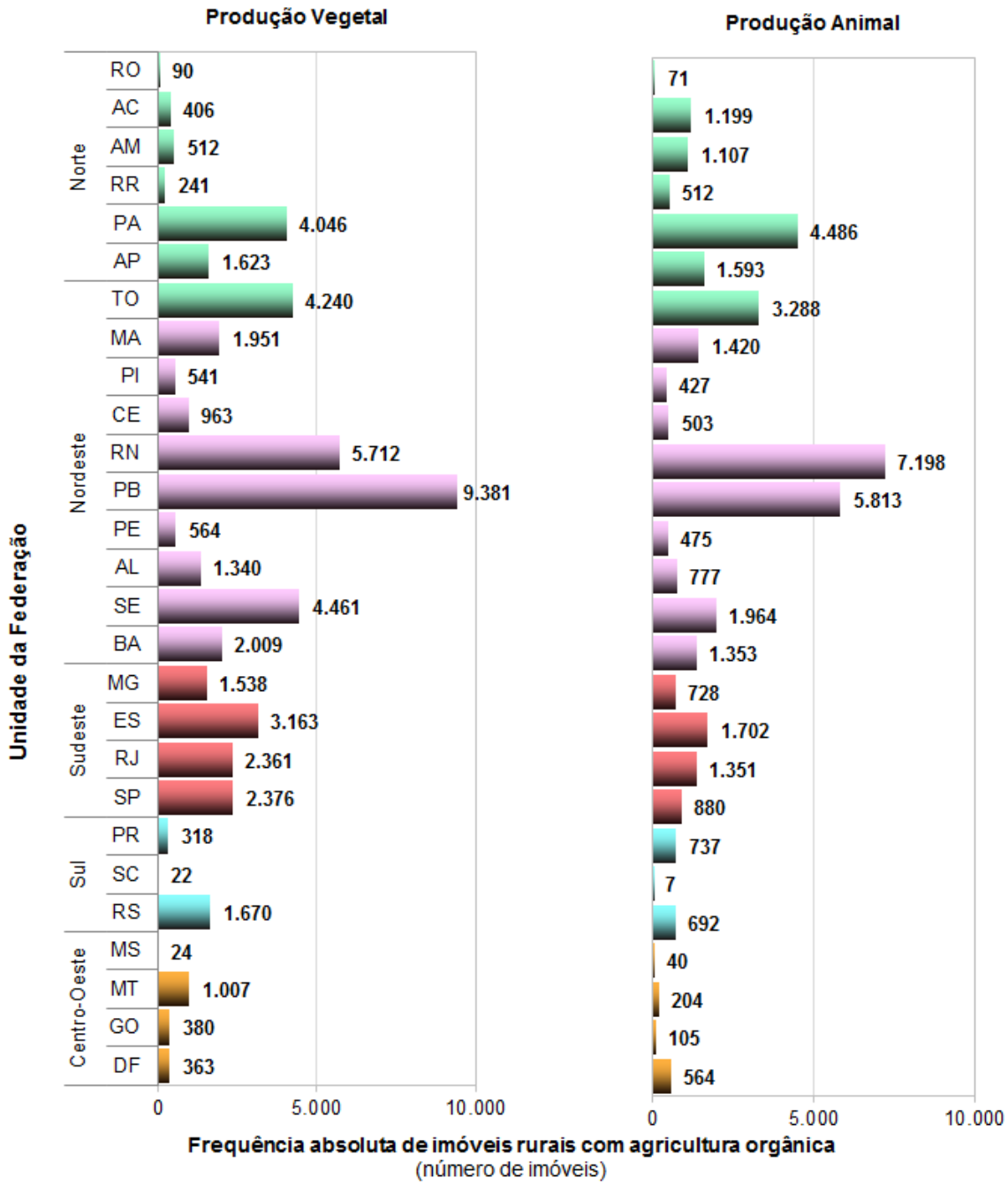


Figura 53.11. Frequência absoluta de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica por Unidade da Federação do Brasil em 2006.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

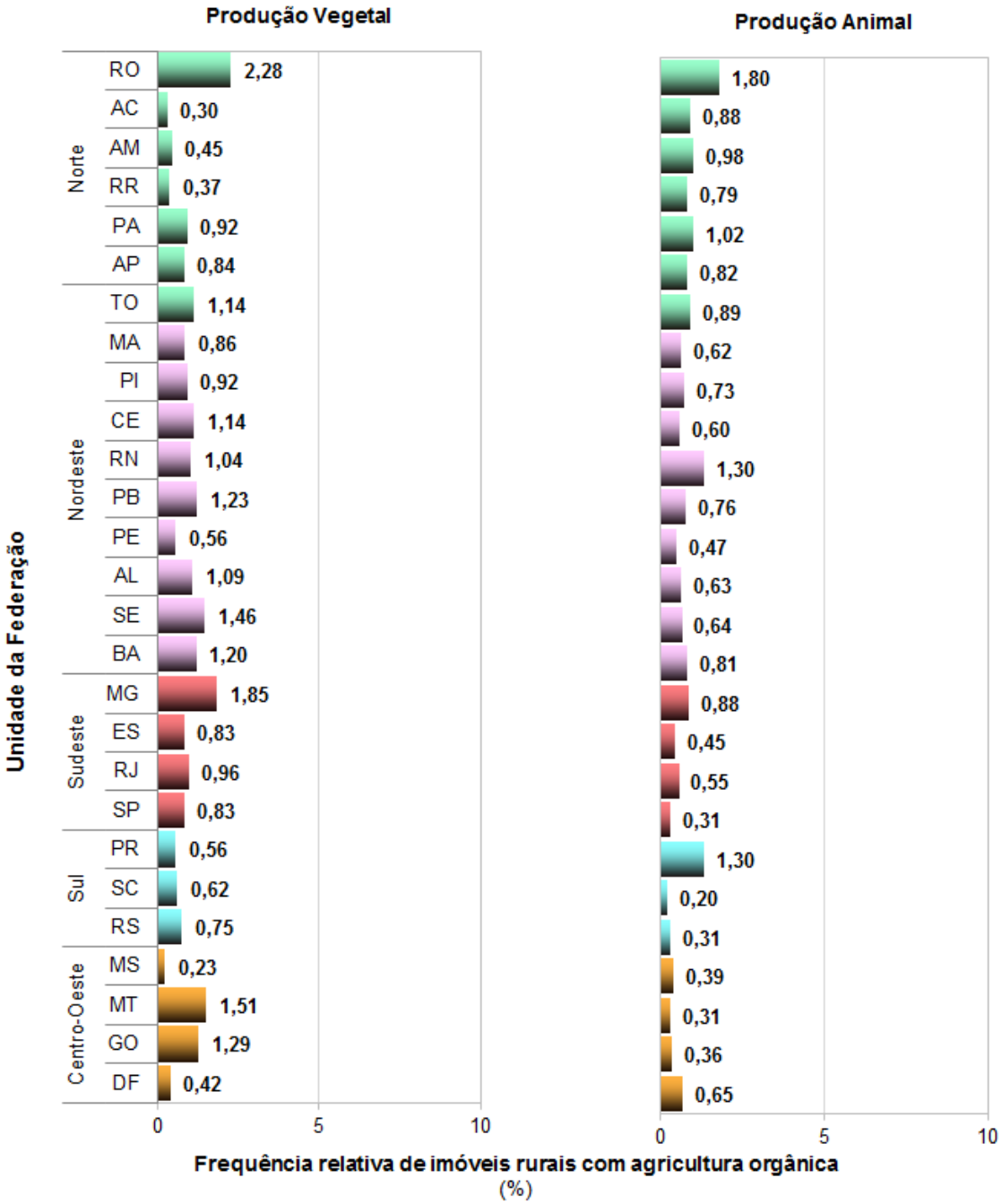


Figura 53.12. Percentual de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica por Unidade da Federação do Brasil em 2006.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

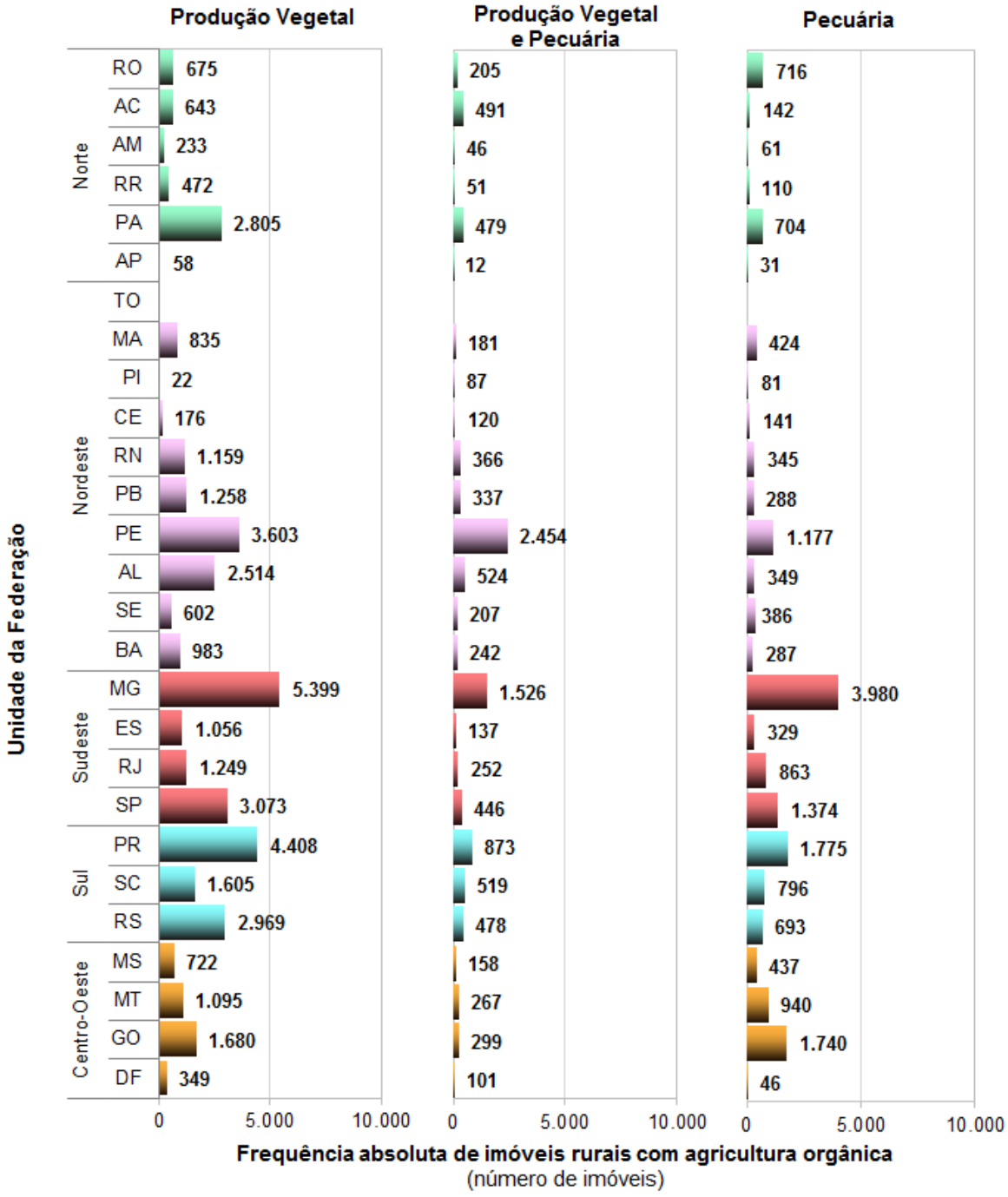


Figura 53.13. Frequência absoluta de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica nas Unidades da Federação do Brasil em 2017.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2018a).

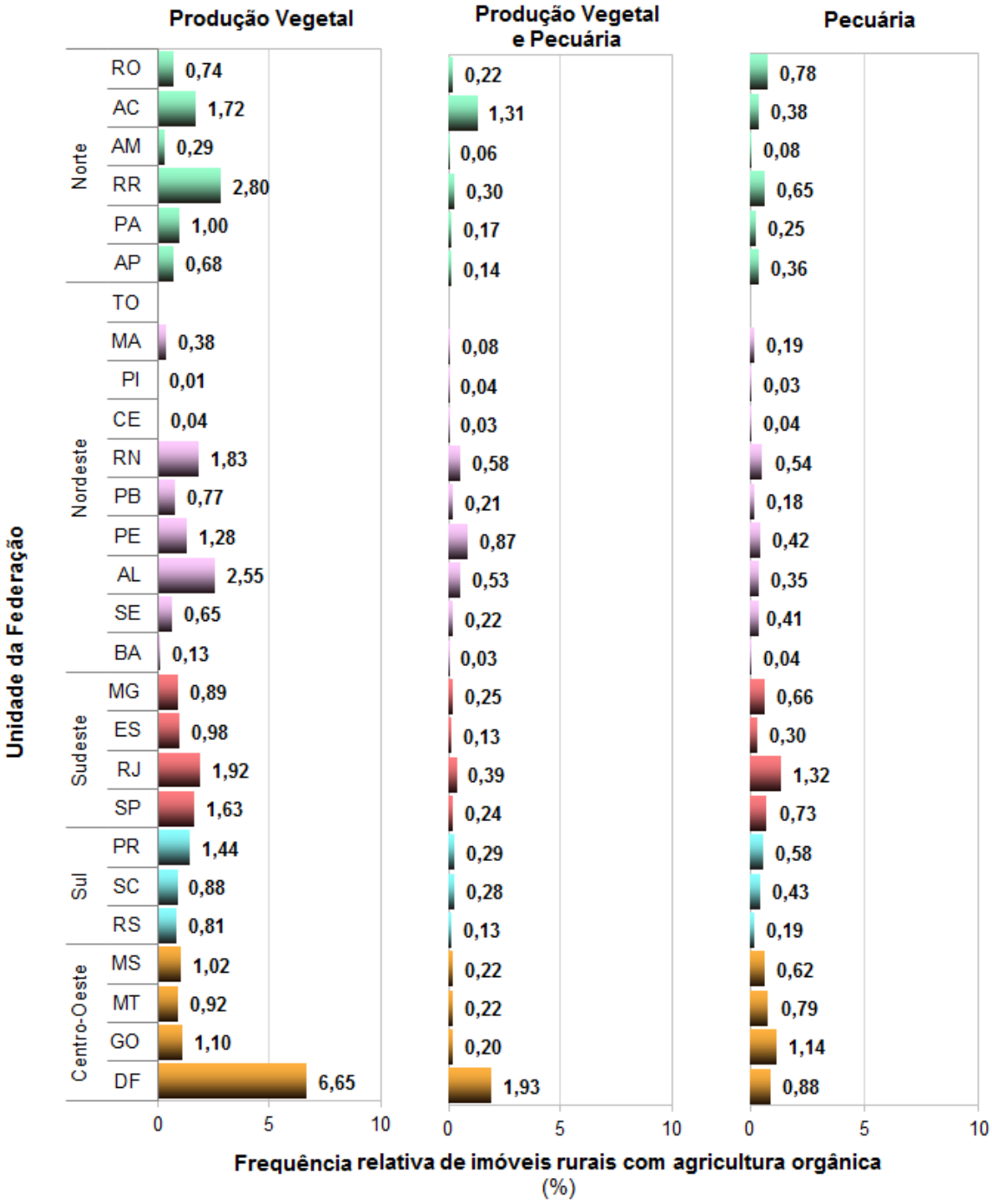


Figura 53.14. Percentual de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica nas Unidades da Federação do Brasil em 2017.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2018a).

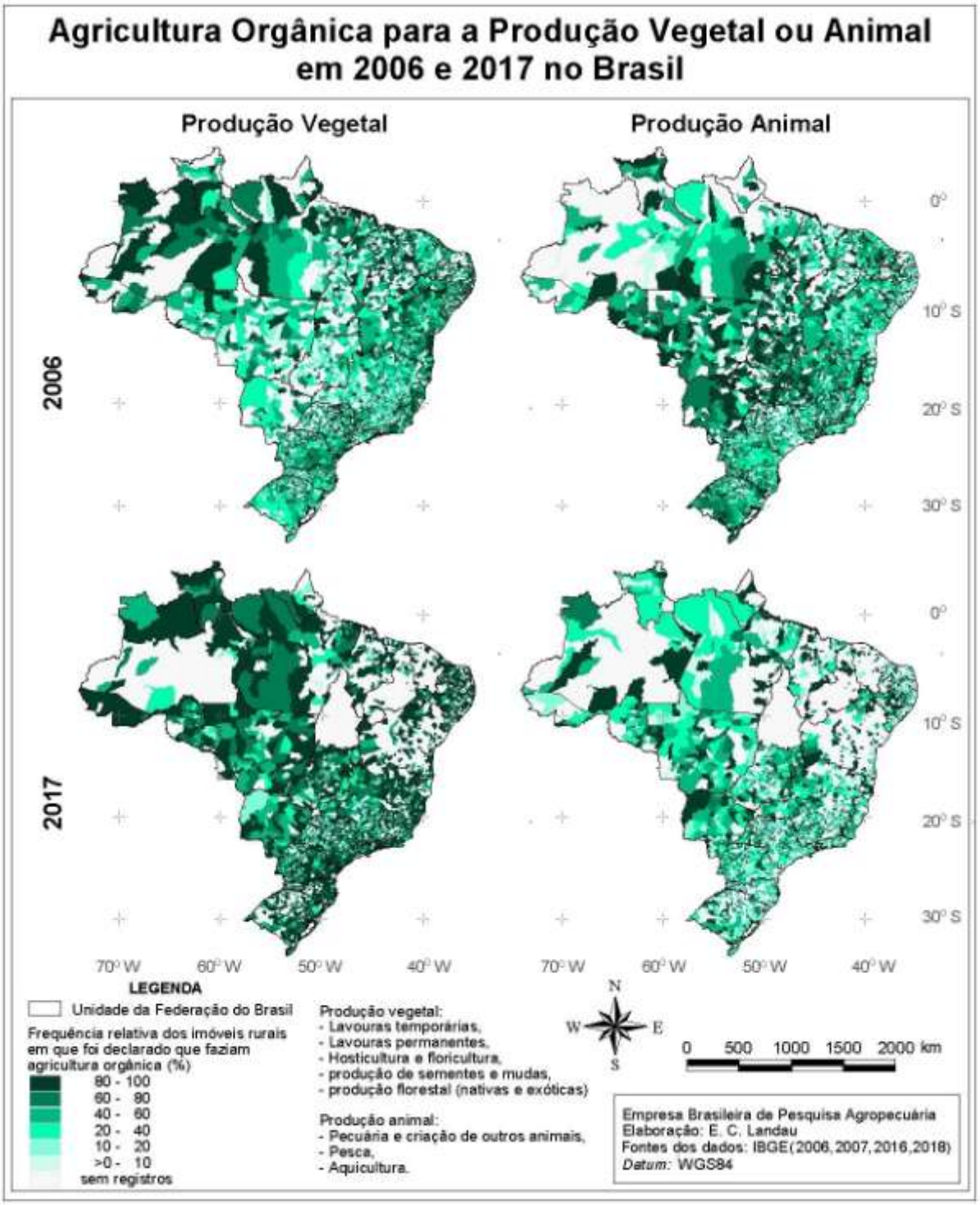


Figura 53.15. Percentual dos imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica em que ocorria produção orgânica vegetal ou animal por município do Brasil em 2006 e 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2006, 2007, 2016, 2018a, 2018b).

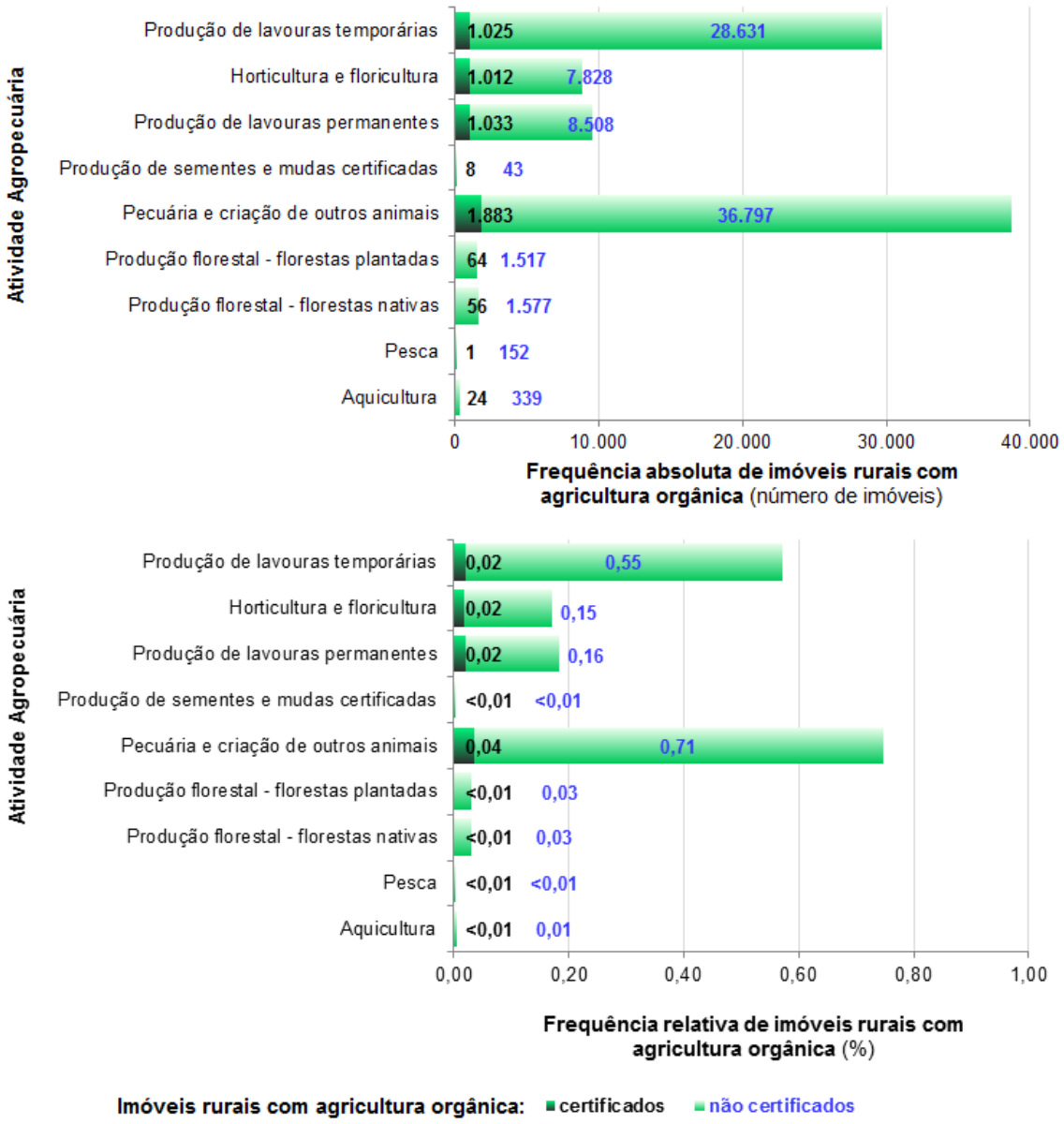


Figura 53.16. Frequência de imóveis rurais do Brasil em que foi declarado o uso de agricultura orgânica certificada ou não em 2006 por tipo de atividade agropecuária: a) frequência absoluta; b) frequência relativa.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

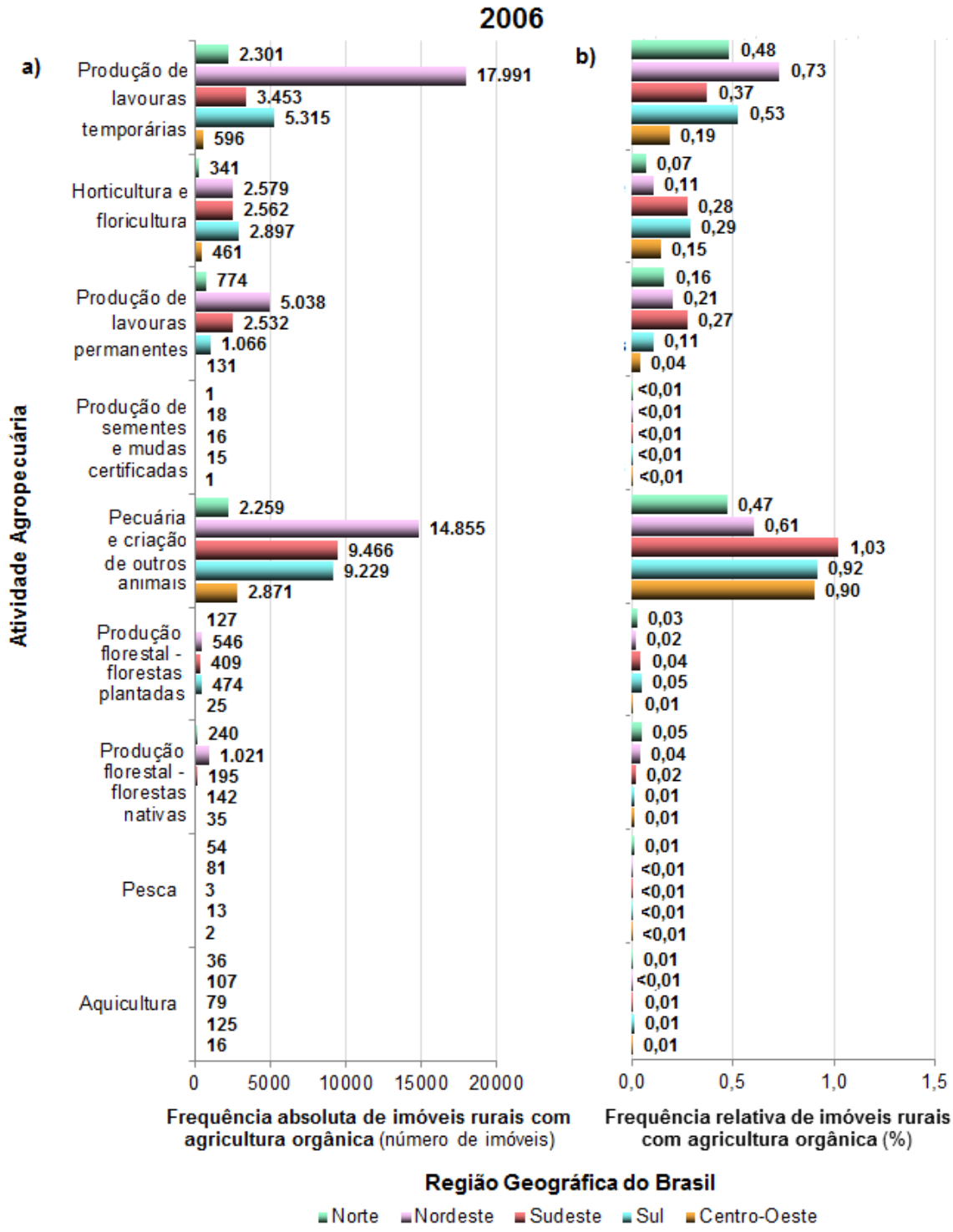


Figura 53.17. Frequência de imóveis rurais por Região Geográfica do Brasil em que foi declarado o uso de agricultura orgânica por atividade agropecuária em 2006. a) frequência absoluta; b) frequência relativa.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

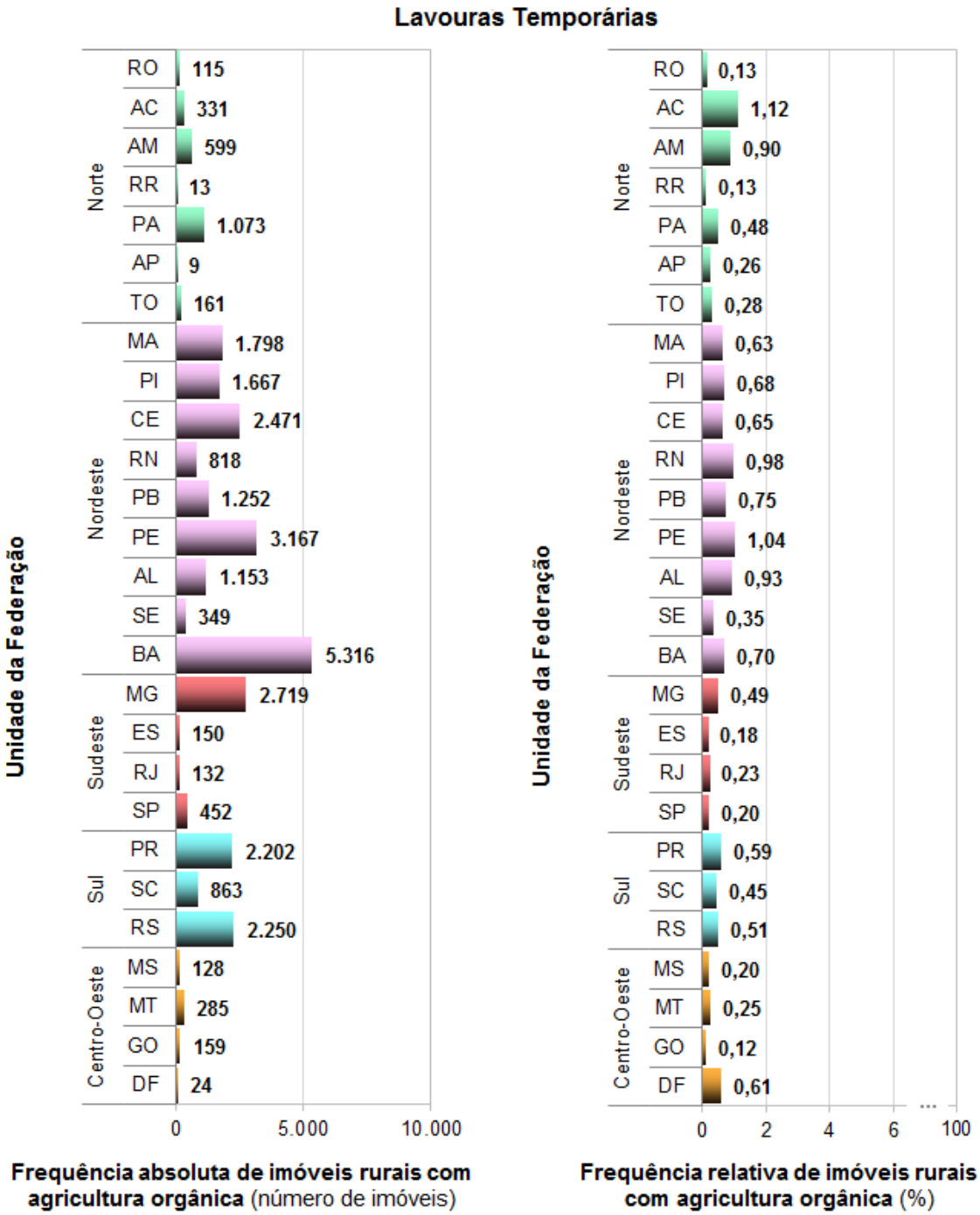


Figura 53.18. Frequências absoluta e relativa de imóveis rurais por Unidade da Federação do Brasil em que foi declarada a adoção de agricultura orgânica na produção de lavouras temporárias em 2006.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

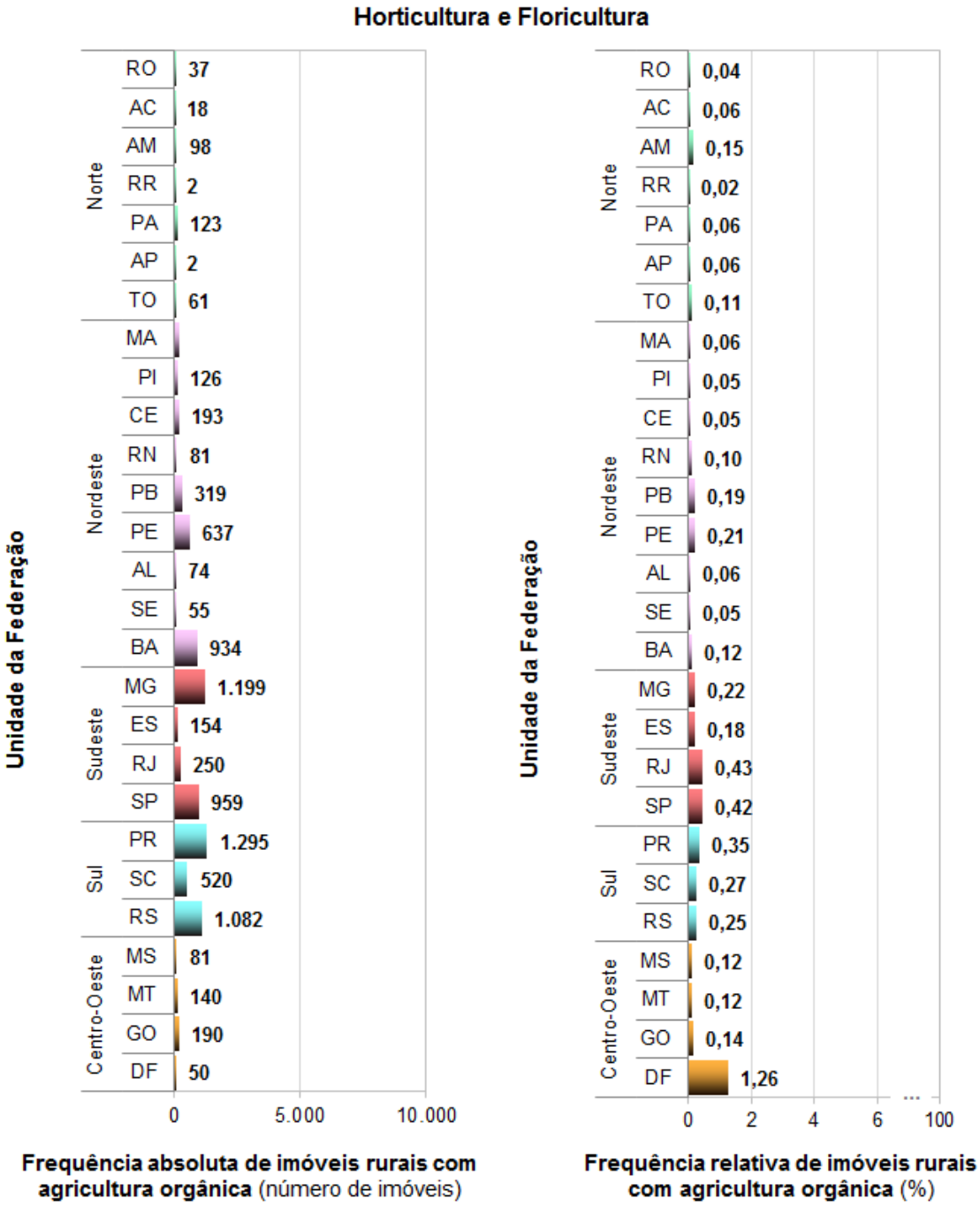


Figura 53.19. Frequências absoluta e relativa de imóveis rurais por Unidade da Federação do Brasil em que foi declarado o uso de agricultura orgânica na horticultura e/ou floricultura em 2006.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

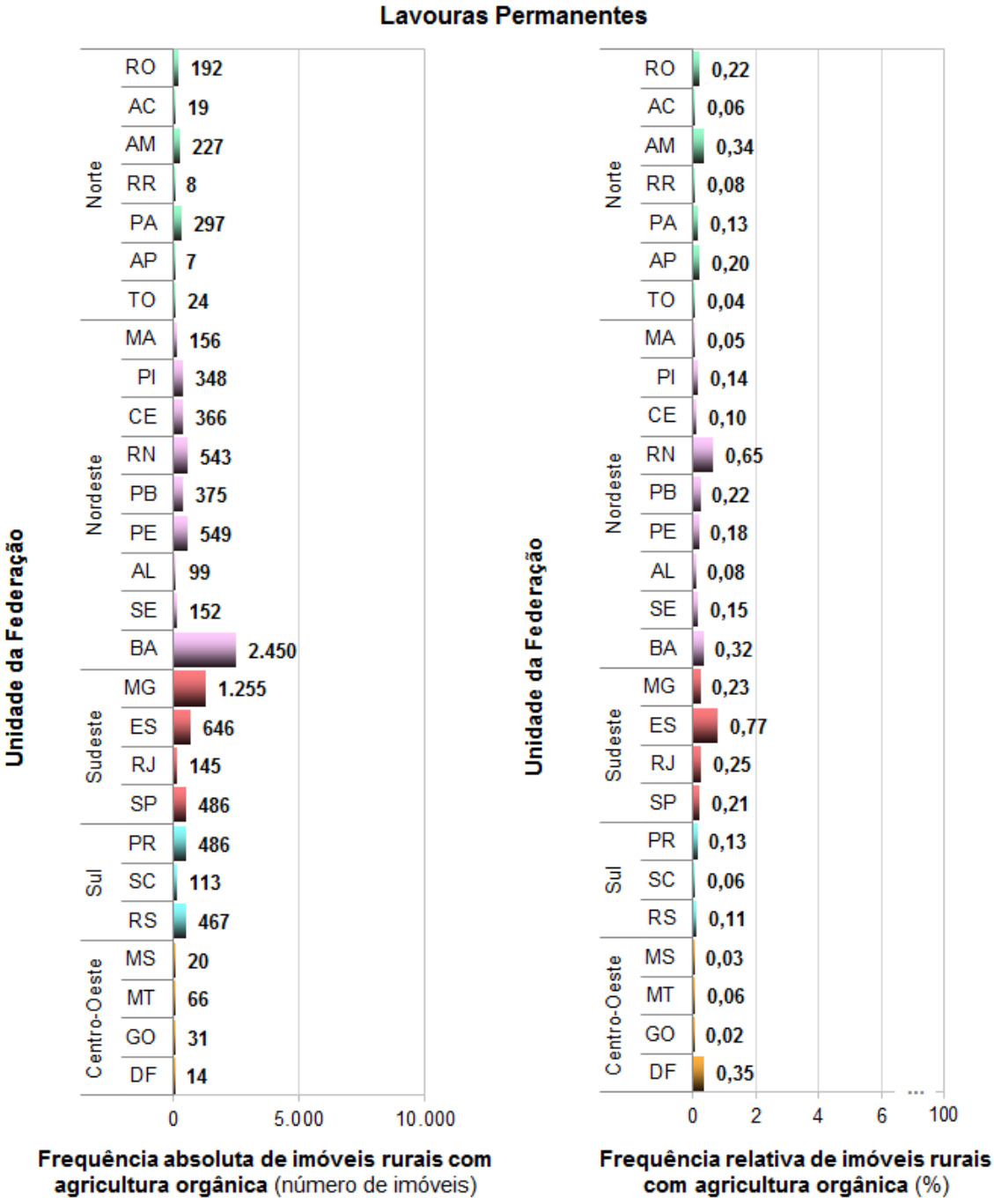


Figura 53.20. Frequências absoluta e relativa de imóveis rurais por Unidade da Federação do Brasil em que foi declarado o uso de agricultura orgânica na produção de lavouras permanentes em 2006.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

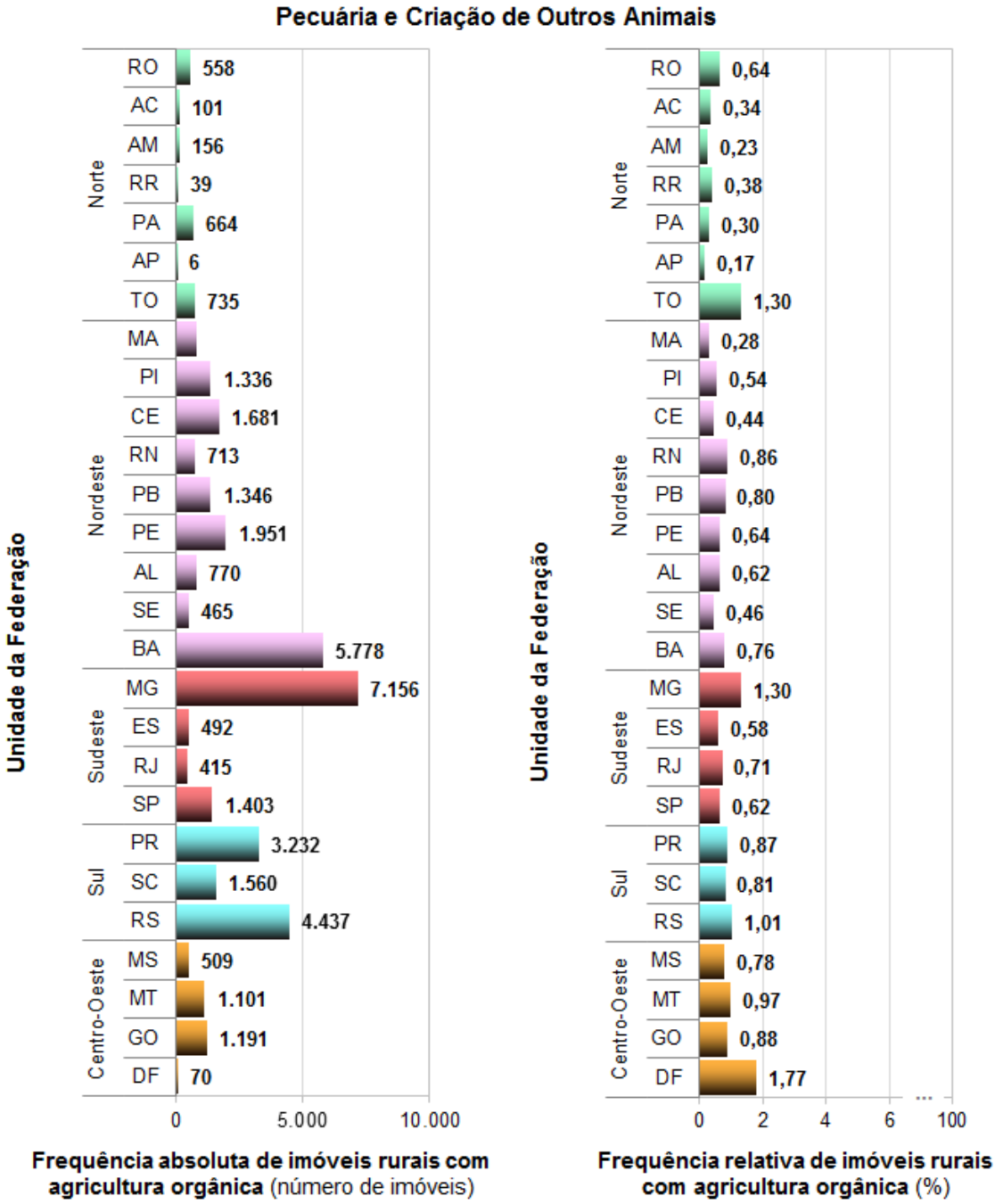


Figura 53.21. Frequências absoluta e relativa de imóveis rurais por Unidade da Federação do Brasil em que foi declarada a adoção de agricultura orgânica na criação de animais em 2006.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. Silva. Fonte dos dados: IBGE (2007).

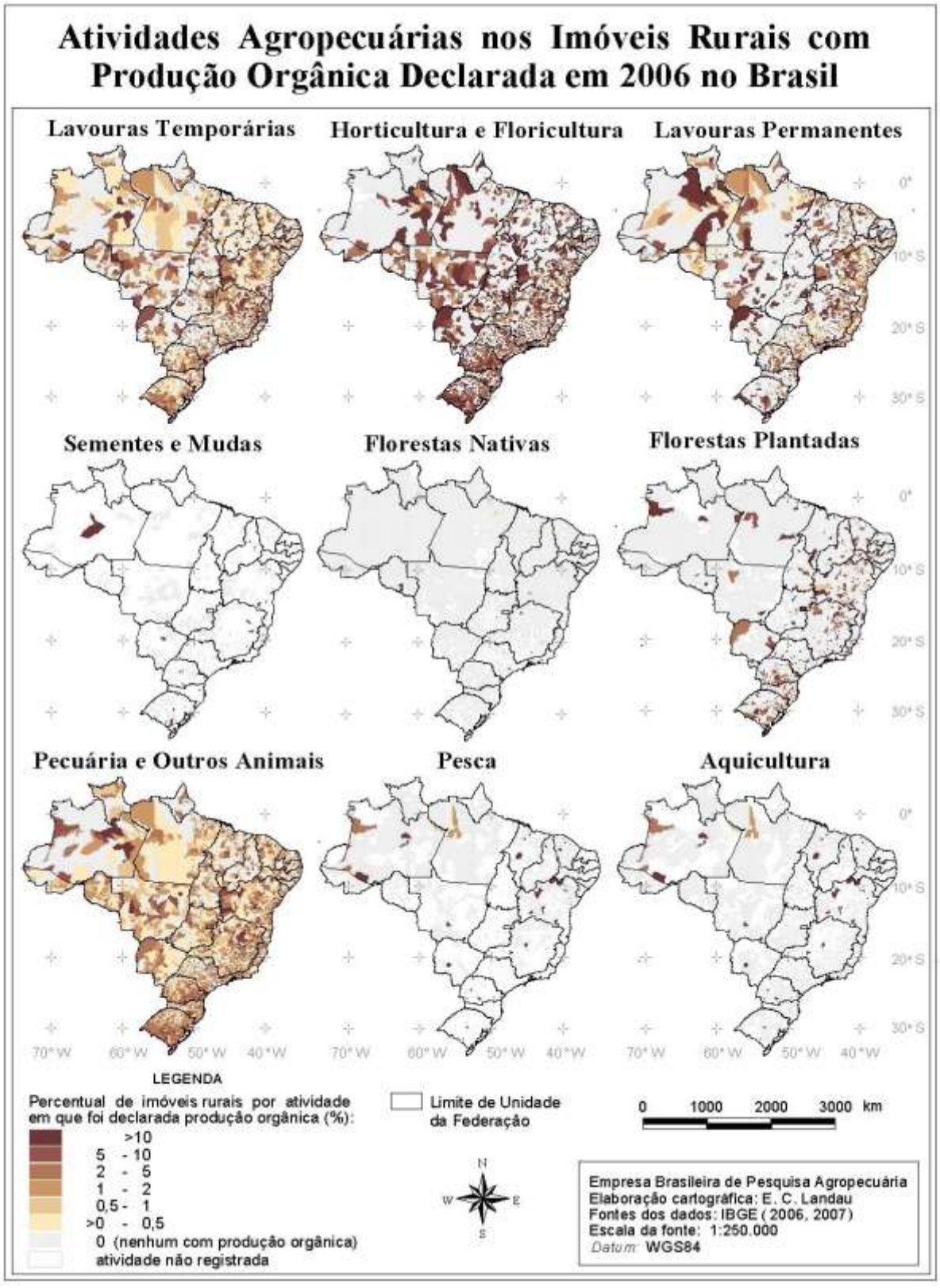


Figura 53.22. Percentual de imóveis rurais por atividade agropecuária em que foi declarada produção orgânica nos municípios do Brasil em 2006.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2006, 2007).

Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos

Desde 2011, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) tem organizado o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO), que consiste na relação de dados sobre produtores orgânicos, unidades de produção[6] e atividades produtivas orgânicas certificadas ou registradas no Brasil (Brasil, 2019d). O cadastro é efetuado e atualizado mensalmente por entidades certificadoras credenciadas no Mapa[7], através do Sistema de Informações Gerenciais da Produção Orgânica-SIGORG WEB (Brasil, 2018). Para analisar variações quantitativas e o impacto das políticas públicas na agricultura orgânica no Brasil foram analisados registros do CNPO de 2014 e 2019.

Metodologia de organização dos dados

Foram considerados os registros de produtores orgânicos ativos[8] no Brasil[9] do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) referentes a junho/2014 e maio/2019 (Brasil, 2019e, 2019f). Os registros incluem variáveis como nome e CPF/CNPJ/NIF[10] do produtor ou unidade de produção; País, Unidade da Federação (UF) e "Cidade" de localização da propriedade deste; escopo da produção ou escopo produtivo[11], e-mail e/ou telefone de contato; entidade e tipo de entidade certificadora responsável pelo registro, entre outros[12]. Na variável "Cidade", a maioria dos registros incluía o nome do município do produtor orgânico, porém em muitos registros constava

[6] **Unidade de produção**: local da produção, como sítio ou fazenda, onde a exploração pode ser coletiva ou individual (Brasil, 2019d, 2019h).

[7] Entidades aprovadas pelo Mapa que podem ser de três tipos (como já apresentado neste capítulo): **Certificadora** (instituições com CNPJ que realizam certificação por auditoria), **OPAC** (Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade Orgânica, que realizam certificação participativa) ou **OCS** (Organização de Controle Social, que efetuam o cadastramento de produtores orgânicos permitindo-lhes que realizem venda direta dos seus produtos como orgânicos, mesmo sem selo de certificação oficial) (adaptado de Brasil, 2019d).

[8] **Produtor orgânico ativo**: refere-se àqueles com cadastro vigente. Em maio de 2019 apenas um agricultor constava como inativo (cadastro suspenso). Visando identificar se a informação estaria correta, ao tratar-se de apenas um registro e que apresentava endereço eletrônico de contato, foi enviado e-mail para o responsável pelo cadastramento do respectivo agricultor, que confirmou a inatividade do produtor em questão.

[9] O **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO)** inclui adicionalmente registros (~3%) de produtores orgânicos de outros países: Alemanha, Argentina, Áustria, Bolívia, Chile, China, Espanha, Filipinas, França, Holanda, Itália, México, Paquistão, Paraguai, Peru, Portugal, Romênia, Sri-Lanka, Sudão, Tunísia, Turquia. Estes não foram considerados.

[10] **CPF** – Cadastro de Pessoa Física, para cadastro pessoal de produtor; **CNPJ** – Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica, para cadastro de unidade produtiva; **NIF** – para cadastro de estrangeiro.

[11] **Escopos produtivos** considerados: **PPV** - Produção Primária Vegetal, **PPA** - Produção Primária Animal, **POV** - Processamento de Produtos de Origem Vegetal, **POA** - Processamento de Produtos de Origem Animal, **EXT** - Extrativismo Sustentável Orgânico, **PPT** - Processamento de Produtos Têxteis e **PIA** - Processamento de Insumos Agrícolas.

[12] A maior parte dos dados incluídos é disponibilizada para acesso público. A área total e a área por atividade da produção orgânica não são disponibilizadas; embora a área total seja obrigatoriamente informada ao preencher o cadastro (conforme Brasil, 2018).

apenas o nome de fazenda, do sítio, do assentamento, do loteamento, do conjunto habitacional, do bairro, do distrito, da vila, do povoado, da comunidade/localidade, da rua/avenida/rodovia, etc. sem indicação do município correspondente. Também havia vários registros com erros de grafia no nome do município (como troca de letras, falta de acentuação ou hifenização, abreviações, excesso de espaços entre palavras), os quais foram inicialmente corrigidos considerando o nome correto similar de município existente na Unidade da Federação referida.

Mais de 1/4 dos registros referentes a 2014 (27,6%) não apresentavam dados sobre o município do produtor; e, no caso dos de 2019, muitos citavam municípios inexistentes na Unidade da Federação referida ou apresentavam outros tipos de informações sobre a localidade ou "Cidade". Para possibilitar a comparação e posterior mapeamento dos dados de ambas as épocas em nível de município e, posteriormente, a geração de estatísticas agrupando dados dos municípios por Estado e Região Geográfica, foi inicialmente necessário identificar o município correspondente a cada produtor orgânico cadastrado[13].

No caso de registros correspondentes a 2019 com citação de municípios inexistentes na Unidade da Federação referida, inicialmente foi verificada a existência de localidade com esse nome na Unidade da Federação citada (distrito, vila, comunidade, bairro, etc.). Para tal, utilizando o programa "*Google Maps*" (Google, 2019), para cada registro com essa situação foi digitada inicialmente a sigla da Unidade da Federação referida e, posteriormente, o nome da localidade indicada. Se o programa indicasse, por exemplo, que o nome digitado correspondia ao de um distrito ou vila de determinado município situado na Unidade da Federação referida, o nome desse município representava uma indicação inicial de que esse poderia corresponder ao município de atuação ou moradia do produtor de referência desse registro. A seguir, através de programas de consulta *on-line* (*Google Chrome*, *Mozilla FireFox*), era efetuada a busca de informações na internet[14], incluindo conjuntamente o nome completo do respectivo

[13] Registros idênticos em relação ao preenchimento de todas as variáveis cadastradas não foram excluídos, considerando que provavelmente correspondem a propriedades diferentes cadastradas por um mesmo agricultor orgânico, mesmo porque na maioria dos casos esses registros (relativamente poucos) eram sequenciais.

[14] **Tipo de fontes pesquisadas na internet** sobre 514 agricultores orgânicos com registros incluindo dados insuficientes, potencialmente errados ou sem dados sobre o município/Unidade da Federação de atuação destes: relação de agricultores em outros cadastros/épocas, listagem de concessão de bolsa verde/ bolsa família/ auxílios governamentais/ crédito divulgado ou adesão ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), inclusão em processos judiciais particulares via Jurisprudência, participação em reportagem específica ou como fonte de dados/consulta de relatório/ monografia/ dissertação/ tese, registro de adesão a partido político/instituição societária/empresa/indústria, inclusão em lista de seleção de concurso público ou no Diário Oficial, citação de município atual em *Facebook* pessoal, notícias em geral.

produtor (nome completo digitado entre aspas) e o município ou localidade identificados anteriormente. Havendo registros relacionando, o nome completo do agricultor com o município identificado inicialmente e/ou na Unidade da Federação referida, o município era considerado válido como referente àquele produtor. No caso de combinações de nomes e sobrenomes de produtores considerados comuns no País foi, ainda, considerado o CPF/CNPJ informado no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) ou só considerado válido se o tipo de informação levantada como vinculada ao nome do produtor apresentasse relação com atividade rural ou produção orgânica. Não sendo identificadas informações que auxiliassem na "validação" do nome do município inicialmente suposto, foi realizada consulta digitando apenas o nome completo do produtor, sem sugestão inicial de município ou Unidade da Federação. Em quase 8% dos registros referentes a 2019 foi necessário corrigir ou incluir o nome do município ou da Unidade da Federação.

No caso dos registros de produtores orgânicos de 2014 que não tinham indicação de município, mas que também constavam na relação de produtores orgânicos ativos em 2019, foi considerado o município citado em 2019 (atribuído considerando nome e CPF/CNPJ comuns entre registros de produtores incluídos em ambas as bases de dados). Para aqueles produtores não incluídos na base de 2019, o município foi pesquisado através da internet, considerando os mesmos procedimentos já citados para completar essa informação na base de dados de 2019. Em aproximadamente 4% dos 9.033 registros referentes a 2014 foi necessário corrigir ou incluir o nome do município do produtor. A partir desses procedimentos, para apenas três registros do Estado de Minas Gerais não foi possível identificar o município correspondente, então foram contabilizados nas estatísticas em nível estadual a nacional, porém não considerados nos mapas e análises de informações em nível municipal.

Uma vez completados os dados sobre os municípios e Unidades da Federação dos produtores orgânicos registrados nos cadastros referentes a junho de 2014 e maio de 2019, foram geradas estatísticas nos níveis nacional, regional, estadual e municipal. Para cada Unidade da Federação, Região e para o País, também foram calculados o incremento médio anual de produtores orgânicos cadastrados[15] no CNPO e a taxa de

[15] **Incremento médio anual** de cadastros ou TCA (taxa de crescimento absoluto): variação média anual de cadastros de agricultores orgânicos entre junho/2014 e maio/2019. Foi calculado a partir da diferença entre o número de cadastros em maio/2019 e junho/2014 dividida pelo intervalo de tempo entre essas datas (em anos). Para tal, foi calculado inicialmente o intervalo de tempo (em dias) entre 15 de junho de 2014 e 15 de maio de 2019 e dividido pelo número de dias correspondentes a um ano (365,25 dias), resultando em 4,914442 anos (quase cinco anos). Incrementos anuais negativos indicam progressiva diminuição de agricultores cadastrados.

aumento (crescimento) relativo anual de cadastros[16].

A partir dos dados sobre o(s) escopo(s) produtivos dos agricultores para cada Unidade da Federação, foram calculados os percentuais de produtores orgânicos por escopo produtivo e por sistema de certificação ou registro pelo que foram cadastrados. No caso de produtores credenciados considerando mais de um escopo produtivo, foi contabilizada a frequência para cada escopo individual. Para o cálculo dos percentuais foi contabilizado o percentual de produtores por escopo em relação ao total de produtores cadastrados por UF.

As **frequência**s absolutas de produtores por Unidade da Federação e por município foram georreferenciadas considerando a malha municipal digital disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016). Também foram calculadas frequências relativas de produtores orgânicos por Unidade da Federação e município, considerando a **densidade média** ou razão entre o número de produtores orgânicos cadastrados dividida pela frequência de estabelecimentos rurais registrada para a mesma área de referência durante o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2018). Posteriormente, foram calculadas as **frequência**s **relativa**s (percentuais) de produtores orgânicos cadastrados e/ou certificados em junho/2014 e maio/2019 por **sistema de certificação** e **escopo produtivo** adotados.

Resultados das análises

No Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) havia 9.033 registros de produtores orgânicos ativos no Brasil em junho de 2014 e 18.349 em maio de 2019, tendo mais do que dobrado o número de produtores cadastrados nesses praticamente cinco anos (Figura 53.23). Mais da metade dos produtores cadastrados em 2014 (4.538 ou 50,24%) também constava no cadastro referente a 2019, sendo que 89,2% desses (4.047) continuavam atuando no mesmo município, e os outros 10,2% (491 produtores), em municípios diferentes. Consequentemente, 4.495 produtores registrados em 2014 não mantiveram seu registro ativo em 2019, e 13.901 novos produtores orgânicos foram cadastrados entre junho/2014 e maio/2019.

[16] **Taxa de crescimento relativo anual** de cadastros ou TCR: percentual de incremento médio anual correspondente à variação relativa (%) entre o número de agricultores orgânicos cadastrados entre 2014 e 2019, considerando como referência as datas e cálculo do intervalo de tempo como apresentados no item anterior. A taxa foi obtida aplicando a fórmula para cálculo de juros compostos, também conhecida como cálculo de “juros sobre juros”. Neste caso, o valor inicial correspondeu às frequências verificadas para junho/2014, o valor final, ao observado para maio/2019, o intervalo de tempo foi de 4,914442 anos e a taxa de juros calculada correspondeu à taxa de crescimento relativo anual resultante.

As **frequência**s absolutas e relativas de produtores orgânicos cadastrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em junho de 2014 e maio de 2019, assim como as taxas de variação média absoluta e relativa anuais no período por Unidade da Federação, Região Geográfica e Nacional são apresentadas na Tabela 53.53.1. Nos últimos cinco anos (2014-2019) foi observado um incremento médio anual de 1.914 registros no Brasil, correspondendo a uma taxa de aumento anual de 15,63%.

Em 2014, quase a metade dos registros cadastrados referiam-se à Região Nordeste (47,14%, 4.258 registros); já em 2019, a Região com maior frequência de produtores orgânicos foi a Sul, concentrando cerca de 40% dos cadastros (36,57%, 6.743 registros). As Regiões Norte, Sul e Centro-Oeste foram as que apresentaram maiores taxas de crescimento relativo do número de produtores cadastrados entre 2014 e 2019, sendo observados aumentos percentuais semelhantes (respectivamente, aumentos anuais de 27,38%; 26,26% e 26,12% dos registros cadastrados) (Tabela 53.53.1).

Os Estados com maior número de produtores cadastrados em 2014 foram Piauí, São Paulo, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Paraná (respectivamente, com 1.144, 1.046, 1.012, 840 e 751 registros; ou seja, 12,7%. 11.6%, 11,2%, 9,3% e 8,3% dos registros nacionais). Já em 2019 foram o Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais (respectivamente, com 2.831, 2.444, 2.234, 1.468 e 838 registros; ou seja, 15,4%, 13,3%, 12,1%, 8,0% e 4,5% dos registros nacionais). Tocantins foi o único Estado em que não foi identificado nenhum registro de produtores orgânicos certificados, nem em 2014 nem em 2019 (Figura 53.24). Isso está de acordo com o observado durante o Censo Agropecuário referente a 2017, como já referido neste trabalho.

Em estudo realizado por Vilela et al. (2019), os autores analisaram registros no CNPO de dezembro/2014 e julho/2017, quando havia, respectivamente, 10.554 e 15.856 produtores cadastrados. Destacaram o Estado do Paraná como aquele com maior número de unidades de produção orgânica tanto em dezembro/2014 quanto em julho/2017, o que está de acordo com os dados observados neste estudo apenas para maio/2019.

Em nível nacional, no presente estudo foi calculada uma taxa de aumento relativo anual de 15,63% do número de agricultores registrados no CNPO, um pouco maior do que a obtida por Vilela et al. (2019), que foi de 14,5% considerando período de dados diferente.

Para a maioria das Unidades da Federação, neste estudo foram observadas taxas de crescimento relativo anual positivas (excetuando Pernambuco e Piauí), sendo que em

oito Estados foram registradas taxas de crescimento relativo anual maiores do que 25% nos últimos cinco anos: Amapá (77,98%), Roraima (47,85%), Goiás (46,98%), Acre (41,35%), Amazonas (39,52%), Alagoas (35,19%), Santa Catarina (31,58%) e Paraná (31,00%) (Tabela 53.53.1; Figura 53.24). Vários desses Estados também foram destacados por Vilela et al. (2019), embora as taxas de crescimento relativo anual obtidas por esses autores tenham sido muito maiores que as calculadas no presente trabalho para a maioria dos Estados.

No nível municipal, em junho/2014 foram identificados registros de produtores orgânicos de 1.027 municípios do País, sendo que cinco destes municípios apresentaram mais do que 100 produtores cadastrados: Santana do Cariri-CE (320 registros), Lago do Junco-MA (259), Exu-PE (140), Marandiba-PE (122) e Brasília-DF (103). Já em maio/2019 foram identificados registros de produtores orgânicos situados em 1.561 municípios, havendo 16 municípios com mais do que cem produtores orgânicos registrados: Lago do Junco-MA (469 registros), Brasília-DF (282), Cerro Azul-PR (186), Castro-PR (175), Tijucas do Sul-PR (163), Nova Santa Rita-RS (157), Três Cachoeiras-RS (141), Eldorado-SP (138), Carauari-AM (131), Eldorado do Sul-RS (128), Cametá-PA (127), Viamão-RS (127), Mirandiba-PE (122), Rio de Janeiro-RJ (119), Morrinhos do Sul-RS (108) e Antonina-PR (105). Nos Estados da Região Sul, São Paulo, Amazonas e Acre nota-se maior concentração de produtores orgânicos na porção mais oriental desses Estados (Figura 53.25). Na Região Nordeste, foi observada maior concentração próximo às divisas dos Estados de Piauí, Ceará, Pernambuco e Bahia. Também se nota que a expansão da agricultura orgânica não ocorreu de forma uniforme no País, sendo verificado que, de maneira geral, o aumento de registros nos últimos cinco anos ocorreu em municípios onde já havia produtores cadastrados em 2014 ou incluindo municípios próximos a estes. Assim como também observado por Vilela et al. (2019) para 2017, em 2019, na Região Sul predominou a produção orgânica de erva-mate, hortaliças, frutas e cereais; em São Paulo a de hortaliças, frutas, café e açúcar; na Região Norte, a produção extrativista de ação orgânica, e no Piauí, a produção de mel orgânico.

Na análise da **densidade média** de produtores orgânicos cadastrados pelo número total de estabelecimentos da Unidade da Federação, foi observada maior concentração de cadastros principalmente no Distrito Federal, seguido pelos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Rio Grande do Norte (Figura 53.26). Em nível municipal, as maiores densidades médias de agricultores orgânicos cadastrados nos Estados da Região Sul, além de São Paulo e Rio de Janeiro concentraram-se no leste desses Estados e no entorno das respectivas capitais estaduais. No Nordeste, concentraram-se em municípios próximos a Petrolina-

PE/Juazeiro/BA e leste do Piauí (Figura 53.27). Na Região Norte, concentraram-se no centro-sul do Estado do Pará e leste do Amazonas e do Acre; enquanto no Centro-Oeste concentraram-se principalmente no noroeste do Mato Grosso do Sul.

Em relação aos **sistemas de certificação**, observou-se que, excetuando-se Roraima, foi verificada **certificação por auditoria** em todas as Unidades da Federação com registros de produtores orgânicos tanto em junho/2014 quanto em maio/2019 (Figura 53.28), representando o sistema predominante na maioria dos Estados das Regiões Norte, Nordeste e Sudeste. Em 2014, todos os registros dos Estados do Amapá, Ceará, Maranhão e Mato Grosso do Sul tinham sido cadastrados considerando esse sistema; mais de 80% dos produtores orgânicos tinham sido certificados por esse sistema nos Estados do Amazonas, Bahia, Goiás, Piauí e Rio de Janeiro, e mais de 60% deles, nos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Pará. Em 2019, apenas a totalidade dos produtores orgânicos do Amapá tinham sido cadastrados mediante esse sistema; assim como 98,51% dos do Maranhão, 87,87% dos do Pará e 86,94% dos do Acre. Os Estados com mais de 80% dos produtores orgânicos certificados por auditoria em maio/2019 foram o Acre, Amapá, Pará e Maranhão; e aqueles com mais de 60% destes certificados por auditoria foram Ceará, Mato Grosso do Sul e Piauí.

Entre 2014 e 2019, observou-se maior tendência de aumento relativo das certificações por **Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade** (OPAC) na maioria dos Estados do Brasil (Figura 53.28). Este sistema foi o predominante na Região Sul em 2014, e em alguns Estados das Regiões Norte e Nordeste em 2019. Em 2014, mais de 60% dos produtores orgânicos de Santa Catarina e aproximadamente 50% dos do Rio Grande do Sul foram certificados por esses sistemas. Já em 2019, os Estados com maiores percentuais de registros de produtores orgânicos certificados por essa via foram Roraima (100%), Sergipe (93,64%), Alagoas (86,36%) e Paraíba (82,57%). Os outros Estados com mais de 60% dos produtores certificados por Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade (OPAC) em 2019 foram Amazonas, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Rondônia.

O cadastramento por **Organizações de Controle Social** (OCS) foi o predominante em 2014 nos Estados de Roraima (100%), Sergipe (100%), Acre (95,65%), Mato Grosso (94,50%) e Rondônia (~70%), onde o percentual de produtores orgânicos cadastrados por esse sistema diminuiu consideravelmente em 2019, quando apenas os Estados de Santa Catarina e Rio Janeiro apresentavam acima de 60% dos produtores cadastrados por esse sistema (Figura 53.28).

A variação geográfica da predominância dos **escopos produtivos** dos agricultores orgânicos cadastrados em 2014 e 2019 foi semelhante. Nas Regiões Sul, Sudeste, e nos Estados da Bahia, Maranhão, Goiás, Mato Grosso do Sul e Amazonas predominou a produção primária vegetal (PPV), com mais de 60% dos produtores orgânicos. Nos Estados do Piauí, Ceará e também Bahia predominou a produção primária animal (PPA). Já no Estado do Pará predominaram atividades de extrativismo sustentável (EXT) (Figuras 53.29 e 53.30). Quanto às atividades de processamento de produtos de origem vegetal (POV), em 2014 estas foram mais frequentes em Estados da Região Sudeste, além de em Santa Catarina, Goiás e Amapá; e, em 2019, em Mato Grosso e Amazonas. Já no caso das atividades de processamento de produtos de origem animal (POA), em 2014 houve registros nos Estados das Regiões Sul, Sudeste, maioria dos do Nordeste e no Mato Grosso do Sul, porém em 2019, além das áreas já citadas, houve registros também na maioria dos Estados das Regiões Norte e Centro-Oeste, porém em todos com frequências de até 10% dos agricultores orgânicos cadastrados. Quanto ao processamento de insumos agrícolas orgânicos (PIA), em 2014 foram registrados produtores no Rio Grande do Sul e São Paulo; e, em 2019, nos Estados das Regiões Sul e Sudeste, além do Pará e Bahia, mesmo que abrangendo menos do que 10% dos agricultores orgânicos nesses Estados. Em 2014 ainda houve diversos agricultores orgânicos sem informações a respeito do(s) seu(s) escopo(s) produtivo(s).

Na análise da variação geográfica do **escopo produtivo** predominante por **sistema de certificação** dos produtores orgânicos cadastrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO), observou-se que tanto em junho/2014 quanto em maio/2019 a maioria dos produtores do País certificados por auditoria praticava atividades de produção primária vegetal (PPV) ou extrativismo sustentável (EXT), os certificados por OPAC predominantemente PPV, e o cadastrados por OCS predominantemente PPV e/ou produtos de origem vegetal (POV) (Figuras 53.30 a 53.36). O sistema predominante por escopo produtivo também variou entre Estados. Sobre percentual considerável dos produtores certificados por auditoria em 2014 e daqueles cadastrados por OCS em 2014 e 2019 não foi informado o escopo produtivo. Os Estados com mais de 60% dos produtores orgânicos certificados por auditoria em 2014 sem informações sobre os escopos produtivos deles foram Mato Grosso do Sul e Bahia. Os Estados com mais de 60% dos produtores orgânicos cadastrados por Organizações de Controle Social (OCS) em 2014 e 2019 sem dados sobre os escopos produtivos desses produtores foram Roraima, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Rondônia.

O sistema de certificação mais frequente por escopo produtivo dos produtores variou conforme o Estado considerado e a data de referência (Figuras 53.31 a 53.36). No caso do escopo produtivo produção primária vegetal (PPV), em junho/2014, o sistema de certificação predominante na maioria dos Estados do País foi a certificação por auditoria, excetuando nos Estados do Acre, Amapá e Mato Grosso, em que predominou o cadastramento por OCSs. Nos Estados da Região Sul, aproximadamente a metade dos produtores com PPV foi certificada por auditoria e a outra metade por OPAC (Figuras 53.31, 53.33 e 53.35). Em maio/2019, certificação por auditoria continuou sendo o sistema de certificação predominante nos Estados do Amapá, Amazonas e Goiás, a certificação por OPAC nos três Estados da Região Sul, e o cadastramento por OCS, nos Estados de Acre e Mato Grosso (Figuras 53.31, 53.33 e 53.35).

No caso do escopo produtivo POV, tanto em junho/2014 quanto em maio/2019 o sistema de certificação predominante nos Estados do Amapá, Goiás e Estados da Região Nordeste foi a certificação por auditoria, no Estado do Paraná foi OPAC e no Estado do Amazonas foi OCS. Nos outros Estados da Região Sul foi aproximadamente a metade por auditoria e a outra metade por OPAC. Nos Estados da Região Sudeste foi aproximadamente um terço por cada sistema de certificação (Figuras 53.31 a 53.36).

No caso dos escopos produtivos produção primária animal (PPA) e POA, tanto em junho/2014 quanto em maio/2019, o sistema de certificação por auditoria foi o predominante nos Estados da Região Nordeste, OPAC foi o mais frequente nos Estados das Regiões Sul e Sudeste, e cadastramento por Organizações de Controle Social (OCS) foi o principal nos Estados das Regiões Norte e Centro-Oeste.

No caso do escopo produtivo extrativismo sustentável (EXT), tanto em junho/2014 quanto em maio/2019, o sistema de certificação por auditoria foi o predominante nos Estados da Região Norte e no Maranhão, OPAC foi o mais frequente na Região Sul e no Estado de Goiás, e, nos outros Estados das Regiões Sudeste e Centro-Oeste, aproximadamente um terço dos agricultores orgânicos foi cadastrado por cada sistema de certificação.

No caso do escopo produtivo processamento de insumos agrícolas orgânicos (PIA), tanto em junho/2014 quanto em maio/2019, o sistema de certificação por auditoria foi o predominante na Região Sudeste, a certificação por Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade (OPAC foi a mais frequente na Região Sul, e o cadastramento por Organizações de Controle Social (OCS) foi o único registrado no Pará.

Considerando então os **escopo**s **produtivo**s predominantes por **sistema de certificação** dos produtores orgânicos cadastrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) constatou-se que o sistema de certificação predominante variou principalmente entre Estados e Regiões, muito mais do que entre 2014 e 2019, o que provavelmente reflete as oportunidades e tendências locais nesse sentido. Em 2019, Minas Gerias e Espírito Santo tiveram aprovados recursos via Fapemig e Fapes para apoio aos NEAs (Núcleos de Estudos de Agroecologia e Produção Orgânica), que deverão ser aplicados em 2020.

Tabela 53.1. Frequências absolutas e relativas de produtores orgânicos cadastrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 2014 e 2019, e taxas de incrementos médios anuais no período por Unidade da Federação e Região Geográfica do Brasil, em ordem decrescente de taxa de crescimento relativo anual.

Unidade da Federação/ Região Geográfica/ **Brasil**	**Frequência absoluta** (número de produtores cadastrados)		**Frequência relativa** (%)		**Incremento absoluto** médio **anual** (número de produtores cadastrados)	**Taxa de crescimento relativo** médio **anual** (%)
	junho/2014	maio/2019	junho/2014	maio/2019		
AP	3	51	0,03	0,28	9,77	77,98
RR	6	41	0,07	0,22	7,12	47,85
GO	33	219	0,37	1,19	37,85	46,98
AC	46	252	0,51	1,37	41,92	41,35
AM	65	334	0,72	1,81	54,74	39,52
AL	25	110	0,28	0,60	17,30	35,19
SC	381	1.468	4,22	7,96	221,18	31,58
PR	751	2.831	8,31	15,35	423,24	31,00
MS	41	117	0,45	0,63	15,46	23,78
ES	117	332	1,30	1,80	43,75	23,64
PA	252	701	2,79	3,80	91,36	23,14
DF	103	282	1,14	1,53	36,42	22,75
RJ	295	769	3,27	4,17	96,45	21,53
RN	192	491	2,13	2,66	60,84	21,05
RS	1.012	2.444	11,20	13,25	291,39	19,65
MT	109	245	1,21	1,33	27,67	17,92
SP	1.046	2.234	11,58	12,12	241,74	16,70
MG	395	838	4,37	4,54	90,14	16,54
BA	402	796	4,45	4,32	80,17	14,91
MA	379	703	4,20	3,81	65,93	13,40
RO	95	156	1,05	0,85	12,41	10,62
PB	382	499	4,23	2,71	23,81	5,59
SE	250	283	2,77	1,53	6,71	2,56
CE	669	737	7,41	4,00	13,84	1,99
TO	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
PE	840	802	9,30	4,35	-7,73	-0,94
PI	1.144	704	12,66	3,82	-89,53	-9,41
Norte	467	1.535	5,17	8,32	217,32	27,38
Sul	2.144	6.743	23,74	36,57	935,81	26,26
Centro-Oeste	311	973	3,44	5,28	134,71	26,12
Sudeste	1.853	4.173	20,51	22,63	472,08	17,96
Nordeste	4.258	5.015	47,14	27,20	154,04	3,39
Brasil	**9.033**	**18.439**	**100,00**	**100,00**	**1.913,95**	**15,63**

Nota: Representação das Unidades da Federação pelas respectivas siglas. Atribuição de cor por Região Geográfica.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e, 2019f).

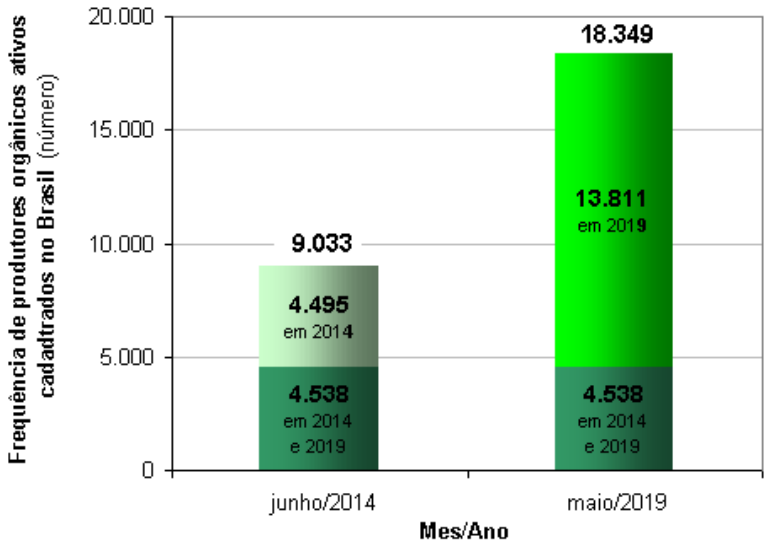


Figura 53.23. Frequência absoluta de produtores orgânicos registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO/Mapa) em junho/2014 e maio/2019.
Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e, 2019f).

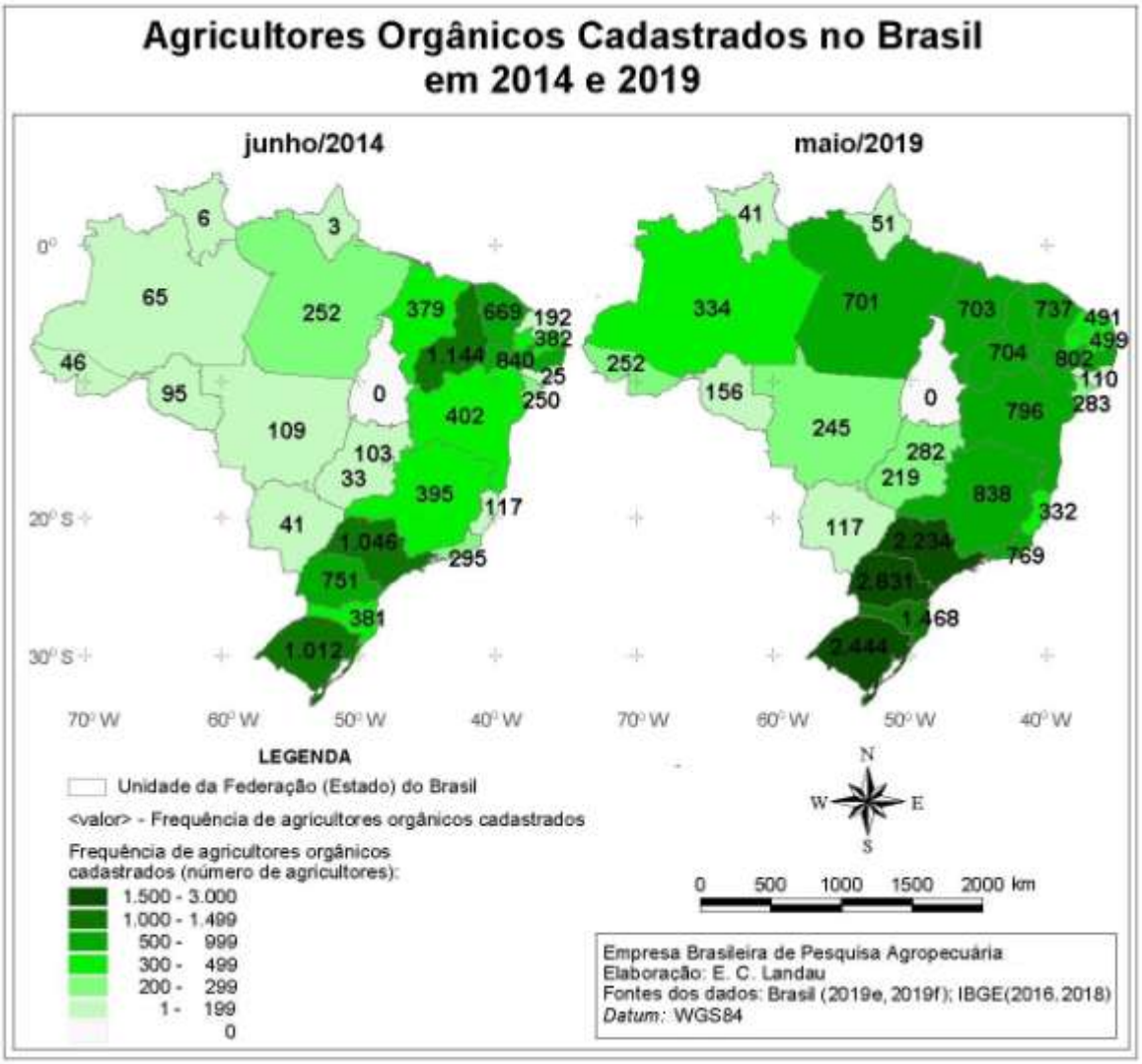


Figura 53.24. Frequência absoluta de produtores orgânicos registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO/Mapa) em 2014 e 2019 por Unidade da Federação do Brasil.
Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e, 2019f), IBGE (2016, 2018b).

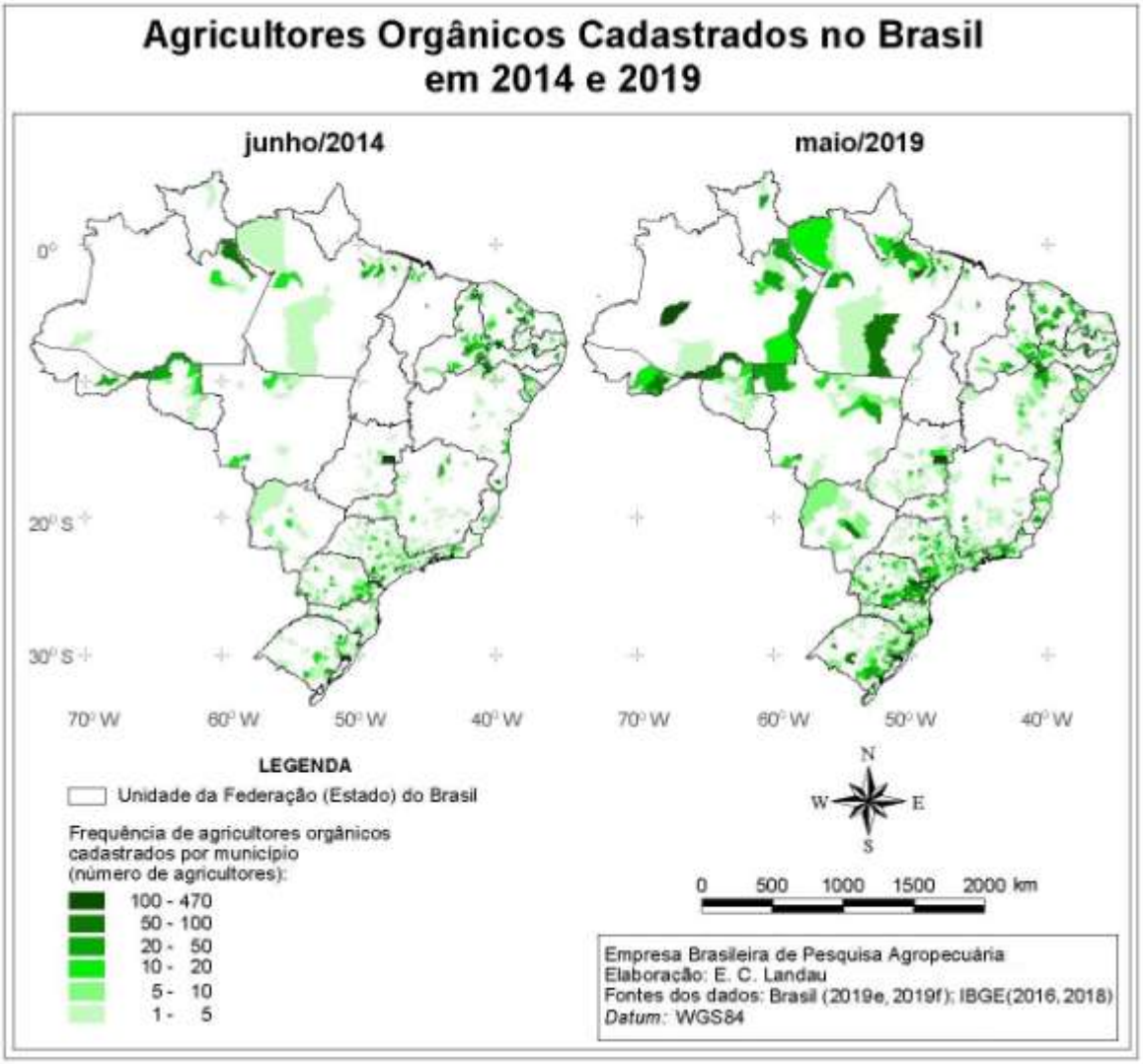


Figura 53.25. Frequência absoluta de produtores orgânicos registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em junho de 2014 e maio de 2019 por município do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e, 2019f), IBGE (2016, 2018b).

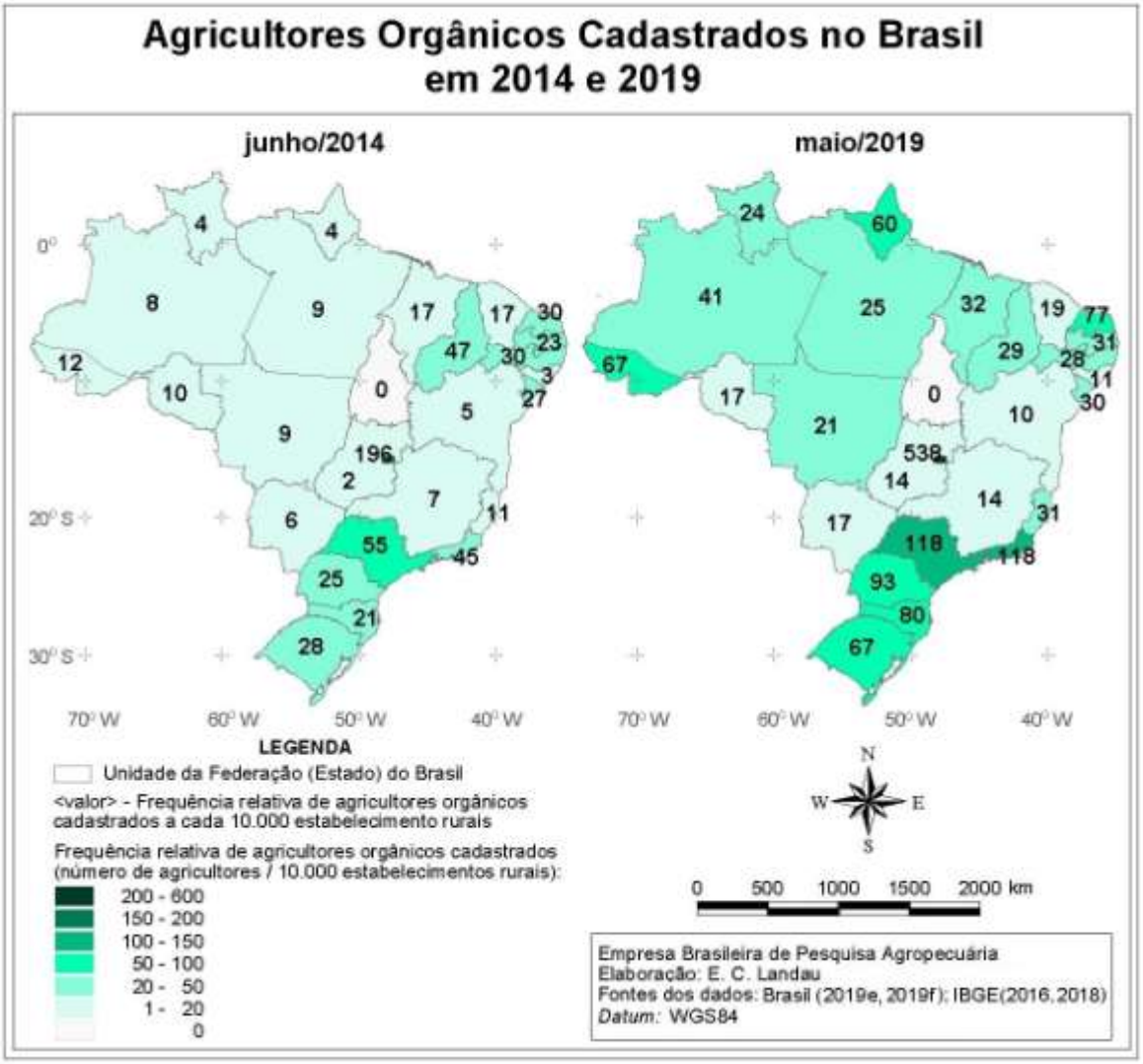


Figura 53.26. Razão entre a frequência de produtores orgânicos registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em junho de 2014 e em maio de 2019 por cada 10.000 estabelecimentos rurais das Unidades da Federação do Brasil em 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e, 2019f), IBGE (2016, 2018a, 2018b).

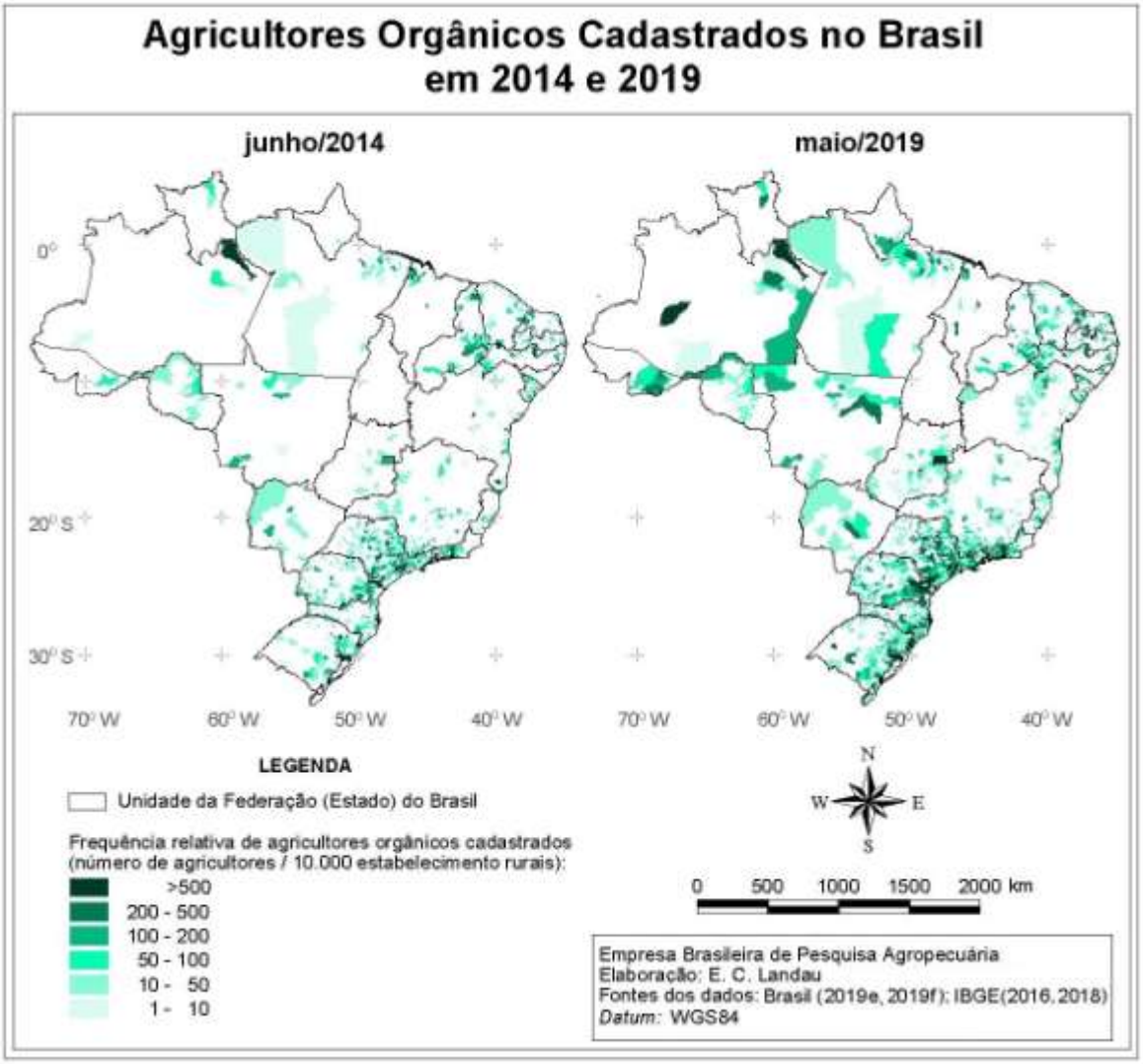


Figura 53.27. Razão entre a frequência de produtores orgânicos registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em junho de 2014 e em maio de 2019 por cada 10.000 estabelecimentos rurais de cada município do Brasil em 2017.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e, 2019f), IBGE (2016, 2018a. 2018b).

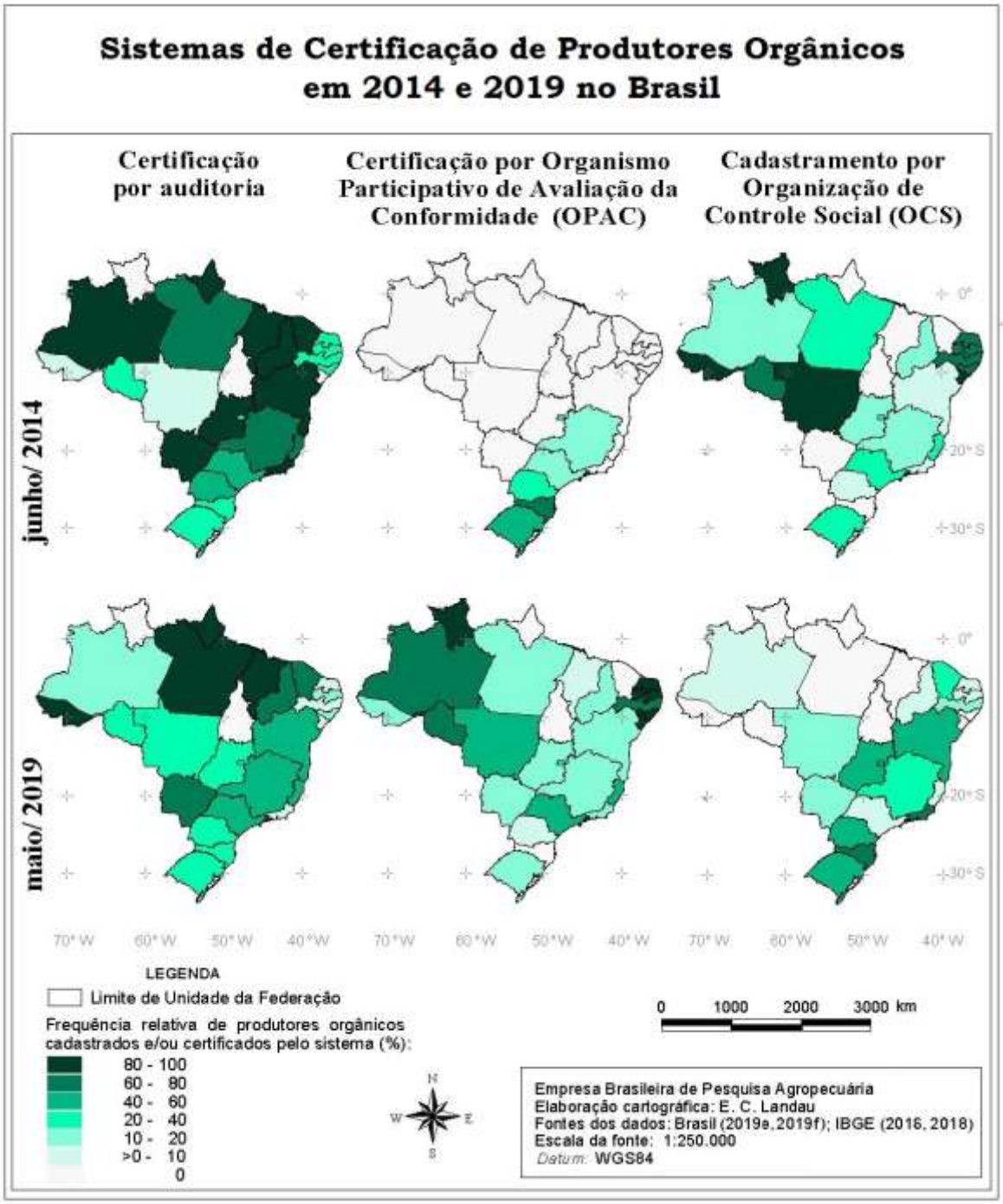


Figura 53.28. Percentual de produtores orgânicos cadastrados e/ou certificados através dos diferentes sistemas de certificação em junho/2014 e maio/2019 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e, 2019f), IBGE (2016, 2018b).

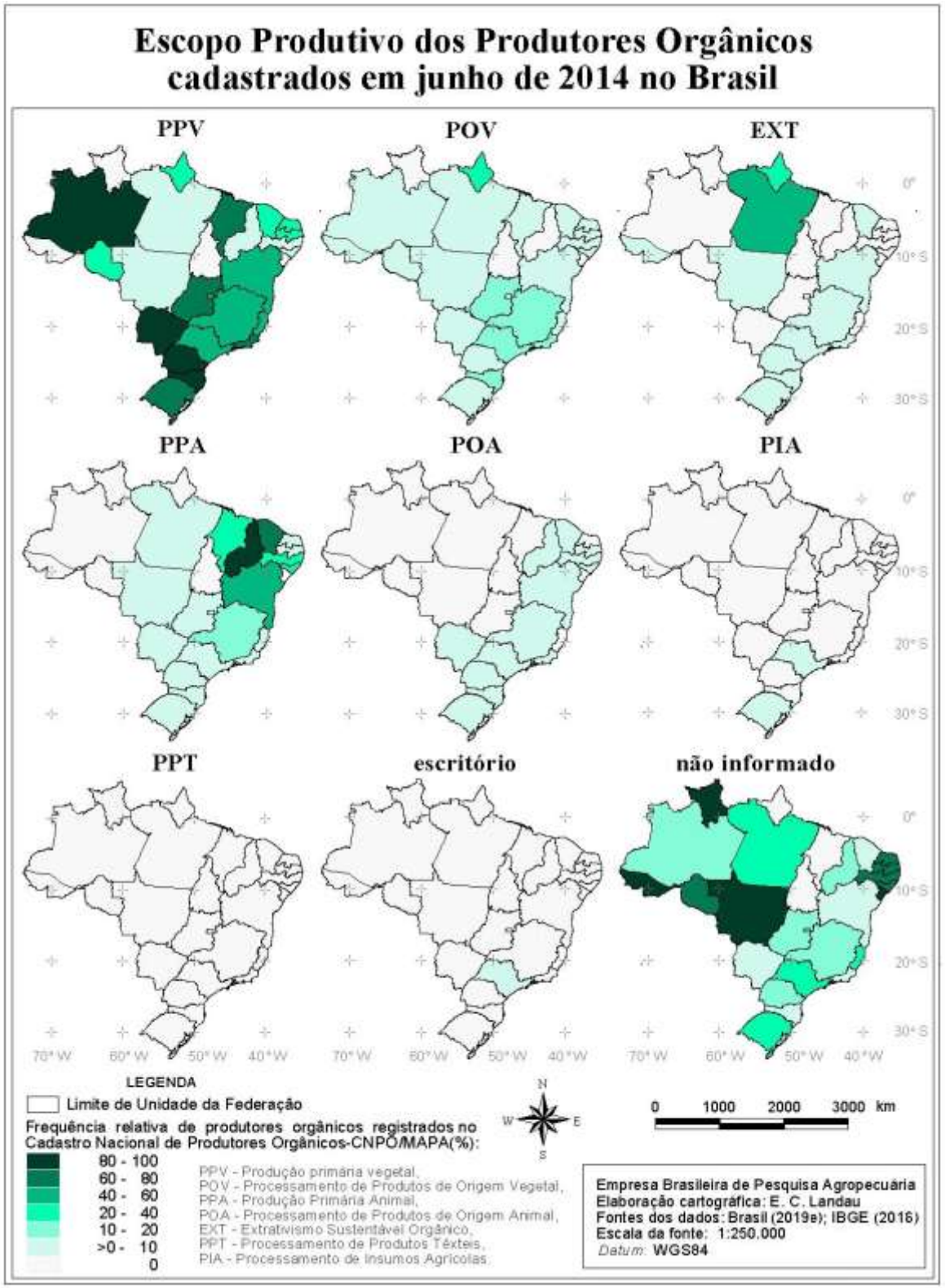


Figura 53.29. Escopo produtivo dos produtores orgânicos cadastrados e/ou certificados em junho/2014 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e), IBGE (2016).

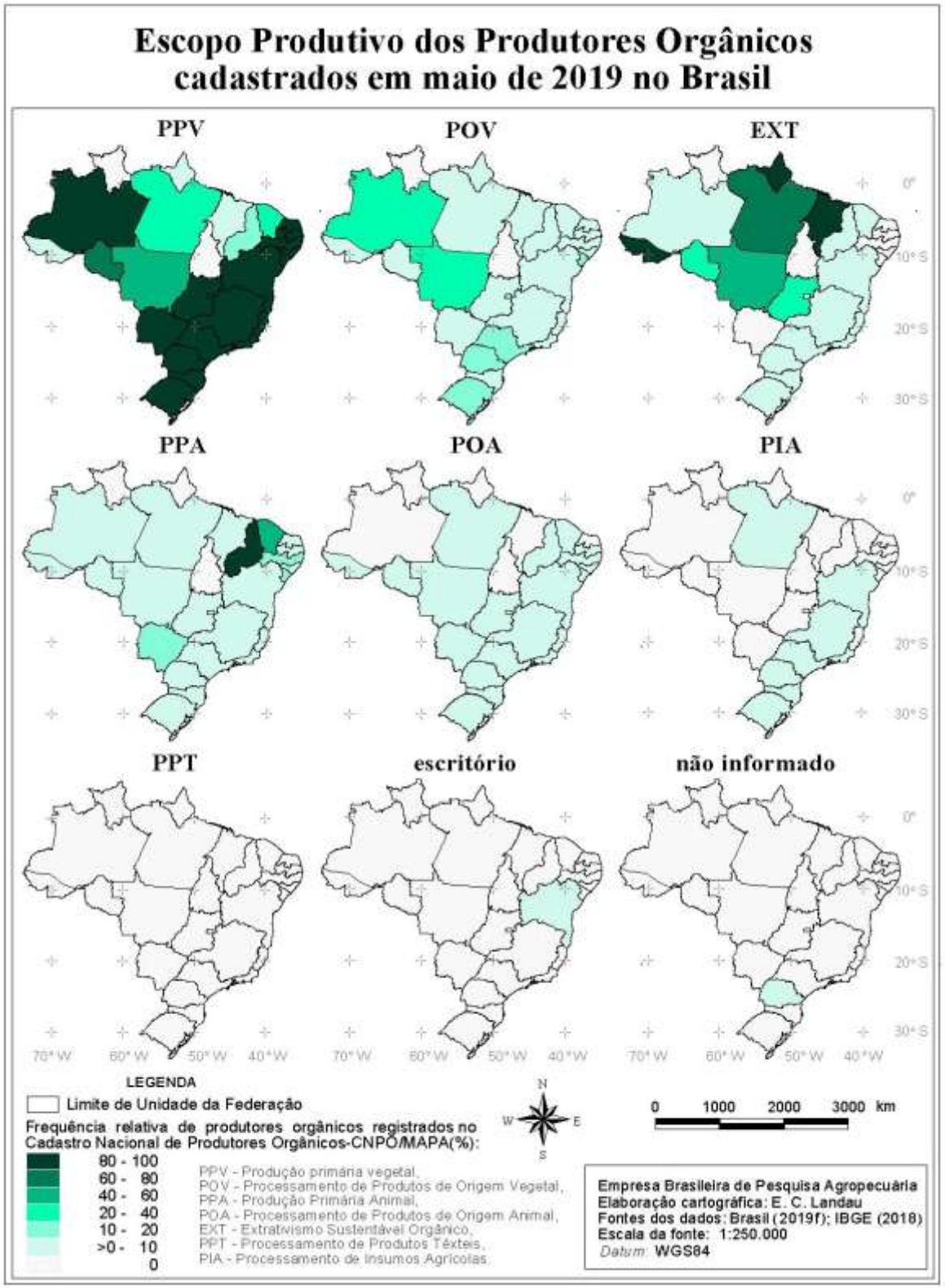


Figura 53.30. Escopo produtivo dos produtores orgânicos cadastrados e/ou certificados em maio/2019 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019f), IBGE (2018b).

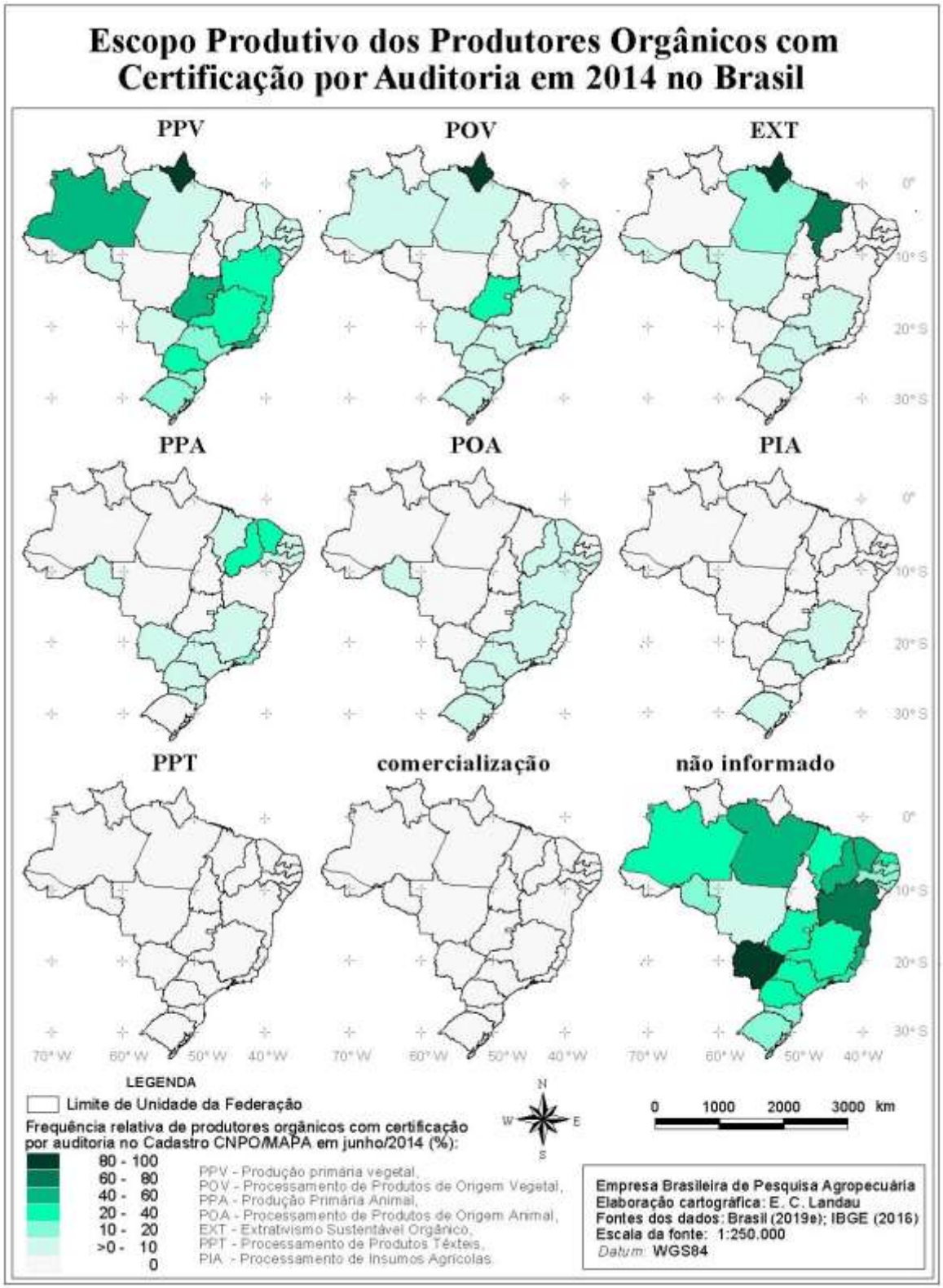


Figura 53.31. Escopo produtivo dos produtores orgânicos com certificação por auditoria em junho/2014 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e), IBGE (2016).

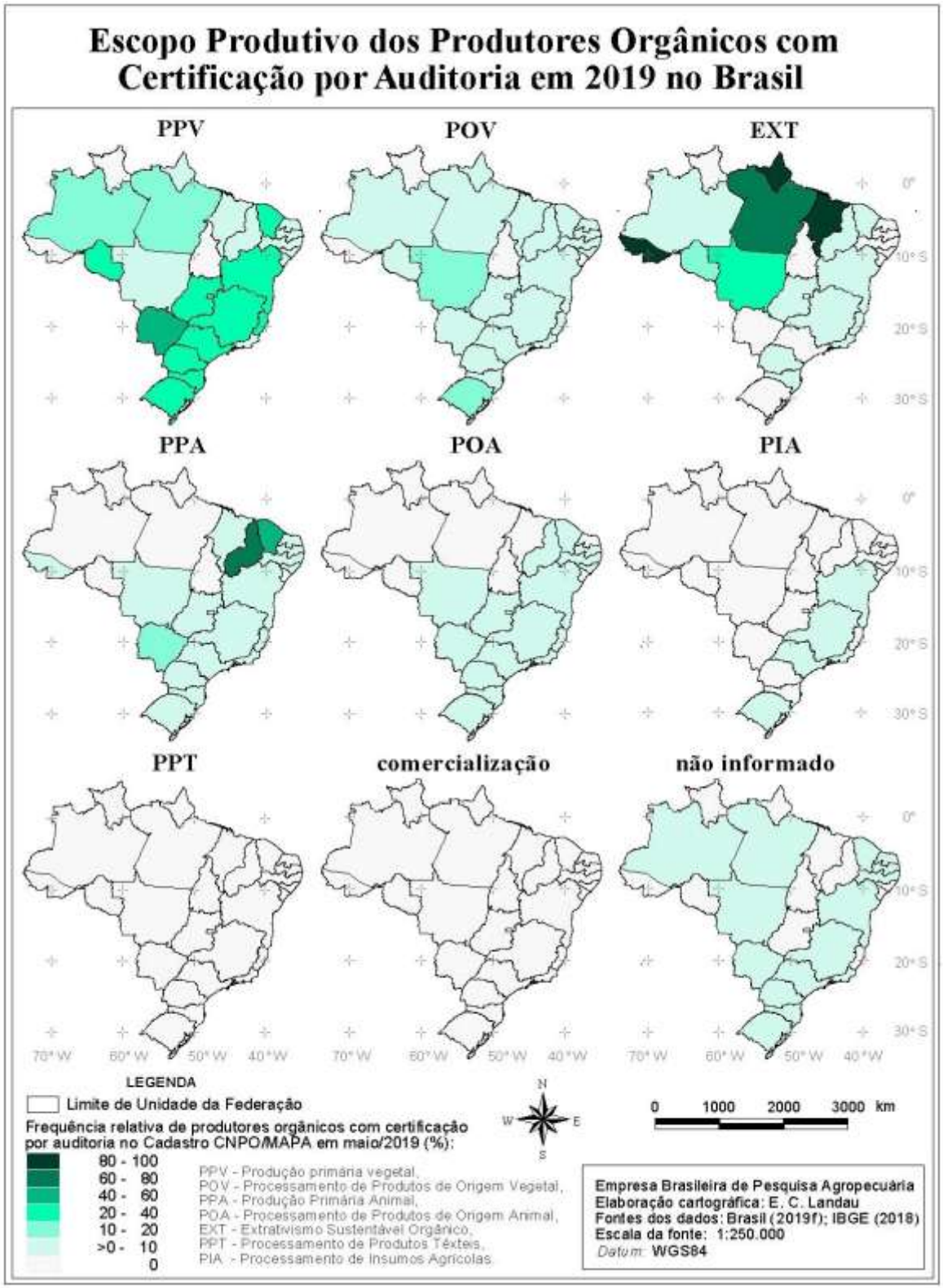


Figura 53.32. Escopo produtivo dos produtores orgânicos com certificação por auditoria em maio/2019 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019f), IBGE (2018b).

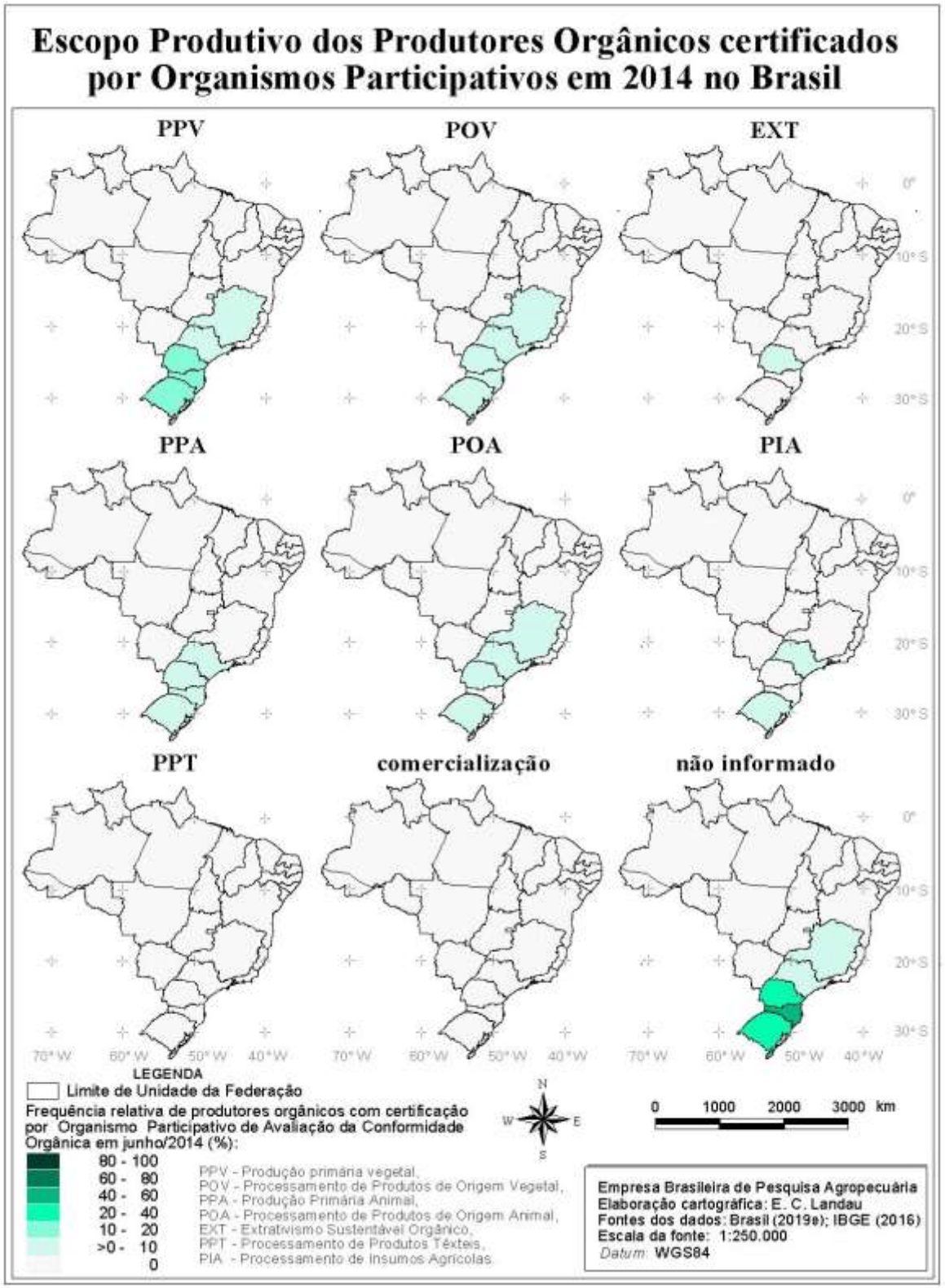


Figura 53.33. Escopo produtivo dos produtores orgânicos com certificação por Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPAC) em junho/2014 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e), IBGE (2016).

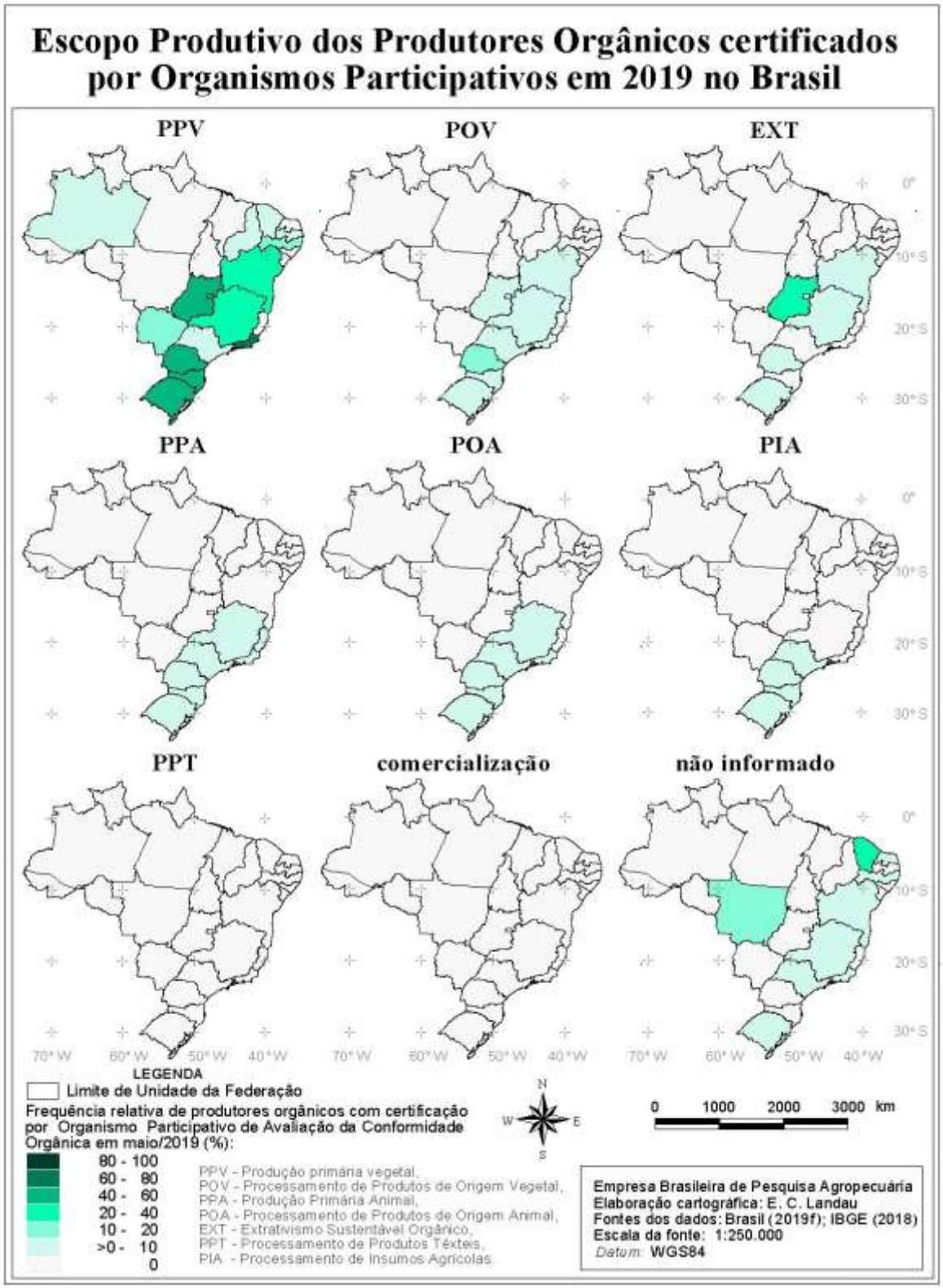


Figura 53.34. Escopo produtivo dos produtores orgânicos com certificação por organismo participativo em maio/2019 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019f), IBGE (2018b).

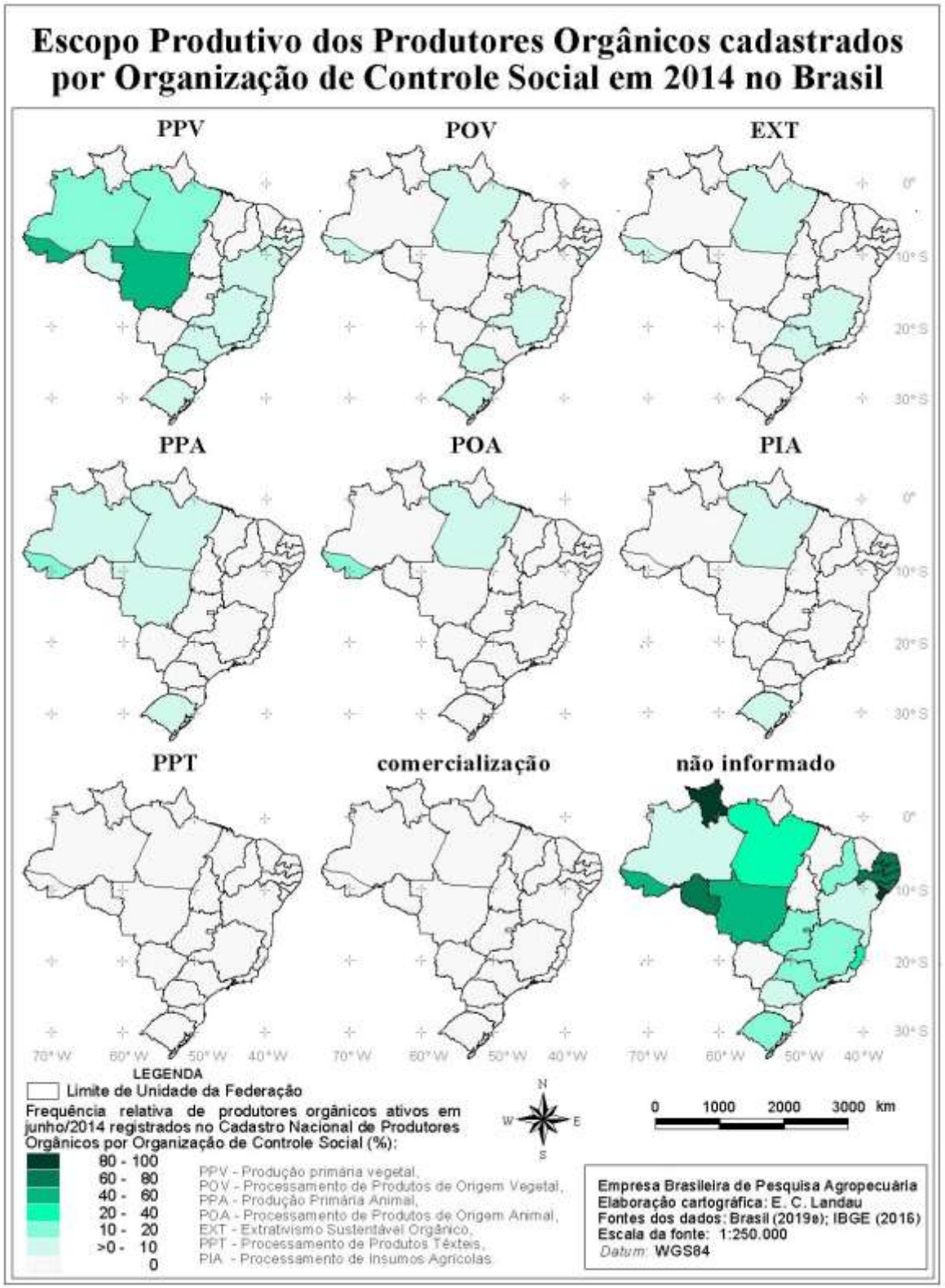


Figura 53.35. Escopo produtivo dos produtores orgânicos registrados no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO/Mapa) por Organização de Controle Social (OCS) em junho/2014 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019e), IBGE (2016).

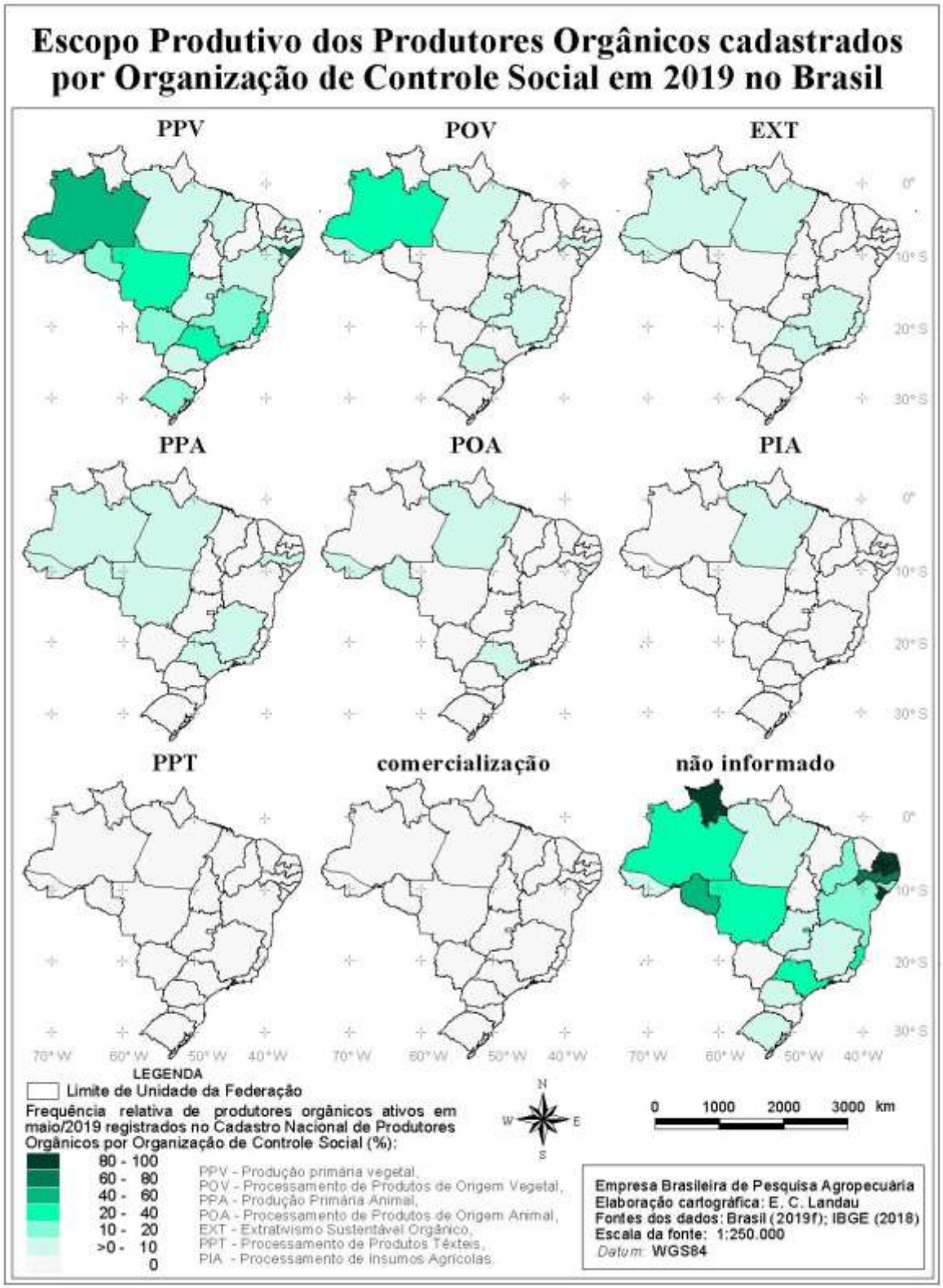


Figura 53.36. Escopo produtivo dos produtores orgânicos registrados por Organizações de Controle Social (OCS) em maio/2019 por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Brasil (2019f), IBGE (2018b).

Análise comparativa dos resultados dos Censos Agropecuários e do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos

De acordo com os dados apresentados pelo IBGE até o momento (18 de outubro de 2019), entre 2006 e 2017 houve redução do número de imóveis rurais em que foi declarado o uso de agricultura orgânica no Brasil (de 90.498 imóveis rurais em 2006 para 68.716 em 2017) (Figura 53.2), com diminuição mais acentuada principalmente no Estado da Bahia (Figura 53.4). Já considerando os dados apresentados pelo Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos do Mapa, o número de registros de produtores orgânicos ativos mais do que dobrou em quase cinco anos, tendo passado de 9.033 produtores orgânicos cadastrados em junho/2014 para 18.349 em maio/2019 (Figura 53.23). E para a Bahia foi observada uma taxa de crescimento relativo médio anual de 14,91%, correspondendo a um incremento absoluto médio anual de 80,17 novos produtores cadastrados (Tabela 53.53.1). Como já comentado, sabe-se que há produtores que produzem de forma orgânica, mas que não detêm o selo orgânico por causa do custo da certificação. Comparando ambos os levantamentos, estima-se que o número de produtores cadastrados no CNPO não chegaria a 27% do de imóveis rurais em que foi declarado o uso da agricultura orgânica.

No caso do Estado do Tocantins, todos os levantamentos de 2014 a 2019 apontaram a falta de registros de imóveis rurais e de agricultores registrados como orgânicos (Figuras 53.53,1, 53,6, 53.7, 53,24 a 53.27, Tabela 53.53.1), o que provavelmente reflete a falta de políticas públicas e incentivos estaduais nesse sentido na última década.

Considerações finais

Embora a demanda por produtos orgânicos venha aumentando progressivamente nos últimos anos, os dados levantados pelo IBGE indicaram diminuição do número de produtores que declararam o uso de agricultura orgânica entre 2006 e 2017. No entanto, conforme o CNPO, o número de produtores cadastrados mais do que dobrou entre 2014 e 2019. A busca da população por alimentação de qualidade deve estar incentivando agricultores orgânicos ativos a se cadastrarem ou manterem o cadastramento, podendo comercializar os seus produtos e estabelecer preços compatíveis com a venda de produtos certificados. A criação e o incentivo de políticas públicas para o setor poderão incentivar maior número de produtores orgânicos a se cadastrarem. Havendo tendência pelo aumento da produção orgânica, investimentos podem ser feitos para estimular ainda mais esse crescimento.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019h), o percentual de participação dos orgânicos nas compras feitas pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA)[17], triplicou nos últimos cinco anos. Conforme o Gerente de Programação Operacional da Agricultura Familiar da Conab, Eng. Agr. Tiago Duarte Horta, principalmente nos últimos três anos o PAA tem priorizado a compra de produtos orgânicos, e isso tem estimulado que os agricultores convertam a produção de convencional para orgânica. Na Conab, no ano passado, 6% dos alimentos adquiridos nas modalidades executadas pela Companhia eram orgânicos. Em 2013, esse índice era de 2,2%. O crescimento na aquisição de produtos orgânicos reflete que a oferta desses produtos vem crescendo constantemente. Para que atenda mais ainda a demanda crescente, é fundamental ampliação dos investimentos do Estado brasileiro em pesquisa, formação e fomento no setor.

Referências

AGROEMDIA. **Instituto Brasil Orgânico será criado nesta 5ª-feira em São Paulo**. Notícia. Disponível em: <https://agroemdia.com.br/2019/10/03/instituto-brasil-organico-sera-criado-nesta-5a-feira-em-sao-paulo/>. Acesso em: 18 out. 2019.

ASSIS, R. L. de; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 6, p. 67-80, jul./dez. 2002. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/22129/14493>. Acesso em: 12 jul. 2019.

ASSOCIAÇÃO BIODINÂMICA. **O perfil de uma organização**. Disponível em: <https://www.biodinamica.org.br/abd/apresentacao>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa [do] Brasil**. Brasília, DF, 28 dez. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm>. Acesso em: 11 jul. 2019.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 17, de 18 de junho de 2014**. Brasília, DF, 2014a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-17-de-18-de-junho-de-2014.pdf/view>. Acesso em: 12 jul. 2019.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 18, de 20 de junho de 2014**. Brasília, DF, 2014b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-50-de-05-de-novembro-de-2009-selo-federal-do-sisorg.pdf/view>. Acesso em: 11 out. 2019.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 35, de 11 de setembro de 2017**. Brasília, DF, 2017a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/produtos-veterinarios/legislacao-1/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-sda-mapa-no-35-de-11-09-2017.pdf/view>. Acesso em: 12 jul. 2019.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa [do] Brasil**. Brasília, DF, 24 dez. 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm>. Acesso em: 9 jul. 2019.

[17] **Programa de Aquisição de Alimentos – PAA**: programa criado em 2003 para facilitar o acesso de pessoas mais pobres à alimentação e incentivar a agricultura familiar. O programa permite a compra de alimentos produzidos por agricultores familiares com dispensa de licitação e os destina à pessoas na situação de insegurança alimentar e nutricional.

BRASIL. Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; altera as Leis nºs 10.880, de 9 de junho de 2004, 11.273, de 6 de fevereiro de 2006, 11.507, de 20 de julho de 2007; revoga dispositivos da Medida Provisória nº 2.178-36, de 24 de agosto de 2001, e a Lei nº 8.913, de 12 de julho de 1994; e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa [do] Brasil**. Brasília, DF, 17 jun. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11947.htm>. Acesso em: 18 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Brasília, DF, 2019d. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 3 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Brasília, DF, 2019e. Dados de jun./2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 3 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Brasília, DF, 2019f. Dados de maio/2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 3 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**: relação dos organismos de avaliação da conformidade orgânica. Brasília, DF, 2019g. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 12 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cresce percentual de orgânicos nas compras do Programa de Aquisição de Alimentos**. 2019h. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/cresce-percentual-de-organicos-nas-compras-do-programa-de-aquisicao-de-alimentos>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Fichas Agroecológicas**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas>. Acesso em: 12 jul. 2019a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Orgânicos**: perguntas frequentes. Brasília, DF, 2017b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 11 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios>. Acesso em: 12 jul. 2019b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regularização da produção orgânica.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/regularizacao-da-producao>. Acesso em: 11 jul. 2019c.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Tutorial Sistema de Informações Gerenciais da Produção Orgânica - SIGORG WEB**. Brasília, DF, 2018. Vídeo. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em: 3 maio 2019.

CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS. **Agricultura natural**: o que é e em que se baseia? Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-agricultura-organica/artigos/agricultura-natural-o-que-e-e-em-que-se-baseia>. Acesso em: 18 out. 2019.

GOOGLE. **Google Maps**. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/preview>. Acesso em: maio 2019.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**: tabelas. Rio de Janeiro, 2007. Dados em nível de município. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>. Acesso em: 12 abr. 2019.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**: tabelas: resultados preliminares. Rio de Janeiro, 2018a. Dados em nível de município. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 8 abr. 2019.

IBGE. **Malha municipal digital 2005**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/territ_doc1a.shtm>. Acesso em: 10 mar. 2015.

IBGE. **Malha municipal digital 2015**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/Brasil/BR/>. Acesso em: 12 dez. 2017.

IBGE. **Malha municipal digital 2017**. Rio de Janeiro, 2018b. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR//>. Acesso em: 12 abr. 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. **Portaria IMA nº 1005 de 22/06/2009**. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=367127>. Acesso em: 18 out. 2019.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo**: do neolítico à crise contemporânea. São Paulo: Unesp, 2010. 568 p.

NUNES, S. P. O desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a ideia de Desenvolvimento Rural. **Boletim Eletrônico Conjuntura Agrícola**, n. 157, p 1-15, mar. 2007. Disponível em: <http://www.deser.org.br/documentos/doc/ DesenvolvimentoRural.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2019.

ONU deixa 'revolução verde' para trás e adere à agroecologia. **Estado de Minas**, 3 abr. 2018. Notícias Internacional. 2018. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2018/04/03/interna_internacional,948674/onu-deixa-revolucao-verde-para-tras-e-adere-a-agroecologia.shtml>. Acesso em: 20 out 2019.

SANTOS, J. P. dos. **Políticas públicas para qualificação da produção agrícola de base ecológica**: o caso da certificação SAT - sem Agrotóxicos, no Estado de Minas Gerais. 2017. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017. 136 p. 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/110590871-Ufrrj-instituto-de-agronomia-curso-de-pos-graduacao-em-agricultura-organica-dissertacao.html>. Acesso em: 18 out. 2019.

VILELA, G. F.; MANGABEIRA, J. A. de C.; MAGALHÃES, L. A.; TOSTO, S. G. **Agricultura orgânica no Brasil**: um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. Campinas: Embrapa Territorial, 2019. 20 p. (Embrapa Territorial. Documentos, 127). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197399/1/5058.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2019.

Cadastro ambiental e indicadores cadastrais rurais

Vista aérea do Vale do Rio Camaquã,
próximo ao Balneário Passo da Guarda
Encruzilhada do Sul - RS
(01 jan. 2017)
Foto: Elena Charlotte Landau

Capítulo 54

Cadastro Ambiental e Indicadores Cadastrais Rurais

Gilma Alves da Silva
Elena Charlotte Landau

O **Cadastro Ambiental Rural (CAR)** é uma exigência do Código Florestal brasileiro vigente[1], criado para auxiliar a Administração Pública no processo de regularização ambiental dos imóveis rurais[2] do país (adaptado de Brasil, 2016). Já os **indicadores cadastrais rurais** representam unidades de medida instituídas pelo Incra (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) para indicação de características do meio rural em nível de município ou imóvel rural, visando subsidiar a aplicação da legislação vigente e regularização fundiária no Brasil (Landau et al., 2013). Neste capítulo, serão apresentadas mais informações sobre cada um:

Cadastro Ambiental Rural (CAR)

O que é o CAR

O **Cadastro Ambiental Rural (CAR)** é um registro eletrônico público e obrigatório para todos os imóveis rurais do Brasil. Foi criado pela Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal), no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA), e regulamentado pelo Decreto nº 7.830/2012 e a Instrução Normativa MMA nº 2 de 5 de maio de 2014. Objetiva integrar informações ambientais dos imóveis rurais do país referentes à situação das **Reservas Legais (RL**s)[3], **Áreas de Preservação Permanente**

[1] **Código Florestal**: Lei nº 12.651/2012 de 17 de outubro de 2012, criada no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima) e implantada por meio da Instrução Normativa 2/2014 do Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2012a).

[2] **Imóvel rural**: área contínua, qualquer que seja a sua localização, que se destine ou possa se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial (Brasil, 1993). Cada imóvel rural tem uma matrícula própria no Registro de Imóveis.

[3] **Reserva Legal** (**RL**): categoria de Unidade de conservação representando uma "área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa" (Brasil, 2012a). Não se trata de uma área intocável, podendo ser explorada economicamente na extração de madeira e de outros produtos. Só não pode virar pasto nem lavoura (Observatório do Clima, 2019). De maneira geral, excetuando-se imóveis rurais com supressão legal de vegetação antes de 2008, aqueles localizados na Amazônia Legal devem representar no mínimo 80% de imóveis rurais situados em áreas de floresta, 35% se situados em área de cerrado ou 20% nas demais situações (Brasil, 2012b).

(**APP**s)[4], dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas, compondo uma base de dados para subsídio a políticas públicas e programas de auxílio no controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, e combate ao desmatamento ilegal (Brasil, 2012a, 2012b, 2016).

A inscrição no CAR é obrigatória para todos os imóveis rurais do país, representando o primeiro passo para a regularização ambiental, dando acesso a benefícios previstos no Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), como contratação do seguro agrícola em condições melhores que as praticadas no mercado; obtenção de crédito agrícola com taxas de juros menores e prazos de pagamento maiores que os praticados no mercado, geração de créditos tributários por meio da dedução das APPs, de RL e de uso restrito da base de cálculo do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR); condição para autorização da continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural em áreas rurais consolidadas até em 22 de julho de 2008, localizadas em APPs e RL; desobrigação da averbação no Cartório de Registro de Imóveis de RL registrada no CAR, etc.

Para a obtenção da regularidade ambiental de um imóvel rural é necessário inicialmente informar dados do proprietário, possuidor rural ou responsável direto pelo imóvel rural; dados sobre os documentos de comprovação de propriedade e/ou posse; e informações georreferenciadas do perímetro do imóvel, das áreas de interesse social e das áreas de utilidade pública, com a informação da localização dos remanescentes de vegetação nativa, das APPs, das áreas de Uso Restrito, das áreas consolidadas e das RLs. Para cadastro, armazenamento, disponibilização, monitoramento, integração e gerenciamento eletrônicos das informações ambientais dos imóveis rurais de todo o país foi elaborado o **Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural – Sicar**[5].

Após a inscrição no CAR, é necessário acompanhar o andamento e os resultados da análise, e, se solicitado, retificar e/ou apresentar documentos adicionais comprobatórios sobre os dados declarados. Imóveis rurais que possuam excedentes de

[4] **Área de Preservação Permanente** (**APP**): categoria de unidade de conservação representada pelas faixas marginais de qualquer curso ou corpo d'água natural perene ou intermitente, com largura mínima que varia entre 30 m e 500 m, conforme a largura ou superfície deste. Constitui uma "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (Brasil, 2012b). Nela são permitidas diversas atividades agropecuárias, inclusive desmatamento, dependendo do caso (Observatório do Clima, 2019).

[5] **Sistema Nacional de Cadastro Ambiental - Sicar**: sistema eletrônico de âmbito nacional criado por meio do Decreto n° 7.830/2012, destinado à integração, monitoramento e gerenciamento atual e futuro de informações ambientais dos imóveis rurais de todo o País, subsidiando o planejamento ambiental e econômico do uso do solo e conservação ambiental no território nacional.

vegetação nativa caracterizados como RL, Servidão Ambiental ou Cotas de Reserva Ambiental poderão negociar seus ativos com imóveis pendentes de regularização[6]. Por outro lado, no caso de imóveis que não atendam o previsto na legislação, a regularização ambiental deve ser formalizada através da assinatura de um Termo de compromisso de adesão ao **Programa de Regularização Ambiental (PRA)**. O PRA compreende um conjunto de ações a serem desenvolvidas no imóvel rural para a sua adequação ambiental, sendo as alternativas de adesão para a recomposição de remanescentes de vegetação em APP, áreas de Uso Restrito e RL e/ou compensação de RL (Brasil, 2019). Ao aderir ao PRA, os proprietários e possuidores rurais estabelecem um plano de recuperação para a adequação ambiental de seus imóveis e, enquanto o compromisso firmado estiver sendo cumprido, ficam isentos de sanções. As regras para a recomposição das áreas a serem recuperadas são definidas pelos Estados e Distrito Federal por meio de regulamentações especificas. O prazo máximo para conclusão da regularização ambiental é de 20 anos.

Monitoramento das declarações no Cadastro Ambiental Rural

O cadastramento no CAR é obrigatório para todos os imóveis rurais do país. Assim, as áreas passíveis de cadastro representam o somatório da área de todos os imóveis rurais do município, da Unidade da Federação (~Estado), da Região Geográfica, do País, etc., e tais estimativas variam conforme o levantamento considerado como referência.

Para acompanhar o andamento dos cadastramentos, o Serviço Florestal Brasileiro/ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SFB/Mapa) inicialmente definiu a área total dos imóveis rurais que seria considerada no CAR (área passível de cadastro), permitindo o posterior monitoramento do percentual de imóveis cadastrados em relação ao total esperado. Na maioria das Unidades da Federação, as áreas passíveis de cadastro foram baseadas em resultados do Censo Agropecuário de 2006; mas, no caso de Amazonas, Amapá, Distrito Federal, Espírito Santo, Mato Grosso e Pará, foram considerados dados estaduais atualizados pelas UFs em 2015 ou 2016, conforme apresentado na Figura 54.1.

As áreas passíveis de cadastro consideradas oficialmente no CAR são apresentadas na Figura 54.2a. No Brasil foi estimada inicialmente uma área total de 397.836.864 ha referentes aos imóveis rurais (áreas passíveis de cadastro), sendo

[6] Nichos de mercado sustentáveis como recebimento de remuneração pela conservação da diversidade biológica nativa, créditos de carbono, pagamento por serviços ambientais, conversão de multas (reduzindo eventuais penalizações de forma que o produtor permaneça na terra e produzindo).

93.717.515 ha na Região Norte, 76.074.156 ha na Nordeste, 56.374.996 ha na Sudeste, 41.780.627 ha na Sul e 129.889.570 ha na Centro-Oeste.

Periodicamente, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB/Mapa) divulga dados atualizados sobre o andamento do cadastramento dos imóveis rurais do país no CAR[7], apresentando um panorama da situação nacional. A localização geográfica dos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 pode ser visualizada na Figura 54.3. Comparando o somatório das áreas declaradas dos imóveis rurais já cadastrados com as áreas oficialmente consideradas como passíveis de cadastramento no CAR, verifica-se que na maioria dos Estados brasileiros as áreas totais declaradas já ultrapassaram 100% das consideradas como passíveis de declaração (Figura 54.4a). Em apenas seis dos Estados localizados mais a leste do país esse percentual ainda estaria abaixo de 100%: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Paraíba e Sergipe (entre 74,4 e 99,9%). No caso de Estados como Sergipe, Ceará e Rio Grande do Norte, a comparação entre as áreas declaradas e as consideradas passíveis de declaração diverge em menos do que 1%; porém no caso dos Estados do Amazonas, Acre e Roraima, o somatório das áreas declaradas é mais do que o dobro do considerado passível de cadastramento no CAR. No Amazonas as áreas declaradas somaram próximo de oito vezes (793%) a área inicialmente considerada como passível de declaração. Entre as seis Unidades da Federação em que foram considerados dados estaduais atualizados, em quatro delas foram declaradas áreas totais acima de 20% do previsto, no Mato Grosso excederam apenas 1,77%, e no Espírito Santo ainda faltaria declarar 25,6% das áreas passíveis de cadastramento consideradas no CAR.

Se o Censo Agropecuário de 2017 fosse considerado como fonte para o cálculo das áreas passíveis de declaração (=somatório das áreas dos estabelecimentos rurais amostrados), a maioria dos Estados do Brasil ainda apresentaria total das áreas declaradas no CAR maior do que as consideradas passíveis de cadastramento em 2017 (Figuras 54.2b e 54.4b). Apenas o Estado do Rio de Janeiro teria apresentado área declarada praticamente igual à passível de cadastro, e apenas os Estados da Bahia, Espírito Santo, Paraíba e Rio Grande do Sul teriam áreas declaradas inferiores às passíveis de declaração. Nesse caso, também haveria cinco Unidades da Federação com áreas declaradas superando o dobro das passíveis de declaração: Amazonas, Amapá, Acre, Distrito Federal e Pará. No caso do Amazonas, o percentual das áreas declaradas em relação às consideradas passíveis de declaração conforme o Censo Agropecuário de 2017 seria 12,21 vezes maior que o esperado (1.221,03% excedentes).

[7] Nem sempre são disponibilizados dados atualizados sobre todas as variáveis registradas no CAR. Neste capítulo são considerados dados de dez./2018 e, quando disponíveis, dados de fev./2019, citando como fontes, respectivamente, Brasil (2018) ou Brasil (2019).

Assim, comparando o somatório das áreas declaradas por Unidade da Federação com as oficialmente consideradas como passíveis de cadastramento no CAR ou mesmo com as que poderiam ser consideradas com base no Censo Agropecuário de 2017, verifica-se que em mais da metade das Unidades da Federação, foi declarado acima de 20% da área esperada, indicando possíveis erros nas bases de dados para o cálculo das áreas passíveis de cadastramento e/ou na delimitação dos perímetros dos imóveis rurais já cadastrados no CAR. Os Estados com maiores discrepâncias de dados seriam: Amazonas, Amapá, Acre, Pará e Roraima (Figura 54.4). Nestes, provavelmente há cadastro de imóveis rurais com áreas sobrepostas entre si e/ou com áreas não contabilizadas como passíveis de cadastro: **Unidades de Conservação** (**UC**s), **Terras Indígenas** (**TI**s), áreas embargadas, etc., como pode ser observado no exemplo apresentado na Figura 54.5.

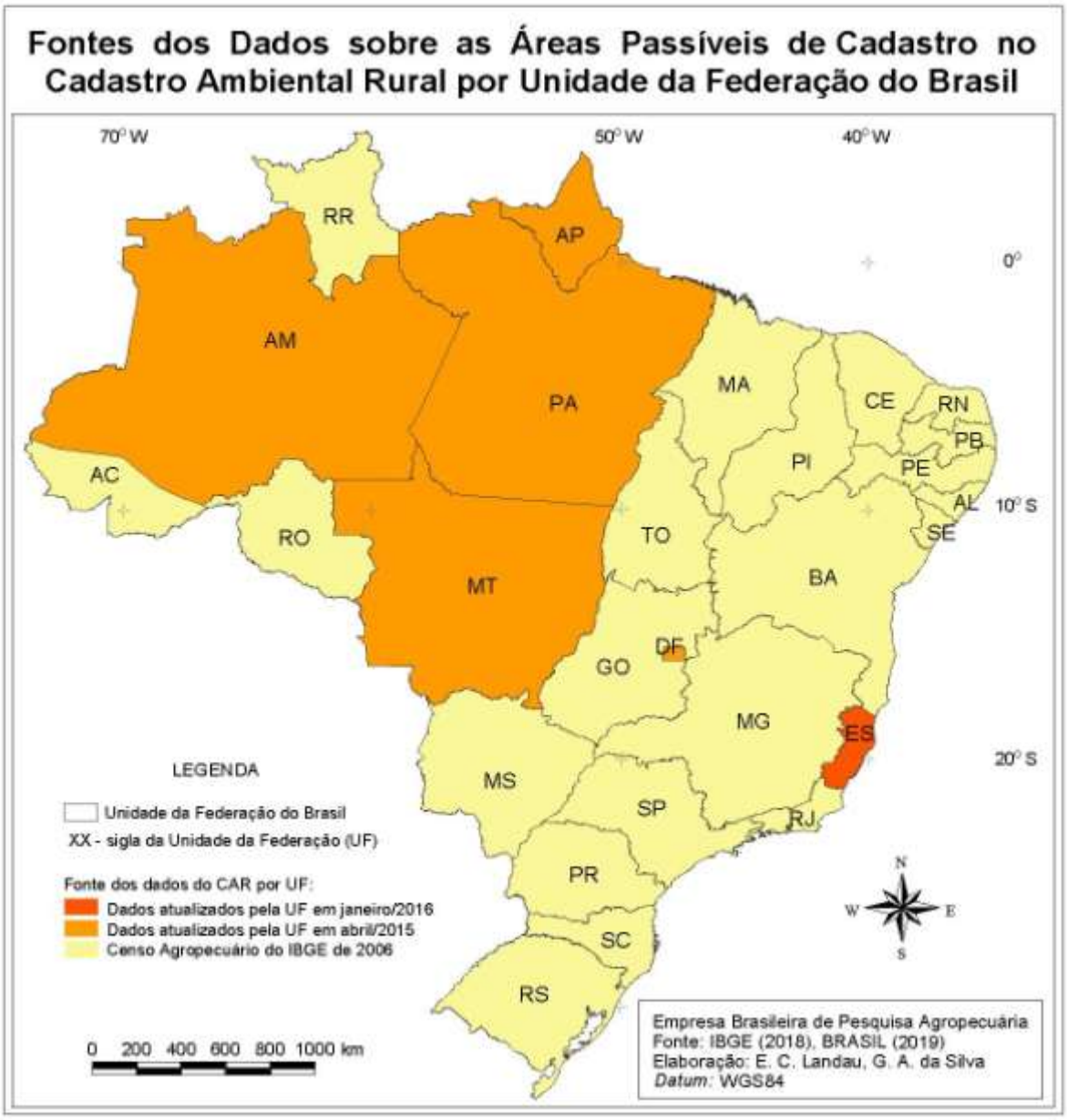


Figura 54.1. Fontes de dados consideradas no Cadastro Ambiental Rural para e estimativa oficial das áreas totais ocupadas por imóveis rurais em cada Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte: IBGE (2018); Brasil (2019).

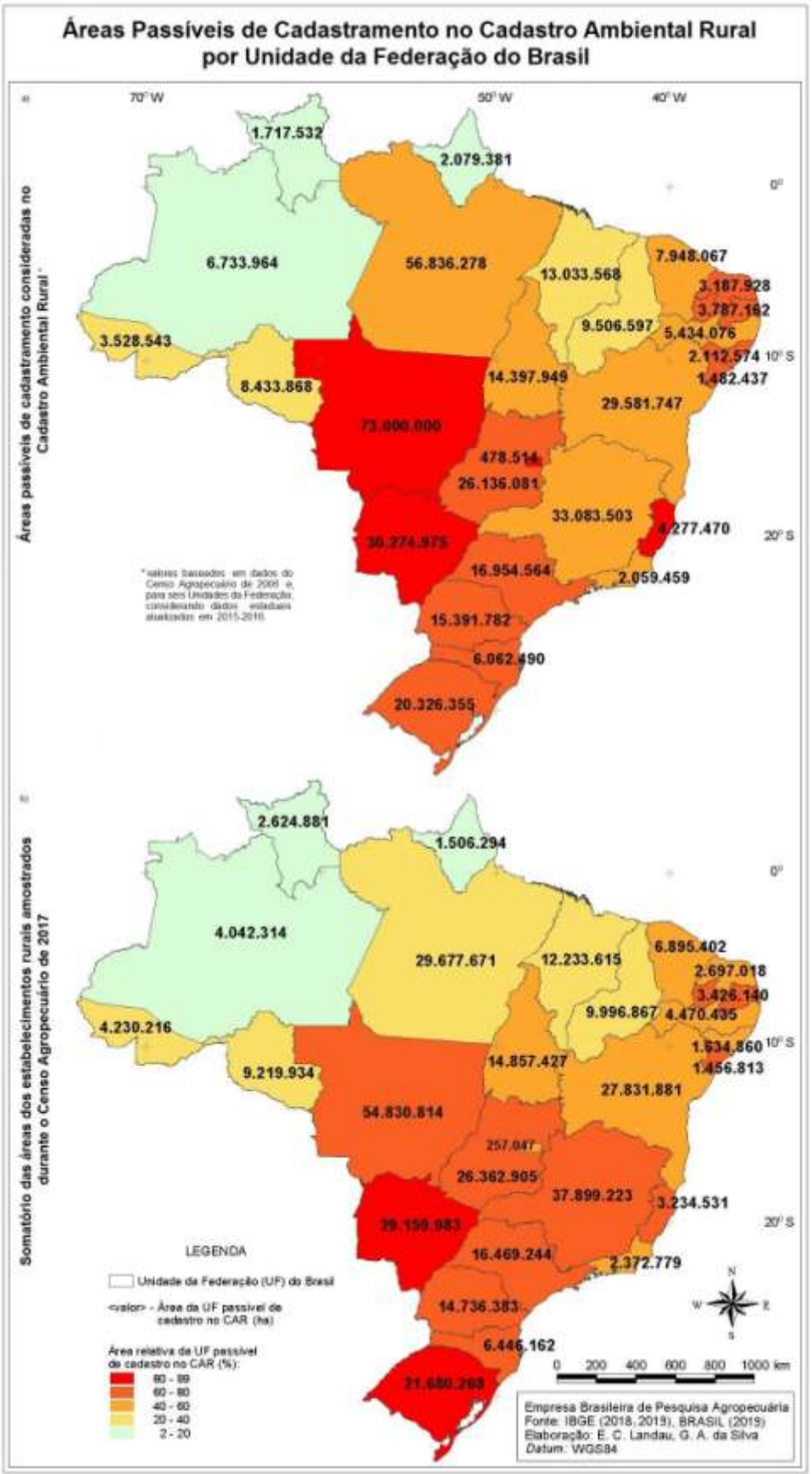


Figura 54.2. Áreas passíveis de cadastro no CAR por Unidade da Federação: a) áreas consideradas oficialmente no CAR com base em diversas fontes (levantamentos de 2006 a 2015) e b) áreas dos estabelecimentos rurais amostrados durante o Censo Agropecuário de 2017. Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte: IBGE (2018, 2019) e Brasil (2019).

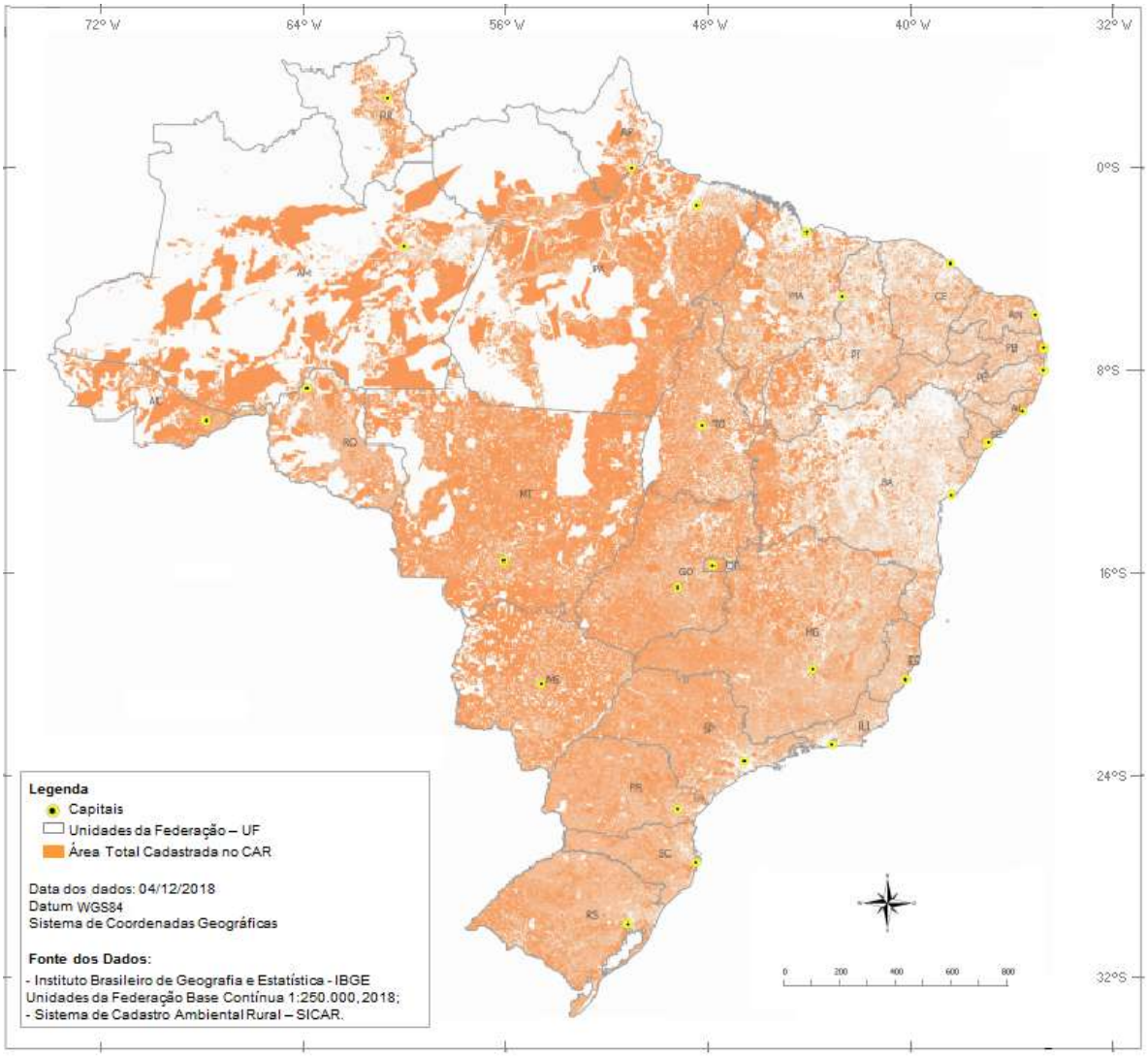


Figura 54.3. Imóveis rurais cadastrados no Sicar até dezembro de 2018.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

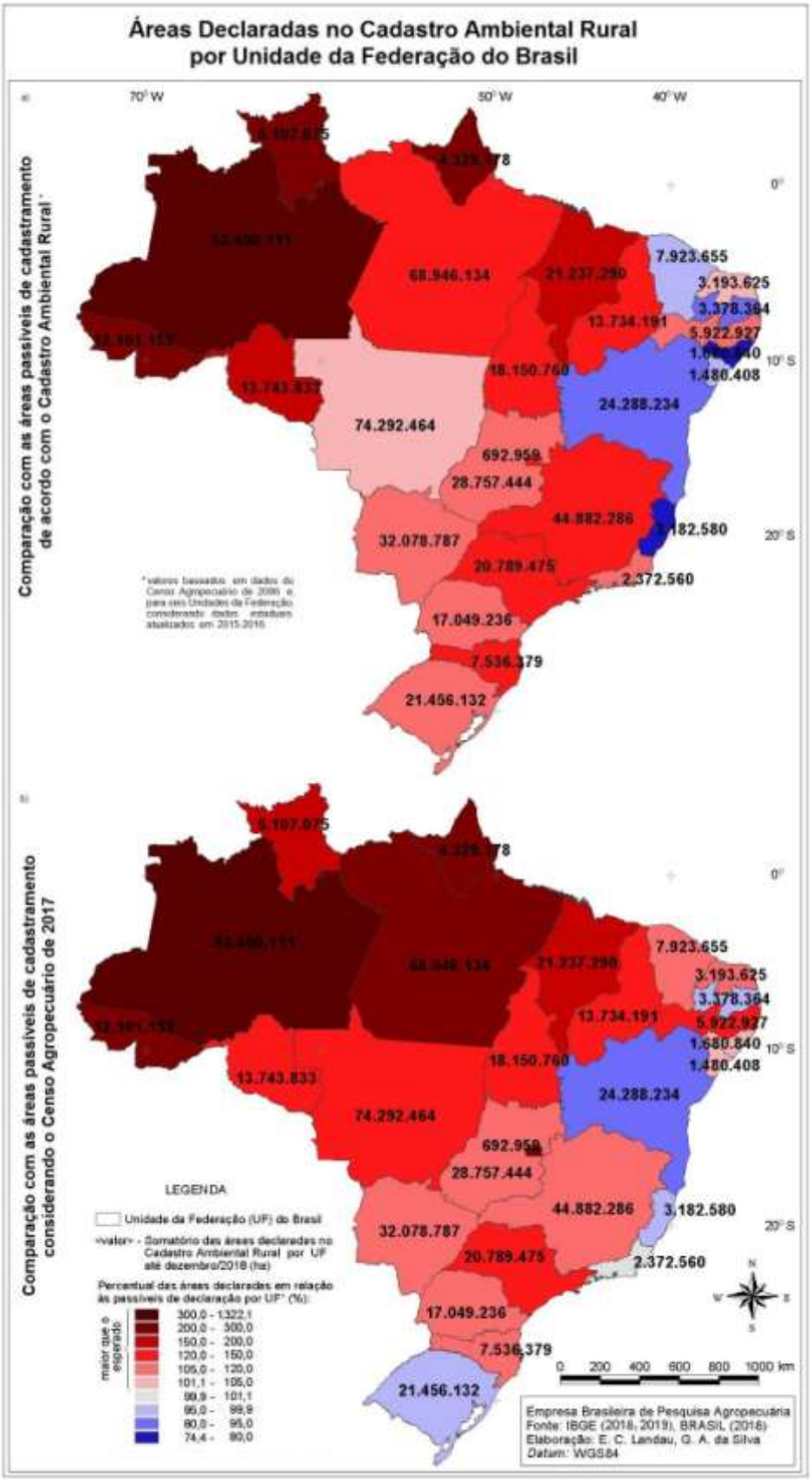


Figura 54.4. Comparação entre as áreas declaradas no Cadastro Ambiental Rural até dezembro/2018 e o percentual destas em relação às passíveis de declaração considerando a) áreas passíveis de declaração de acordo com o CAR e b) somatório das áreas dos estabelecimentos rurais amostrados no Censo Agropecuário de 2017.
Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte: Brasil (2018) e IBGE (2018, 2019).

a)

b)

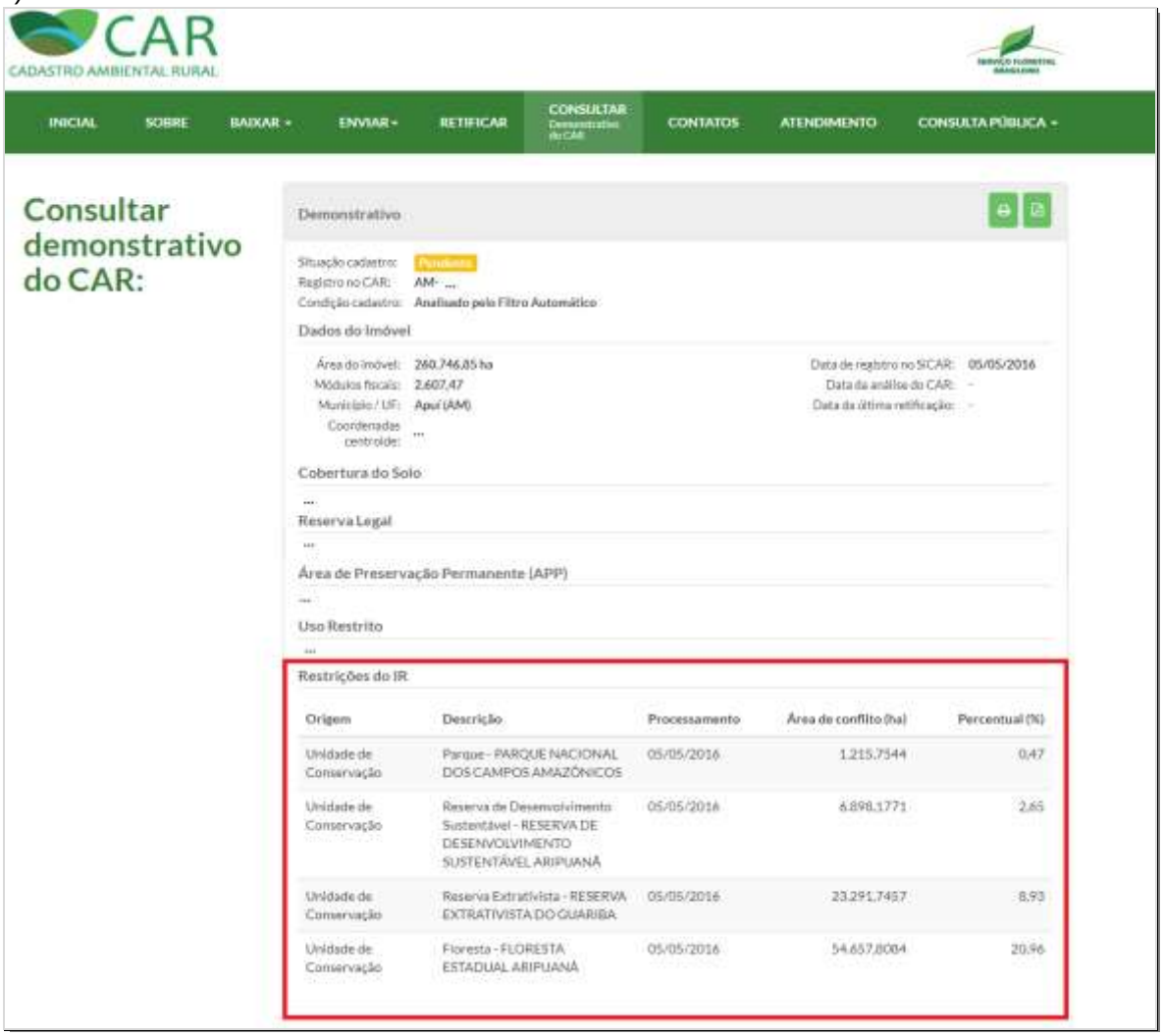


Figura 54.5. Exemplo de sobreposição entre áreas de imóveis rurais declarados no município de Apuí-AM, visualizada através da opção de consulta pública disponível em Brasil (2019): a) imóveis rurais registrados no município de Apuí-AM, b) identificação automática de sobreposição com Unidades de Conservação do registro de um dos imóveis rurais visualizados acima. A análise feita pelo filtro automático ainda não inclui relato de sobreposição entre os imóveis vizinhos.

Informações ambientais declaradas no CAR

A localização geográfica das **nascentes**[8] registradas nos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 pode ser visualizada na Figura 54.6. Foram declaradas ao todo 1.750.882 nascentes em estabelecimento rurais do país, sendo 175.690 na Região Norte, 68.354 na Nordeste, 639.152 na Sudeste, 541.964 na Sul e 325.722 na Centro-Oeste. A quantidade e a densidade média de nascentes declaradas dentro de estabelecimentos rurais registrados[9] por Unidade da Federação até dezembro/2018 são apresentadas na Figura 54.7. Os Estados com maiores densidades de nascentes registradas nos imóveis rurais declarados (maior do que 100 nascentes/km^{2}dentro de imóvel rural declarado[10]) foram Santa Catarina, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná e São Paulo (respectivamente com densidade médias de 220,64; 150,83; 140,94; 140,57 e 124,37 nascentes por quilômetro quadrado de imóvel rural declarado). A densidade de nascentes declaradas dentro de imóveis rurais não representa a densidade de nascentes da UF, pois não foram incluídas nascentes situadas em imóveis rurais ainda não cadastrados, nem em Unidades de Conservação, nem em Terras Indígenas e nem em áreas da UF não passíveis de cadastro. Se considerássemos que todos os cadastros de imóveis rurais tivessem sido efetuados e que todas as nascentes existentes em imóveis rurais tivessem sido declaradas uma só vez, a densidade de nascentes em imóveis rurais poderia indicar áreas com maior foco para promover programas de cuidados de nascentes, de fiscalização do grau de conservação destas e/ou de pagamento dos proprietários desses imóveis rurais por serviços ambientais (ecossistêmicos) para manter conservadas as nascentes localizadas nas suas propriedades, possibilitando o aumento da vazão de cursos d'água doce e da qualidade da água destes para a sua utilização a jusante para diversos usos (abastecimento doméstico, irrigação, piscicultura, alimentação animal, geração de energia elétrica, uso industrial, limpeza pública, navegação). Exemplo de pagamento de proprietários rurais por serviços ambientais envolvendo a conservação de nascentes tem sido aplicado na gestão hídrica do sistema de abastecimento da cidade de Nova York (Estados Unidos), em que foi assinado documento estabelecendo um amplo acordo de

[8] **Nascente**: Local do solo ou de uma rocha de onde a água emerge naturalmente para a superfície do terreno ou para uma massa d'água, representando, respectivamente, o início de um curso d'água ou de aporte adicional de água doce de boa qualidade para a massa d'água receptora.

[9] A densidade média de nascentes dentro de imóveis rurais registrados refere-se apenas a nascentes declaradas nos imóveis rurais cadastrados, pelo que foi calculada dividindo o número de nascentes pela área total dos imóveis rurais cadastrados no CAR por UF. Assim sendo, não representa a densidade de nascentes da UF, pois não foram incluídas nascentes situadas em imóveis rurais ainda não cadastrados, Unidades de Conservação. Terras Indígenas e outras não passíveis de cadastro.

[10] 100 nascentes por quilômetro quadrado = 10.000 nascentes por hectare

pagamentos por serviços ambientais, assistência técnica para o manejo seguro das atividades produtivas realizadas na bacia hidrográfica e um programa de conservação ambiental e de compensações por servidão. Os fazendeiros comprometidos são considerados “guardiões da água” e são remunerados pelos serviços ambientais prestados (Miguel, 2016).

A localização geográfica dos remanescentes de vegetação nativa, RLs e APPs cadastrados no CAR até dezembro/2018 pode ser visualizada na Figura 54.8. Foi declarada uma área total de 205.030.237 ha com remanescentes de **vegetação nativa** no país (24,11% da área do Brasil e 40,69% das áreas declaradas). Destes, 99.588.497 ha de vegetação nativa foram registrados em imóveis rurais da Região Norte, 28.280.171 ha nos da Nordeste, 16.241.662,4 nos da Sudeste, 8.613.773 ha, nos da Sul e 52.306.132 nos da Centro-Oeste. A área total e a área relativa dos imóveis cadastrados com vegetação nativa por Unidade da Federação são apresentadas na Figura 54.9. Os Estados com maior área relativa média dos imóveis cadastrados coberta por vegetação nativa (mais de 50%) foram Amazonas (76,20%), Acre (71,95%), Amapá (57,17%), Roraima (51,87%) e Tocantins (50,85%). Aqueles com menor área relativa dos imóveis cadastrados com vegetação nativa (menor do que 20%) foram Sergipe (10,06%), Alagoas (13,12%), Rio Grande do Sul (14,77%), São Paulo (16,36%) e Espírito Santo (19,79%). Ressalta-se, no entanto, que a maioria dos Estados com mais do que 50% das áreas dos imóveis rurais cadastrados com vegetação nativa coincidiram com aqueles em que as áreas totais dos imóveis cadastrados excederam consideravelmente as áreas passíveis de cadastramento esperadas, o que compromete a consideração destes no referente à área e percentual cadastrados com remanescentes de vegetação nativa. Por outro lado, no CAR não há indicação sobre o grau de conservação daqueles declarados, limitando a consideração das áreas totais de remanescentes cadastrados como indicador do grau de conservação ambiental no País.

No caso das **Reservas Legais** foram declarados 114.983.978 ha nos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 (13,52% das áreas do país e 22,82% das áreas cadastradas). Destes, 45.414.920 ha foram cadastrados em imóveis rurais da Região Norte, 16.578.947 ha nos da Nordeste, 11.070.199 nos da Sudeste, 5.760.680 ha, nos da Sul e 36.159.235 nos da Centro-Oeste. Dentre as informações divulgadas sobre as áreas de RLs[11], 90.976.659 ha (79,12%) apresentaram vegetação nativa, sendo 27.129.342 na Região Norte, 7772404 ha na Nordeste, 7.935.342 na Sudeste, 4.201.261 na Sul e 31.366.902 na Centro-Oeste (respectivamente, 59,74%; 46,88%; 71,68%; 77,93% e 86,75% das áreas de RLs cadastradas nessas regiões). A área total de RLs e a de

[11] Dados sobre Bahia e Pará não disponibilizados.

vegetação nativa nestas por Unidade da Federação são apresentadas nas Figuras 54.9 e 54.10. Os Estados com as maiores áreas relativas dos imóveis rurais cadastrados ocupadas por RLs (maiores do que 30% dos imóveis rurais cadastrados) foram Roraima (52,43%), Amapá (48,78%), Acre (45,06%) e Mato Grosso (34,37%), e os com maior percentual de vegetação nativa nas RLs (acima de 80%) foram Mato Grosso do Sul (99,9%), Tocantins (88,8%), Acre (88,2%), Mato Grosso (85,5%) e Espírito Santo (82,0%). As Unidades da Federação com menor área relativa dos imóveis rurais com RLs (menor do que 15%) foram Rio Grande do Sul (10,23%), São Paulo (11,22%), Alagoas (11,23%), Sergipe (13,26%), Espírito Santo (13,79%) Distrito Federal (14,13%), Paraná (14,32%) e Santa Catarina (14,93%). Os Estados com vegetação nativa ocupando menos do que 60% das RLs foram Sergipe (31,3%), Piauí (51,6%), Paraíba (54,5%), Amapá (55,8%), Rio Grande do Norte (57,0%) e Pernambuco (59,2%).

Para a Amazônia Legal[12], o Código Florestal estabelece que no mínimo 80% da área dos imóveis rurais com floresta devem permanecer como floresta, na forma de RLs; se situados em área de Cerrado devem proteger 35% da área, e 20% se situados em área de campos gerais, assim como nos imóveis rurais das demais regiões do país. Assim, era esperado que os Estados da Amazônia Legal fossem aqueles em que os imóveis apresentassem maior percentual da área com florestas nativas. Notam-se, também, percentuais de vegetação nativa bem menores do que os 20% legais em diversos Estados das Regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Na maioria dos casos, trata-se de Estados com maior concentração de estabelecimentos familiares e pequenas propriedades, onde as exigências em termos de percentual de preservação de RLs e APPs podem ser menores, conforme o caso.

Referente às **Áreas de Preservação Permanente** foram declarados 21.318.976 ha nos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 (2,51% das áreas do país e 4,23% das áreas cadastradas). Destes, 4.470.641 ha foram cadastrados em imóveis rurais da Região Norte, 2.319.264 ha nos da Nordeste, 5.070.423 nos da Sudeste, 3.354.943 ha, nos da Sul e 6.103.702 nos da Centro-Oeste. Dentre as informações divulgadas sobre as APPs[13], 12.346.151 ha (57,91%) apresentaram vegetação nativa, sendo 2.795.713 na Região Norte, 760.260 ha na Nordeste, 2.331.693 na Sudeste, 1.856.129 na Sul e 4.585.701 ha na Centro-Oeste (respectivamente, 62,53%; 32,78%; 45,99%; 55,33% e 75,13% das áreas de RLs cadastradas nessas regiões). A área total representada por APPs e a de vegetação nativa nestas por Unidade da Federação por

[12] **Amazônia Legal**: área compreendida pelos "Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso, e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W do Estado do Maranhão" (Brasil, 2012a).

[13] Dados sobre o Estado da Bahia não disponibilizados.

ser visualizada na Figura 54.11. Os Estados com as maiores áreas relativas dos imóveis rurais cadastrados representadas por APPs (maiores do que 7%) foram Santa Catarina (9,76%), Espírito Santo (8,51%), Rio de Janeiro (8,39%), São Paulo (7,92%) e Paraná (7,87%), e os com maior percentual de vegetação nativa nas APPs foram Mato Grosso do Sul (94,9%), Tocantins (79,1%), Mato Grosso (76,4%) e Amazonas (75,2%). As Unidades da Federação em que as APPs ocuparam menores áreas relativas dos imóveis rurais cadastrados foram Acre (1,31%), Amazonas (1,57%), Piauí (2,01%), Pernambuco (2,07%), Pará (2,18%), Maranhão (2,4%), Amapá (2,54%), Mato Grosso do Sul (2,87%) e Alagoas (2,94%). Os Estados com vegetação nativa ocupando menos do que 30% das APPs foram Espírito Santo (24,9%), Sergipe (25,7%) e Alagoas (26,9%).

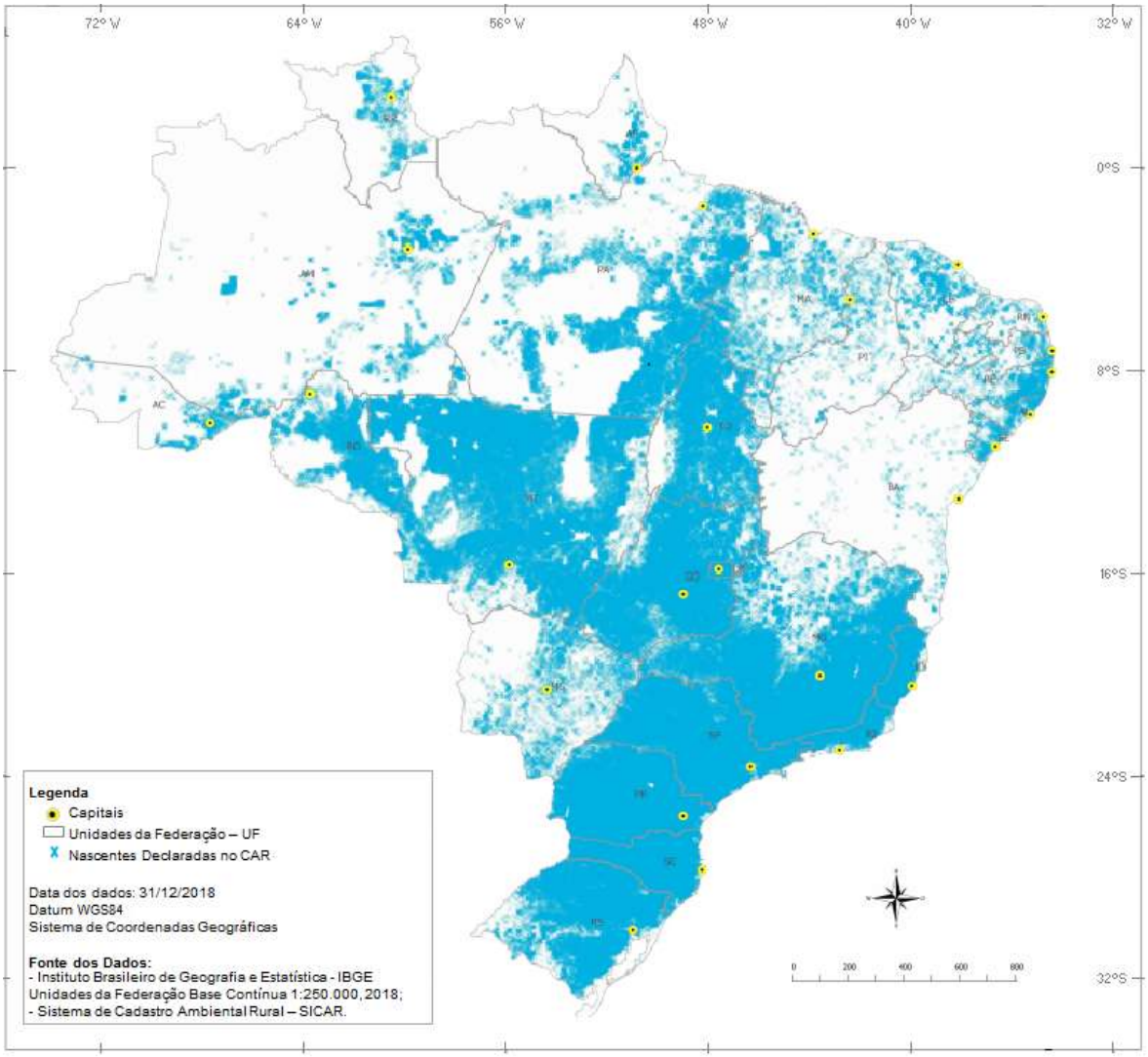


Figura 54.6 Nascentes declaradas no CAR até dezembro de 2018.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

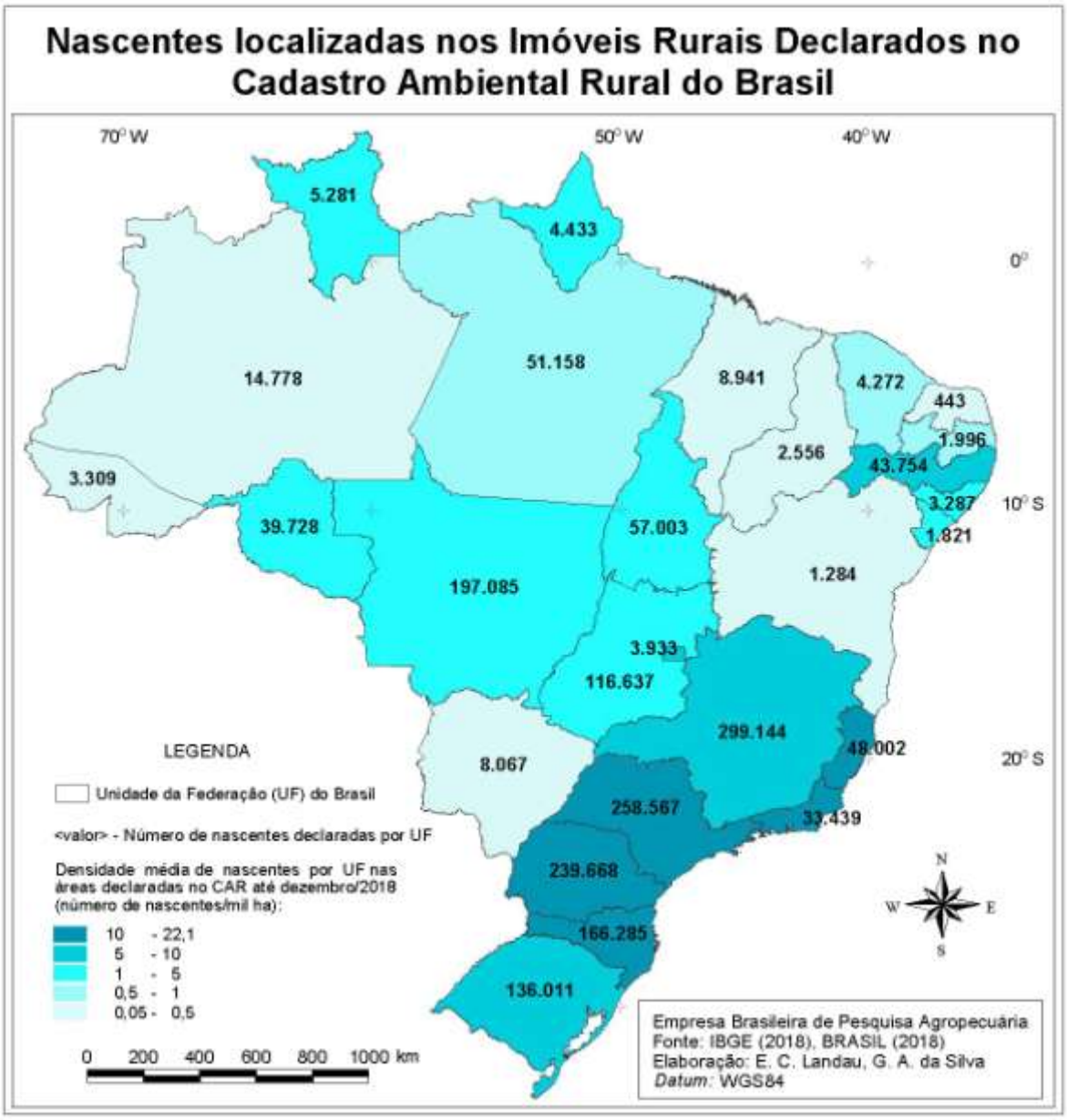


Figura 54.7. Frequência e densidade de nascentes nos imóveis rurais declarados no CAR por Unidade da Federação até dezembro/2018.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2018) e IBGE (2018).

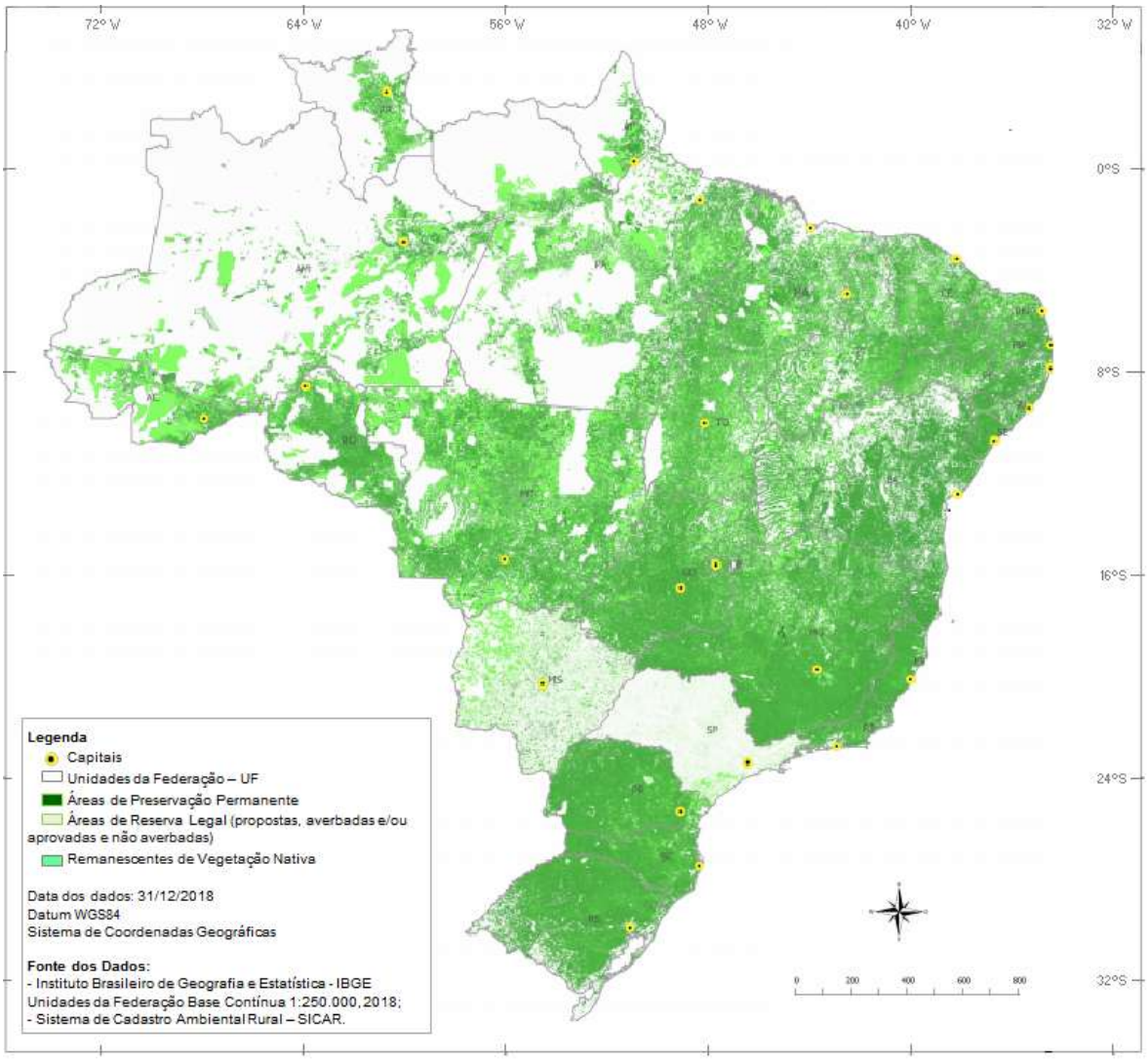


Figura 54.8. Remanescentes de vegetação nativa, reservas legais (RLs) e áreas de preservação permanente (APPs) declaradas no CAR até dezembro de 2018.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018).

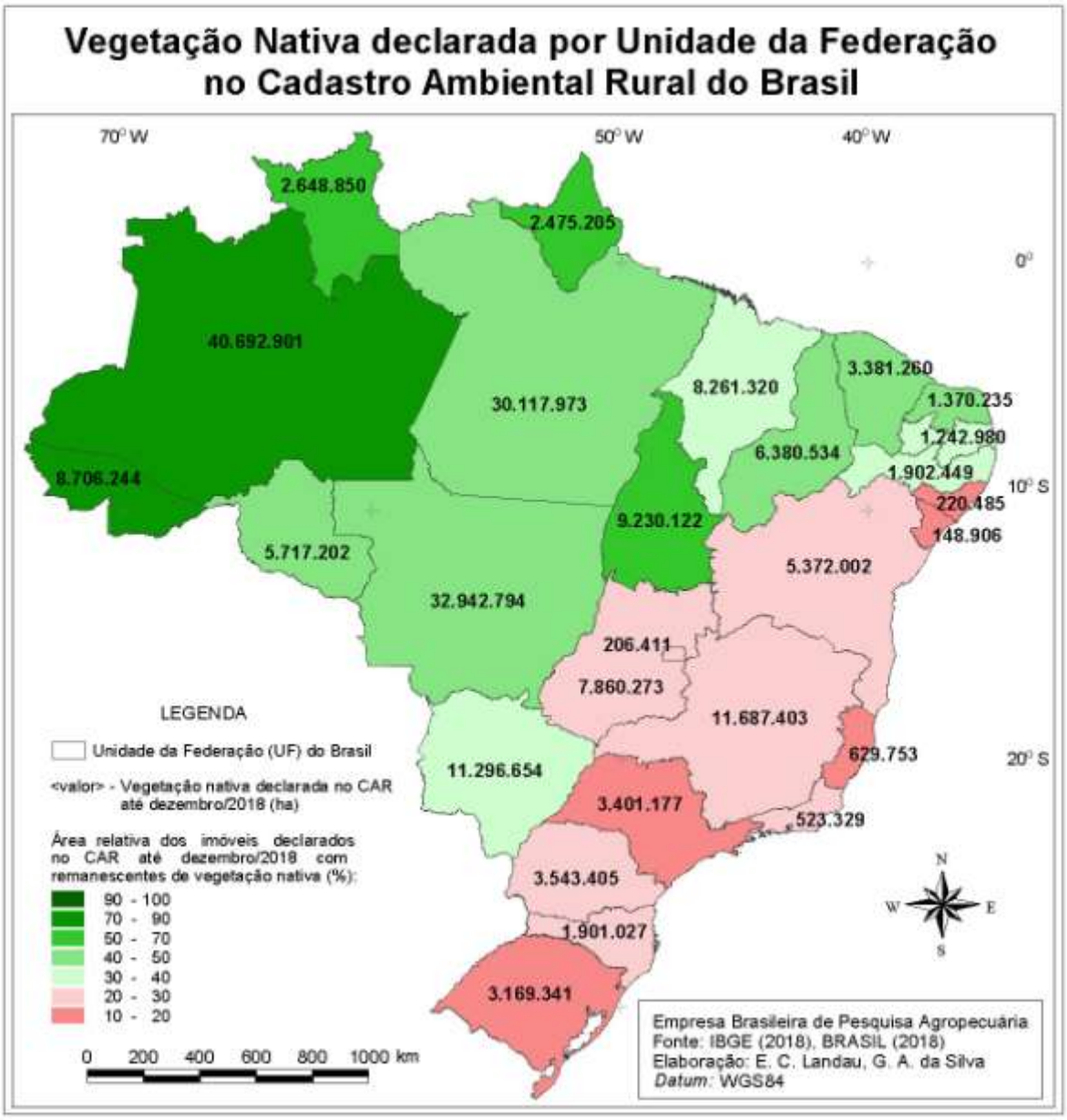


Figura 54.9. Áreas absoluta e relativa dos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 com remanescentes de vegetação nativa por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2018) e IBGE (2018).

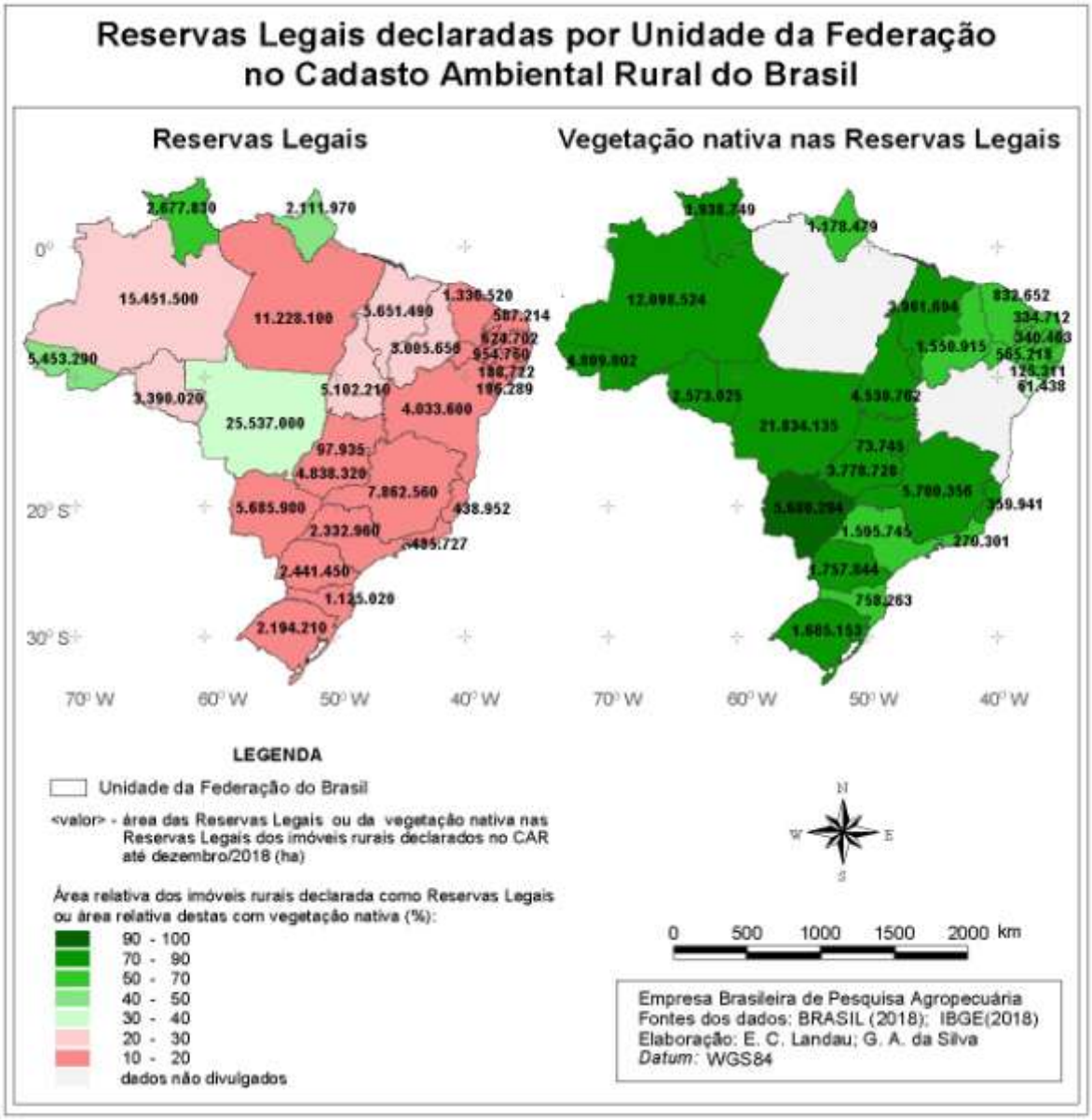


Figura 54.10. Áreas absoluta e relativa dos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 com Reservas Legais e com remanescentes de vegetação nativa nestas por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2018) e IBGE (2018).

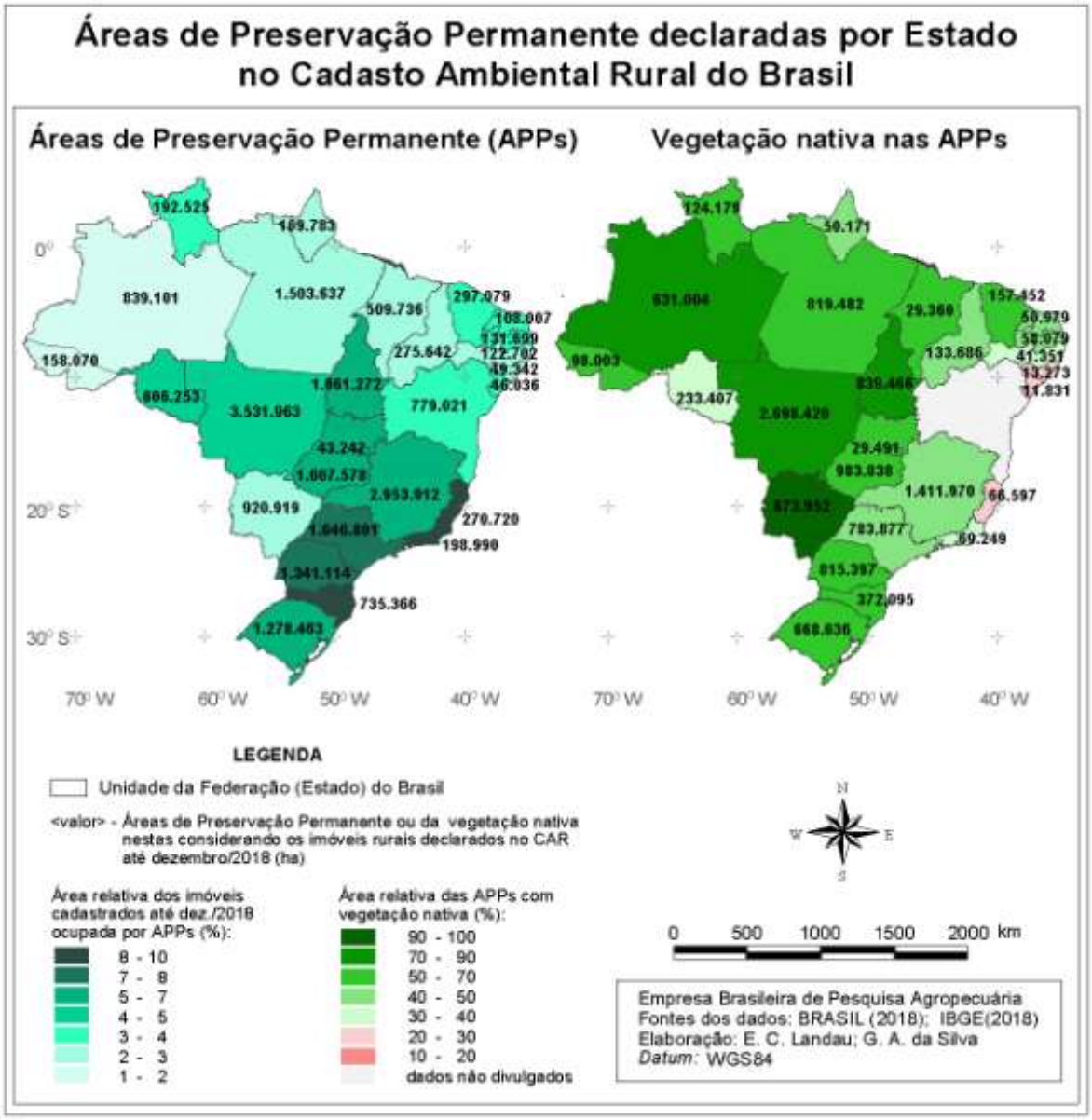


Figura 54.11. Áreas absoluta e relativa dos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 representados por Áreas de Preservação Permanente (APPs) e percentual destas com remanescentes de vegetação nativa por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2018) e IBGE (2018).

Adesões ao Programa de Regularização Ambiental (PRA)

Até dezembro de 2018, 58,68% dos imóveis cadastrados no Sicar tinham **requerimento de adesão ao PRA**. Espírito Santo, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas, Rio Grande do Norte e Distrito Federal foram as Unidades da Federação que apresentaram maiores taxas de requerimento (100%, 87%, 86,9%, 84%, 82% e 80,4%, respectivamente) (Figura 54.12).

Dos 5.690.597 imóveis cadastrados até o fevereiro de 2019, 2.649.013 (46,55%; 309.322.610,55 ha) aderiram ao Programa de Regularização Ambiental; 4.677.021 (82,19%; 175.097.805,87 ha) apresentaram RL a regularizar; e 1.669.59 (29,34%; 4.480.378,82 ha) apresentaram APP a recompor (Brasil, 2019).

Do total de imóveis com **adesão ao PRA**, a Região Nordeste apresentou 911.287 imóveis (44,95%; 61.500.307,28ha), Sul 734.030 (57,89%; 29.265.359,57ha), a Sudeste 556.541 (44,95%; 34.626.104,68 ha), a Centro-Oeste 232.657 (54,89%; 94.222.537,61 ha) e a Norte 214.498 (28,76%; 89.708.301,40 ha). Os Estados com mais de 50% da área relativa com adesão ao PRA foram Espírito Santo (106,82%), Distrito Federal (102,29%), Acre (91,95%), Rio de Janeiro (89,32%), Ceará (85,35%), Maranhão (84,29%), Rio Grande do Norte (81,33%), Mato Grosso (79,43%), Goiás (78,38%), Paraíba (78,34%), Alagoas (76,60%), Sergipe (74,85%), Pernambuco (73,27%), Paraná (71,87%), Rondônia (66,59%), Minas Gerais (66,32%), Amazonas (65,09%), Roraima (63,31%), Rio Grande do Sul (61,93%), Piauí (60,43%), Santa Catarina (55,90%), Tocantins (54,88%) e Amapá (53,67%) (Figura 54.12). O Estado de São Paulo apresenta apenas 0,02% dos imóveis declarados com adesão ao PRA.

Em relação à área relativa dos imóveis declarados com adesão ao PRA, os Estados com mais de 50% foram Espírito Santo (~100%), Distrito Federal (~100%), Acre (94,17%), Rio de Janeiro (87,46%), Maranhão (81,61%), Mato Grosso (79,23%), Ceará (78,17%), Rio Grande do Norte (78,06%), Goiás (76,46%), Paraíba (73,99%), Paraná (70,85%), Pernambuco (70,52%), Sergipe (70,20%), Alagoas (69,12%), Amazonas (67,40%), Rondônia (66,59%), Minas Gerais (65,35%), Roraima (63,31%), Rio Grande do Sul (60,67%), Piauí (57,94%), Santa Catarina (55,30%), Amapá (54,73%) e Tocantins (53,80%) (Figura 54.13). O Estado de São Paulo apresenta apenas 0,03% da área dos imóveis declarados com adesão ao PRA.

Dos imóveis cadastrados no Sicar com **RL a regularizar**, 1.621.590 estão localizados no Nordeste (85,64%; 33.710.097,82 ha), 1.183.120 no Sul (88,47%; 5.865.011,62 ha), 1.131.688 no Sudeste (91,41%; 8.270.060,59 ha), 400.104 no Norte (53,64%; 88.940.627,68 ha), e 340.519 no Centro-Oeste (75,82%; 38.311.954,17 ha). Os Estados com mais de 50% do número de imóveis com RL a regularizar foram Bahia

(~100%), São Paulo (~100%), Mato Grosso do Sul (99,86%), Sergipe (97,18%), Espírito Santo (96,81%), Alagoas (95,10%), Distrito Federal (93,04%), Santa Catarina (92,81%), Ceará (91,09%), Paraná (90,76%), Minas Gerais (90,41%), Paraíba (87,74%), Rio Grande do Sul (86,89%), Rio de Janeiro (86,34%%), Goiás (83,02%), Rondônia (82,61%), Piauí (82,10%), Tocantins (81,90%), Rio Grande do Norte (73,26%), Pernambuco (72,67%), Acre (64,44%), Mato Grosso (63,83%), Pará (55,01%) e Maranhão (51,05%) (Figura 54.14). Os Estados com mais de 50% da área relativa dos imóveis declarados com RL a regularizar são Rondônia (73,80%), Acre (64,20%), Maranhão (63,29%), Tocantins (60,12%), Amapá (58,44%) e Amazonas (58,37%).

Dentre os imóveis com **APPs a recompor**, 652.140 desses imóveis (48,76%; 776.362,01 ha) estão localizados no Sul, 480.097 (38,78%; 1.154.909,06 ha) no Sudeste, 232.558 (12,28%; 693.444,76 ha) no Nordeste, 174.334 (38,82%; 1.033.789,03 ha) no Centro-Oeste e 130.462 (17,49%; 821.873,96 ha) no Norte. Os Estados com mais de 50% de APPs a recompor são Espírito Santo (72,78%), Goiás (61,73%), Minas Gerais (54,26%), Santa Catarina (53,05%) e Rio de Janeiro (50,31%). Os Estados com menos que 1% de área relativa declarada com APPs a Recompor são Rondônia (0,91%), Piauí (0,88%), Pernambuco (0,87%), Tocantins (0,86%), Mato Grosso (0,78%), Maranhão (0,78%), Pará (0,57%), Amazonas (0,27%), Acre (0,20%), Mato Grosso do Sul (0,11%), Bahia (0,01%) e São Paulo (<0,001%) (Figura 54.14).

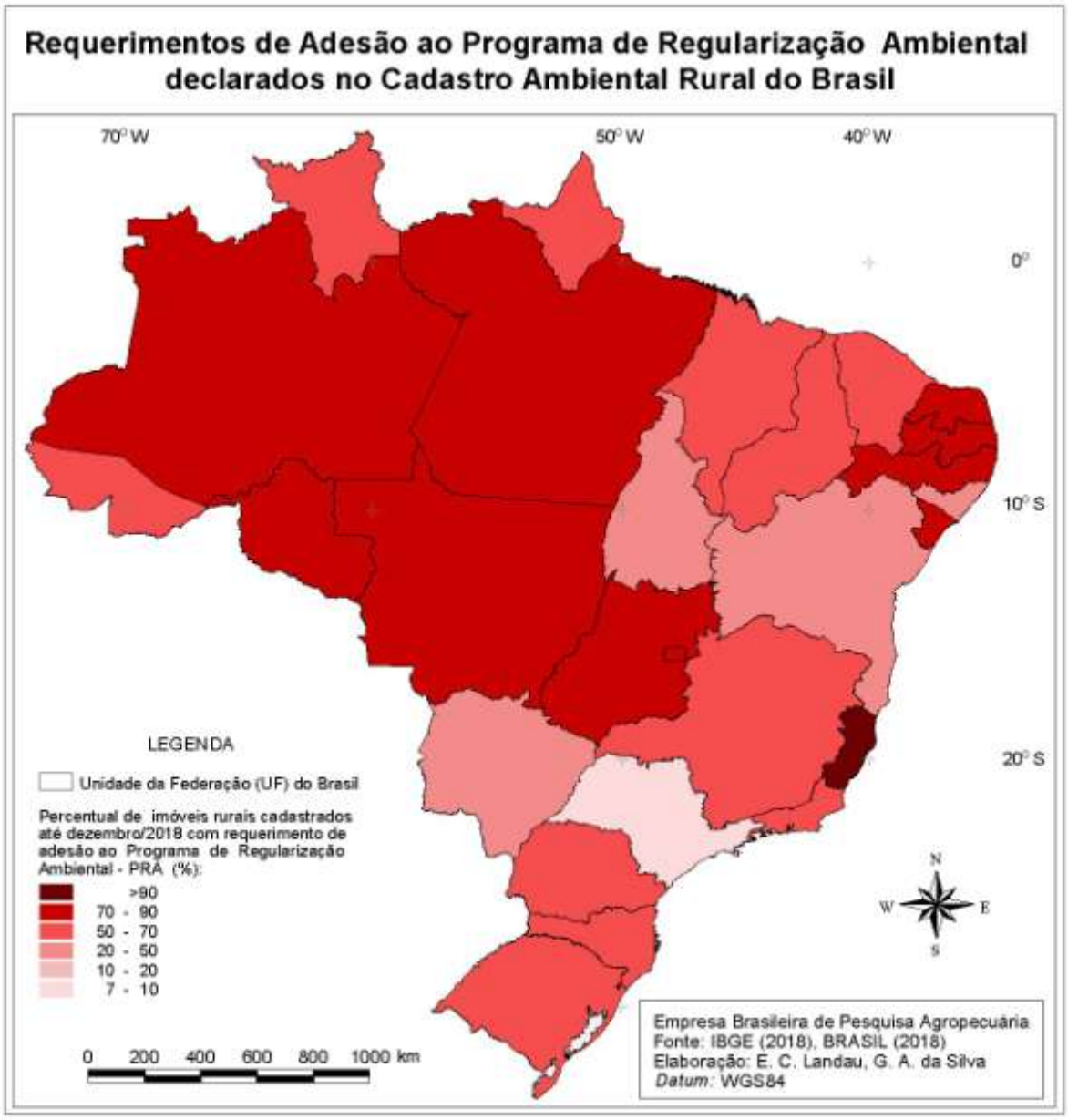


Figura 54.12. Áreas relativas dos imóveis rurais cadastrados no CAR até dezembro/2018 com requerimentos de adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) por Unidade da Federação.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2018) e IBGE (2018).

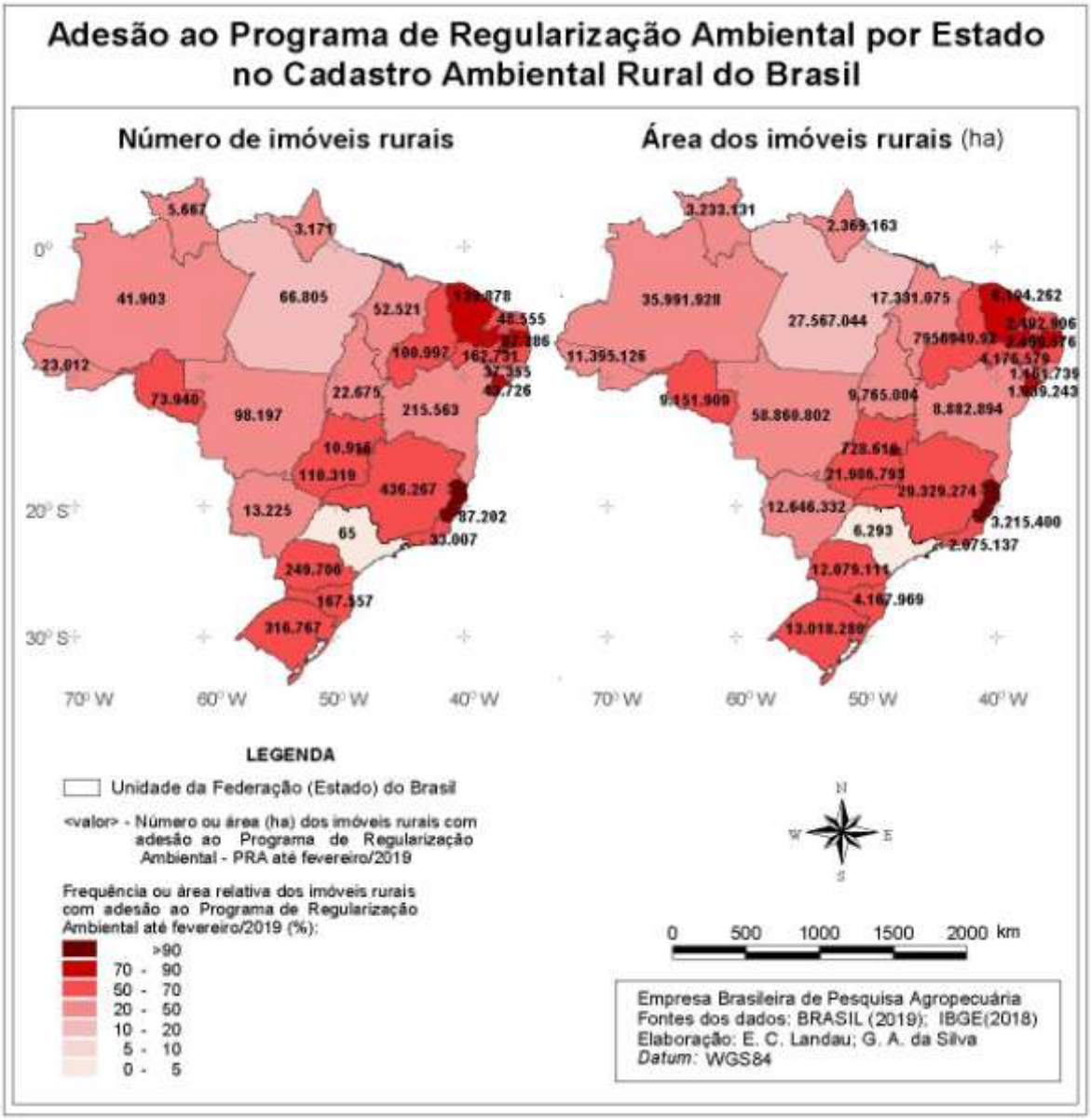


Figura 54.13. Frequências e áreas absolutas e relativas dos imóveis rurais cadastrados no CAR até fevereiro/2019 com adesão ao Programa Ambiental Rural por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: IBGE (2018) e Brasil (2019).

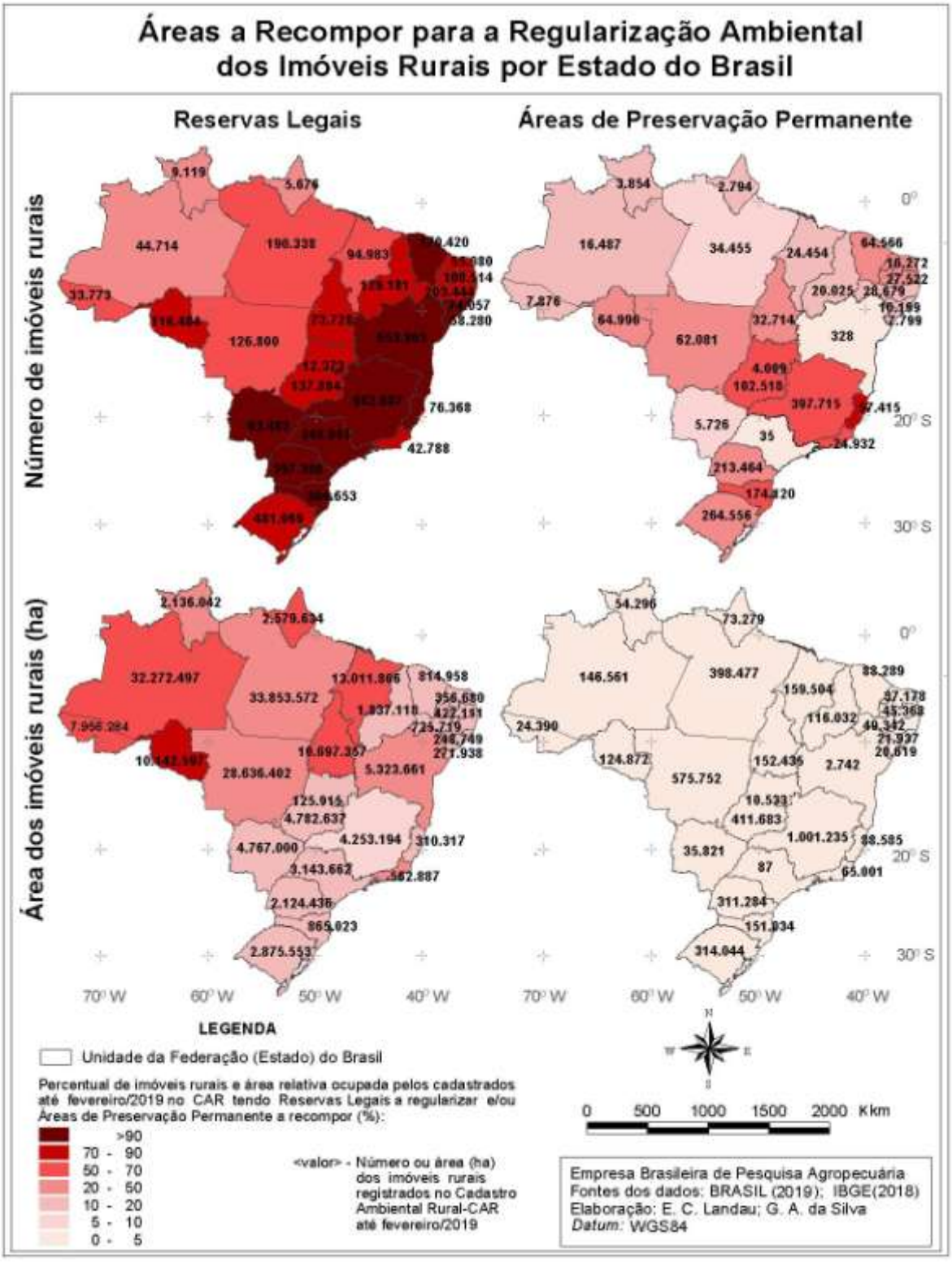


Figura 54.14. Frequências e áreas absolutas e relativas dos imóveis rurais cadastrados no CAR até fevereiro/2019 com Reservas Legais a regularizar e/ou Áreas de Preservação Permanente a recompor por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: IBGE (2018) e Brasil (2019).

Análise dos cadastros no CAR

Inicialmente, os dados cadastrados sobre cada imóvel rural são analisados através de **filtros automáticos** do Sistema Sicar, para a verificação de eventuais sobreposições totais ou parciais de cada um destes com terras indígenas (TIs) homologadas constantes na base de dados da Funai, Unidades de Conservação (UCs)[14] constantes no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) e/ou áreas embargadas constantes no sistema do Ibama. Conhecendo o número de inscrição de um imóvel rural pode ser consultada a situação de sobreposições deste através do Demonstrativo da situação do CAR (como apresentado na Figura 54.7). Posteriormente, está prevista uma fase de **análise de inconsistências e retificação**, com apresentação de documentação comprobatória (Brasil, 2017).

Do total de imóveis cadastrados no CAR até fevereiro/2019, 7.319 (0,13%) apresentaram sobreposição com TIs (13.794.310,74 ha); estando 3.755 destes localizados no Norte (0,50%; 8.869.967,82 ha); 1.335 no Centro-Oeste (0,30%; 4.153.878,18 ha); 1.097 no Nordeste (0,06%; 475.522,77 ha); 928 no Sul (0,07%; 197.258,78 ha) e 204 no Sudeste (0,02%; 97.683,19 ha). Apenas Roraima apresentou mais que 1% do número de imóveis sobrepostos (581 imóveis; 2,47%). Os Estados com maior área relativa dos imóveis cadastrados sobreposta a TIs (maior do que 1%) foram Amazonas (11,16%), Acre (6,29%), Mato Grosso (4,69%), Roraima (4,07%), Rondônia (3,94%), Espírito Santo (1,89%), Mato Grosso do Sul (1,68%), Pará (1,67%) e Maranhão (1,35%) (Figura 54.15)

Um número de 46.704 imóveis cadastrados apresentou sobreposição com áreas embargadas (0,82%; 47.171.817,66 ha). Desses imóveis, 24.226 estavam localizados na Região Norte (3,25%; 22.598.846,64 ha), 10.700 no Centro-Oeste (2,38%; 17.244.615,01ha), 7.206 no Nordeste (0,38%; 5.286.584,99 ha); 2.504 no Sul (0,19%; 789.048,35 ha); e 2.068 no Sudeste (0,17%; 1.252.722,70 ha). Os Estados que apresentaram mais de 1% dos imóveis sobrepostos com áreas embargadas foram Rondônia (5,45%), Acre (5,25%), Mato Grosso (4,48%), Pará (3,05%), Amazonas (2,59%), Tocantins (1,96%), Roraima (1,74%), Espírito Santo (1,28%) e Amapá (1,08%). Apenas o Rio Grande do Sul apresentou menos do que 1% das áreas cadastradas sobrepostas com áreas embargadas (0,89%) (Figura 54.15).

Não têm sido divulgados dados estaduais ou nacionais a respeito da sobreposição de imóveis rurais cadastrados com unidades de conservação, apesar das análises

[14] Sobreposição total ou parcial com Unidades de Conservação constantes na base de dados do CNUC (Cadastro Nacional de Unidades de Conservação) em até 10% para Imóveis rurais pequenos (até 4 módulos fiscais), até 4% para Imóveis rurais médios (maiores que 4 até 15 módulos fiscais) e até 3% para Imóveis rurais grandes (maiores que 4 até 15 módulos fiscais).

automáticas estarem sendo realizadas pelos filtros automáticos do Sicar, como pode ser visualizado na Figura 54.7.

Quanto ao andamento das análises dos imóveis cadastrados, dos 5.690.597 imóveis cadastrados até o fevereiro de 2019, 635.755 deles foram analisados (11,17%); 243.318 estão localizados no Sul (18,18%; 7.667.544,01 ha), 209.886 no Nordeste (11,08%; 29.768.634,48 ha), 139.702 no Norte (18,73%; 102.902.117,19 ha), 34.905 no Centro-Oeste (7,77% 16.545.595,70 ha), e 7.944 no Sudeste (0,64%; 3.215.132,25 ha). Os Estados que apresentaram mais que 25% dos imóveis analisados foram Santa Catarina (35,56%) e Paraná (28,74%) (BRASIL, 2019) (Figuras 54.16 e 54.17).

Em relação à área relativa correspondente aos imóveis, 31,10% das áreas declaradas foram analisadas (160.099.023,61 ha). Dessa área, 102.902.117,19 ha estão no Norte (70,44%); 29.768.634,48 ha no Nordeste (35,97%); 6.545.595,70 ha no Centro-Oeste (12,18%); 7.667.544,01 ha no Sul (16,65%); e 3.215.132,25 ha no Sudeste (4,52%). Os Estados com mais de 25% da área relativa correspondente aos imóveis analisados foram Amazonas (84,24%), Amapá (77,57%), Maranhão (75,24%), Distrito Federal (68,38%), Rio de Janeiro (68,05%), Rondônia (64,42%), Pará (53,24%), Roraima (52,44%), Piauí (35,82%), Santa Catarina (34,55%), Acre (34,46%), Sergipe (33,85%), Ceará (31,96%), Paraná (28,87%), Pernambuco (28,63%), Alagoas (28,35%), Goiás (28,01%), Rio Grande do Norte (26,52%) e Paraíba (25,99%) (BRASIL, 2019) (Figura 54.17).

Apesar de os dados declarados ultrapassarem os 100% de áreas passíveis de cadastro, ainda há estabelecimentos rurais sem cadastro, e a análise dos dados ainda não tem prazo determinado para conclusão (Brasil, 2019).

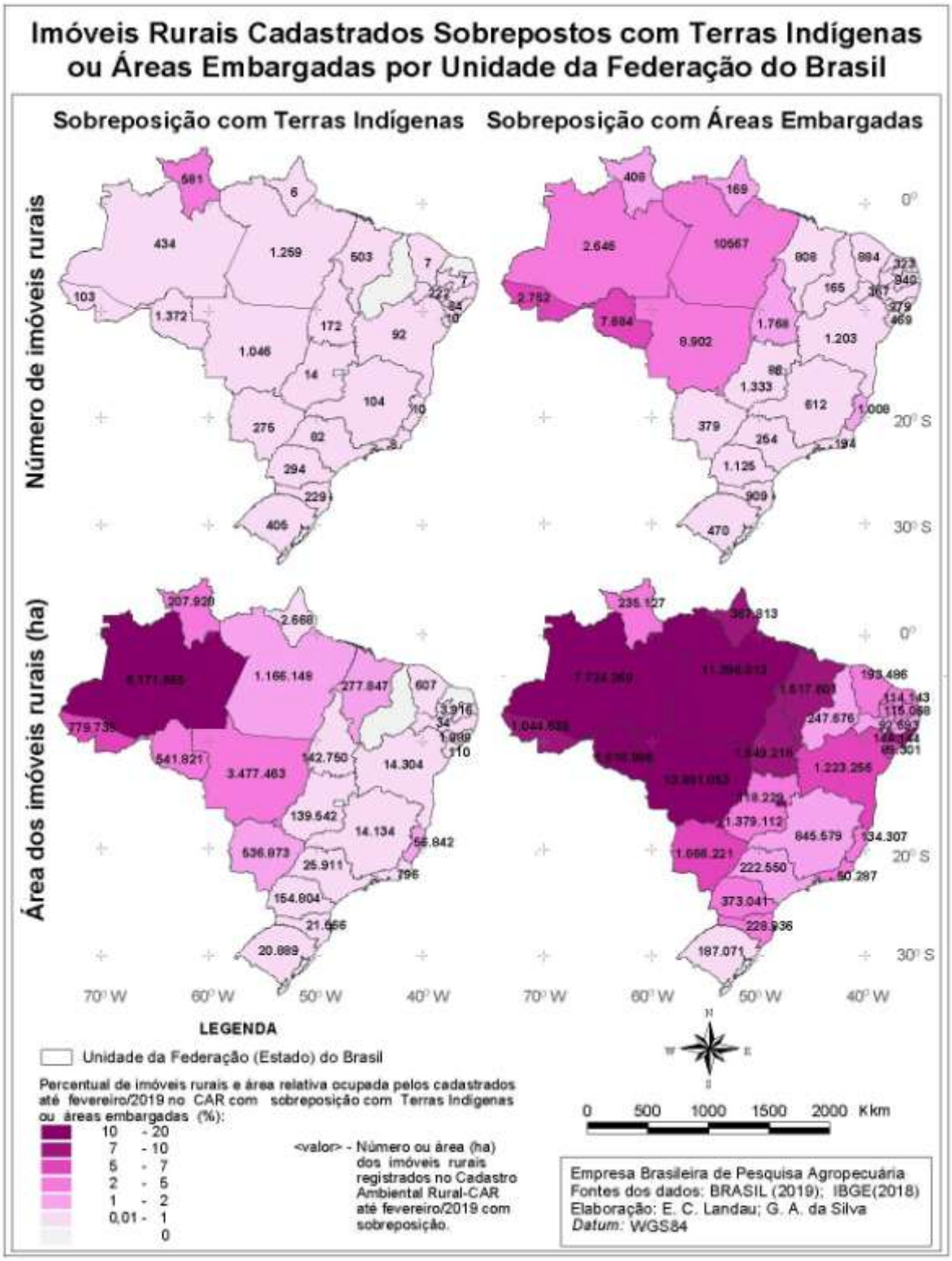


Figura 54.15. Frequências e áreas absolutas e relativas dos imóveis rurais cadastrados no CAR até fevereiro/2019 sobrepostos com terras indígenas ou com áreas embargadas por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2019) e IBGE (2018).

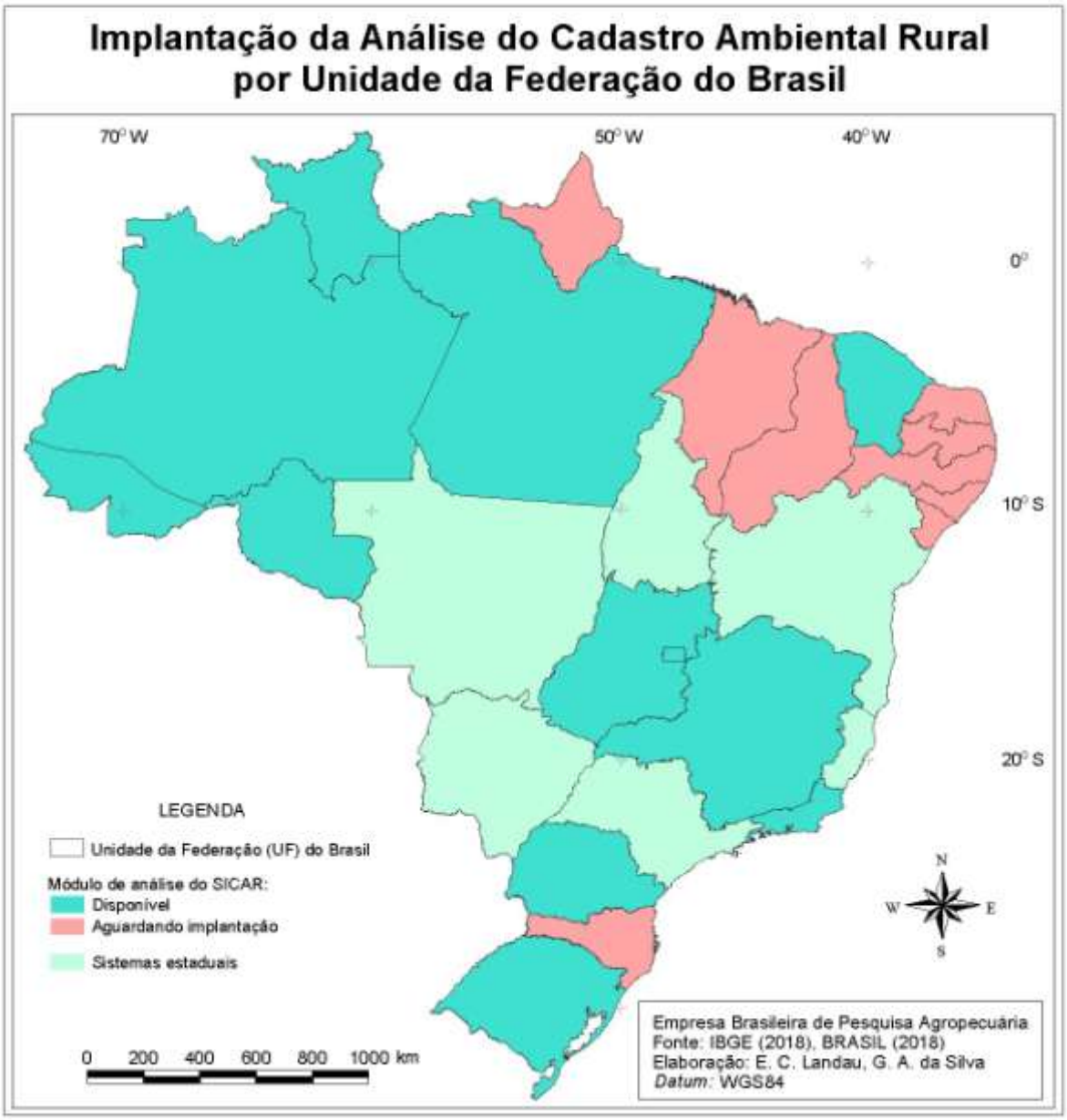


Figura 54.16. Andamento da revisão das declarações por UF.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2018) e IBGE (2018).

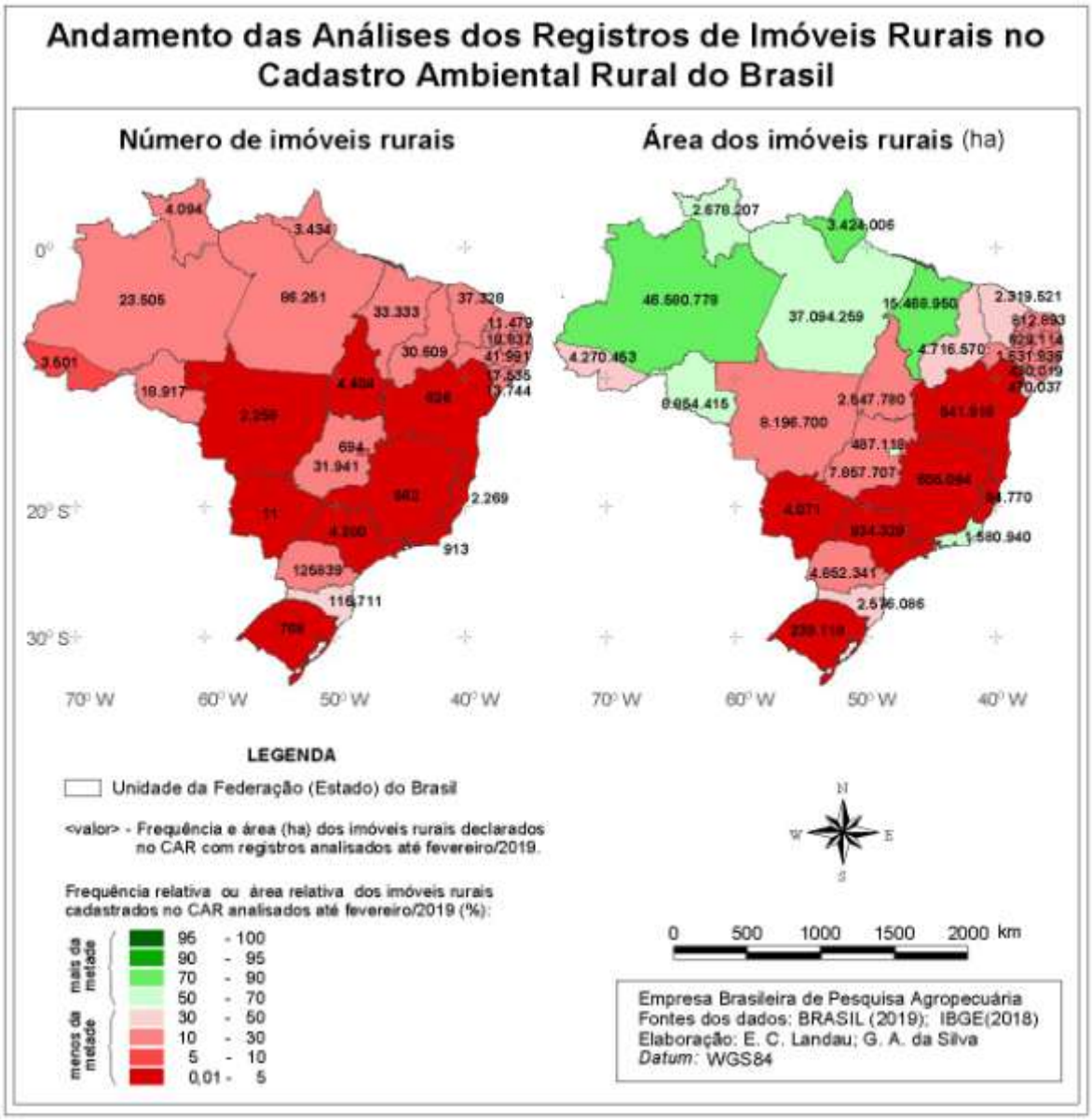


Figura 54.17. Frequência e áreas relativas dos imóveis rurais cadastrados no CAR até fevereiro/2019 sobrepostos com terras indígenas ou com áreas embargadas por Unidade da Federação do Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fontes dos dados: Brasil (2019) e IBGE (2018).

Avanços e Limitações do CAR

O CAR representa uma base de dados estratégica para controle, monitoramento, combate ao desmatamento da vegetação nativa, e planejamentos ambiental e econômico. Apesar da importância da base de dados, na fase atual o CAR ainda apresenta erros (falhas, inconsistências), principalmente porque os dados registrados por imóvel rural foram autodeclaratórios, e só uma pequena proporção foi analisada até o momento. Embora ainda não preenchido por todos os produtores rurais, a área declarada no Brasil até dezembro/2018 já era superior a 100% (126,64%) das áreas passíveis de cadastramento, o que pode ser verificado também na maioria das Unidades da Federação do Brasil, havendo vários Estados com área cadastrada mais do que o dobro da considerada passível de cadastramento. No caso do Amazonas, por exemplo, as áreas cadastradas representam mais de 700% das passíveis de cadastramento estimadas a partir de dados desse mesmo Estado atualizados em abril/2015, ou mais de 1.300% se estivesse sendo considerado o Censo Agropecuário de 2017 para a estimativa das áreas passíveis de cadastramento do Estado.

Uma possível explicação é a existência de sobreposição de áreas de certos imóveis rurais com áreas não passíveis de cadastramento ou de imóveis rurais vizinhos. Através da consulta pública dos imóveis cadastrados no Sicar em várias zonas do país pode-se facilmente observar a sobreposição geográfica entre perímetros digitalizados para imóveis rurais diferentes e/ou com áreas sem obrigatoriedade de cadastramento. Como já apresentado, o sistema Sicar verifica automaticamente eventuais sobreposições totais ou parciais de cada imóvel com UCs, além de com TIs e/ou áreas embargadas, e de acordo com o Sicar (Brasil, 2019), 13.725.831,17 ha e 46.557.271,80 ha dos imóveis estão sobrepostos com TIs e áreas embargadas, respectivamente (Figura 54.15). Embora não tenham sido disponibilizados dados atualizados a respeito da sobreposição de imóveis rurais cadastrados com UCs, o exemplo apresentado na Figura 54.7 permite constatar que essa informação está sendo obtida para cada imóvel rural, através de filtros automáticos do Sistema Sicar.

Em relação ao tamanho dos imóveis rurais, uma constatação observada por quem efetuou o cadastramento no Sicar de imóveis rurais foi a de que o tamanho das áreas georreferenciadas digitalizadas no sistema foi ~50% maior do que a área que consta na documentação legal dos imóveis (registro, escritura). Nesses casos é possível que as escrituras tenham sido lavradas sem as medições adequadas, e a geoespacialização

tenha mostrado uma área total maior do que a que legalmente registrada (comunicação pessoal).[15]

Quanto às áreas de APPs, RLs, etc., em vários casos é possível que tenham sido declarados dados tendenciosos, já que quem declara tende a não produzir provas contra si mesmo. Assim, é provável que para diversas propriedades tenham sido superestimadas as áreas de APPs, RLs, remanescentes de vegetação nativa e/ou de pousio. Além disso, há casos em que o agricultor declarou remanescentes como de "uso consolidado", na esperança de justificar um desmatamento futuro (comunicação pessoal).[16]

Uma avaliação importante, mesmo antes da comparação de dados declarados por imóvel rural com os constantes nas respectivas matrículas de registro dos imóveis, seria a realização de análises topológicas[17] para cálculo da área ou do percentual médio de sobreposição entre perímetros digitalizados para imóveis rurais diferentes (o que não tem sido realizado ou, ao menos, não divulgado).

Em relação à sobreposição entre imóveis rurais cadastrados, o Grupo Carta de Belém (2019) comenta que a sobreposição acaba expondo o conflito fundiário brasileiro, que até o momento era encoberto pelos cartórios de registros de imóveis. No entanto, é importante ressaltar que **o CAR não gera efeitos fundiários**, reconhecendo o direito à propriedade. Assim, de acordo como Grupo Carta de Belém, as sobreposições devem ser regulamentadas através de retificação do cadastro, complementação ou comprovação das informações que foram declaradas. Enquanto o impasse não for resolvido, os cadastros são considerados como pendentes, e podem ser cancelados no caso de informações falsas, omissas ou enganosas, e, no caso de não atendimento do prazo para manifestação, ou por decisão judicial ou administrativa justificada. Para tanto, é necessário que as análises sejam realizadas.

Como já apresentado, de acordo com os dados declaratórios de proprietários de imóveis rurais no CAR, até dezembro/2018 tinha sido declarada uma área total de 205.030.237 ha com remanescentes de **vegetação nativa** no país. No entanto, a partir da classificação de imagens de satélite de 2015, o Projeto MapBiomas identificou 188 milhões de hectares de vegetação nativa nos imóveis rurais cadastrados no CAR, portanto, 42,4% a menos que o declarado no CAR. O Projeto MapBiomas também identificou que ocorria grande variação entre Biomas em termos de proporção média das

[15] Comunicação pessoal de Gilma Alves da Silva a partir de observação da coautora em 30 de maio de 2016, durante realização de cadastro de propriedade rural.

[16] Comunicação pessoal de Dr. Rodrigo de Campos Macedo/UFPR; Paraná/SC em 29 de abril de 2019 via e-mail.

[17] Análise da sobreposição espacial (geográfica) entre os perímetros digitalizados no Sicar como correspondentes a diferentes imóveis rurais.

propriedades privadas com vegetação natural, variando entre 30% da área destas na Mata Atlântica e 65% na Amazônia. Ainda de acordo com MapBiomas e Observatório do Clima (2019), a ocorrência de remanescentes florestais não significa que eles estavam bem preservados. Conforme dados do MapBiomas, em torno de 20% da floresta existente nas propriedades privadas foi desmatada ou degradada nos últimos 30 anos (sendo que nas UCs e TIs a perda foi inferior a 1%) (Observatório do Clima (2019).

Assim, embora o CAR possa representar uma importante ferramenta futura para subsidiar políticas públicas e programas de auxilio no controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, e combate ao desmatamento ilegal; no estágio atual, em áreas com pequeno percentual de análises concluídas e significativos erros envolvendo a sobreposição entre áreas de vizinhos e/ou com áreas não passíveis de cadastramento, além de possíveis superestimativas de perímetros digitalizada de APPs RLs, remanescentes de vegetação nativa, etc., não há como gerar estatísticas confiáveis sobre a delimitação dos imóveis rurais ou considerar as categorias declaradas nesse (como vegetação nativa, RL, APPs e/ou mesmo nascentes[18]). Uma vez concluído grande percentual das análises dos imóveis cadastrados, considerando tanto os documentos comprobatórios quanto a retificação das delimitações tendo como base imagens de satélite, acredita-se que o CAR poderá ser considerado efetivamente para atender os objetivos propostos no Código Florestal.

De acordo com Silva et al. (2019), o CAR também poderia ser considerado um indicador de desenvolvimento sustentável, porém este só poderá ter a eficácia esperada quanto for implementado em conjunto com outras políticas e incentivos aos produtores que seguirem à risca as normas e os regulamentos. A falta de monitoramento ou de responsabilização caso seja cometida alguma irregularidade, além da disponibilização incompleta de dados através de consultas públicas, poderá comprometer ainda mais a consideração e confiabilidade nos resultados ambientais apresentados.

[18] Afirmações baseadas em dados preliminares do CAR, sem as devidas análises e conferências prévias dos cadastros, são inadequadas do ponto de vista científico.

Indicadores Cadastrais Rurais

Os **indicadores cadastrais rurais** têm por objetivo fornecer subsídios para formulação, monitoramento e avaliação da aplicação da legislação vigente. Os principais indicadores cadastrais rurais utilizados no Brasil são módulo rural, módulo fiscal, zona típica de módulo, fração mínima de parcelamento, limite livre de transmissão de terras a estrangeiro, grau de utilização da terra, grau de eficiência na exploração e a zona pecuária[19].

Módulo Rural (MR)

O **módulo rural (MR)** é uma unidade de medida calculada para cada imóvel rural, a fim de refletir a interdependência entre o tamanho, a situação geográfica e a forma e condições para o seu aproveitamento econômico. É expresso em hectares, e definido a partir das dimensões da propriedade familiar[20], que leva em consideração vários fatores, incluindo a renda que se obtém com a exploração da terra na região (Landau et al., 2013).

Para que cumpra seu papel social, o tamanho da propriedade deve satisfazer ao menos o mínimo em que se é capaz de produzir alimento suficiente para a sobrevivência de uma família de composição média[21] que ainda possa progredir economicamente. O módulo rural visa conceder bem-estar e estabilidade econômica ao agricultor, a fim de se evitar o minifúndio e aspirando ao progresso econômico. Em outras palavras, o módulo rural representa a propriedade familiar ou imóvel rural que absorve toda a força de trabalho de um agricultor e sua família, indicando a quantidade de terra necessária para que eles possam se sustentar (Landau et al., 2013).

O módulo rural varia conforme a localização da propriedade rural e o tipo de exploração ou atividade local predominantes. As classes de exploração ou atividade rural consideradas pelo Incra e os critérios para enquadramento dos imóveis rurais em cada classe são apresentados na Tabela 54.1. Como o módulo rural tem por objetivo retratar o dimensionamento econômico do imóvel para cada zona com características ecológicas e econômicas homogêneas, e para os diversos tipos de exploração, ele é definido por meio da localização e dos meios de acesso do imóvel em relação aos grandes mercados, das características ecológicas da área em que se situa e dos tipos de exploração predominantes na respectiva zona (Landau et al., 2013).

[19] Indicadores cadastrais adicionais podem ser consultados em Landau et al. (2013).

[20] **Propriedade familiar**: imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros (Brasil, 2012a).

[21] **Família de composição média**: padrão de quatro pessoas.

Tabela 54.1. Critérios para a classificação do tipo de exploração ou atividade rural dos imóveis rurais do Brasil.

Tipo de exploração ou atividade rural	Descrição sucinta
Exploração Hortigranjeira	plantação de tomate, alface, cenoura, etc. e pecuária de pequeno porte
Lavoura Permanente	plantação de café, parreira e outros que produzam durante vários anos
Lavoura Temporária	plantação sazonal - de milho, arroz, feijão, soja, algodão, sorgo, etc.
Exploração Pecuária	pecuária de médio ou grande portes: bovinos, equinos, bubalinos, etc.
Exploração Florestal	plantação de árvores para corte: eucalipto, acácia-negra, pinus, etc.
Exploração Indefinida	explorações sem indicação específica

Fonte: Adaptado de Capel Filho (2011).

Módulo Fiscal (MF)

O módulo fiscal (MF) é uma unidade de medida agrária indicadora do tamanho mínimo necessário para a consideração de um imóvel rural como área produtiva economicamente viável em cada município do Brasil. Varia entre 5 e 110 ha, conforme a localização do município. A unidade municipal foi fixada inicialmente pelo Incra em 1980[22] (BRASIL, 1980), levando em consideração o tipo de exploração predominante no município, a renda obtida com essa exploração, a existência de outros tipos de exploração no município mesmo que não predominantes, porém significativos como fonte de renda nas propriedades e os estabelecimentos familiares. Municípios criados posteriormente tiveram o tamanho do módulo fiscal fixado por Portarias e Instruções Especiais referentes à criação de cada um (Landau et al., 2012, 2013)[23]. Os menores tamanhos de módulos fiscais predominam em municípios de capitais, de regiões metropolitanas e naqueles com melhores condições de infraestrutura logística para o escoamento da produção. Os maiores valores predominam em municípios do oeste das Regiões Norte e Centro-Oeste (Figura 54.18).

[22] Instrução Especial/Incra/nº 20, de 28 de maio de 1980.que estabelece o módulo fiscal de cada município, conforme previsto no Decreto nº 84.685 de 06 de maio de 1980.

[23] O tamanho do módulo fiscal dos municípios do Brasil pode ser consultado em Landau et al. (2012, 2013) e/ou Brasil (2013).

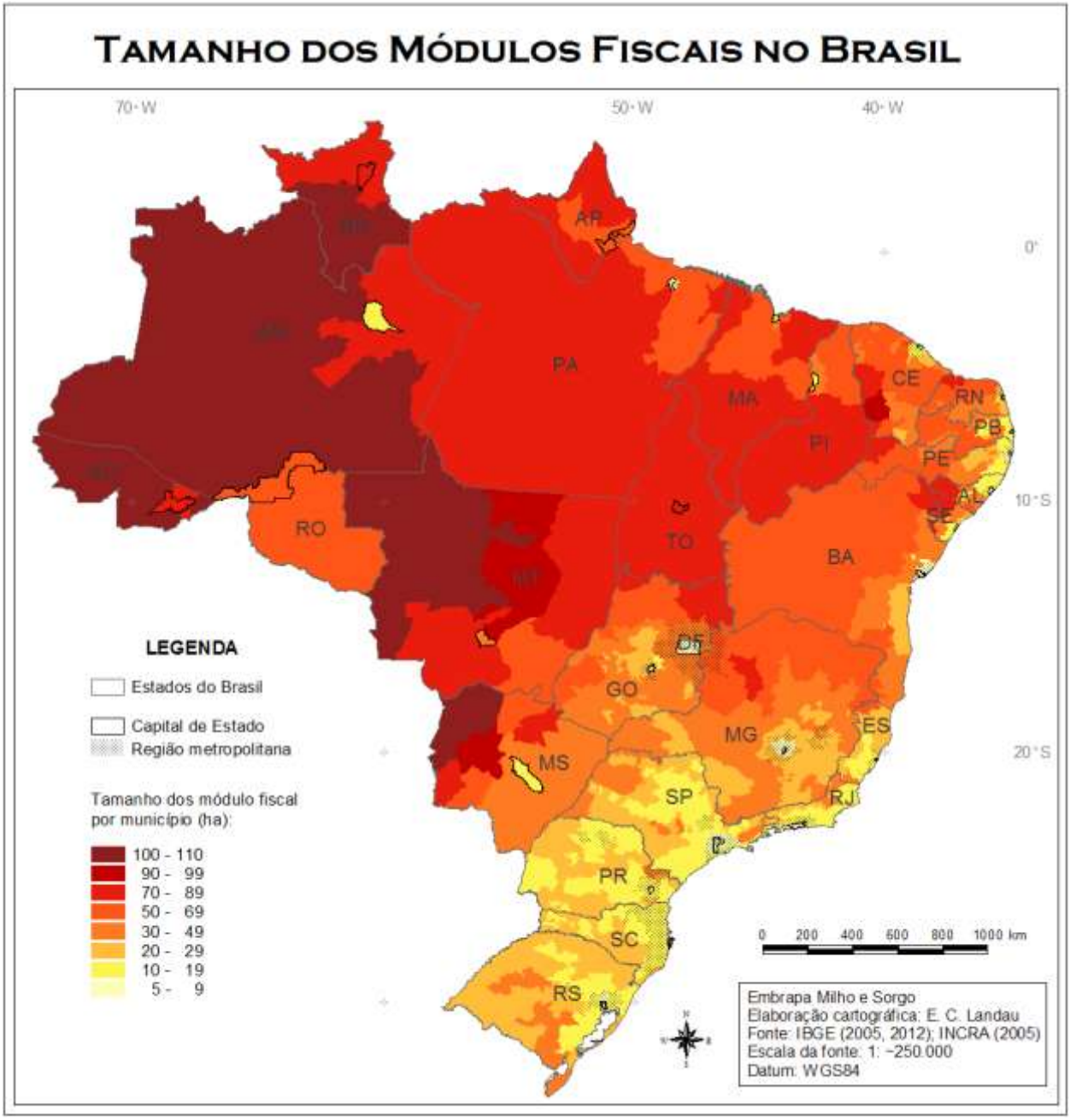


Figura 54.18. Variação geográfica do tamanho do módulo fiscal (MF) dos municípios brasileiros.
Fonte: Landau et al. (2012).

Módulo Rural (MR)

A diferença entre Módulo Rural (MR) e Módulo Fiscal (MF) é que o primeiro é calculado para cada imóvel rural em separado, considerando o tipo de exploração predominante no imóvel rural, segundo sua região de localização. Já o Módulo Fiscal é estabelecido para cada município, procurando refletir a área mediana dos Módulos Rurais das propriedades rurais do município (Capel Filho, 2014).

O tamanho do Módulo Fiscal (MF) representa uma unidade legalmente relevante, pois serve como parâmetro para classificar os imóveis rurais em termos de classe de tamanho (conforme o art. 4º da Lei nº 8.629/93), no que se baseia a definição de beneficiários do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar-PRONAF e a identificação da necessidade da adequação ambiental das propriedades rurais em consonância com o Código Florestal vigente (Landau et al., 2013). Os critérios para a classificação fundiária dos imóveis rurais quanto ao seu tamanho em módulos fiscais são apresentados na Tabela 54.2[24].

Adicionalmente, pelo Código Florestal vigente, como apresentado nas Tabelas 54.3 a 54.6, o tamanho das propriedades rurais em módulos fiscais representa um parâmetro legal para indicação da largura obrigatória para recomposição das Áreas de Preservação Permanente situadas na margem de cursos e corpos d'água naturais, bem como para isentar propriedades rurais (com até quatro módulos fiscais) da responsabilidade de ter que recuperar ou recompor áreas de Reserva Legal, regulamentando o Cadastro Ambiental Rural e o Programa de Regularização Ambiental já apresentados neste capítulo. Assim, o tamanho do módulo fiscal representa um subsídio para a classificação fundiária dos imóveis rurais e consequente aplicação da legislação ambiental e regularização fundiária no Brasil, no contexto do Código Florestal vigente.

[24] Para calcular o tamanho de uma propriedade em módulos fiscais deve-se dividir a área desta (em hectares) pelo tamanho do módulo fiscal do município em que ela está localizada (em hectares). Como já citado, o tamanho do módulo fiscal dos municípios do Brasil pode ser consultado em Landau et al. (2012, 2013) e/ou Brasil (2013).

Tabela 54.2. Critérios para classificação fundiária das propriedades rurais do Brasil considerando a área destas em módulos fiscais.

Área da propriedade (módulos fiscais)	**Classificação da propriedade rural quanto ao seu tamanho**
< 1	Minifúndio
≥ 1 e ≤ 4	Pequena
>4 e ≤ 15	Média
> 15	Grande

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte: Brasil (1993) e Landau et al. (2012)

Tabela 54.3. Obrigatoriedade de recomposição de APP sem margens de cursos d'água naturais situadas em áreas rurais consolidadas[25], conforme o tamanho da propriedade rural em módulos fiscais.

Tamanho da propriedade rural (módulos fiscais)	**Largura do curso d'água** (metros)	**Largura mínima da APP** (metros)*
≤1	---	5
>1 a 2	---	8
>2 a 4	---	15
>4 a 10	< 10	20
>4 a 10	> 10	Metade da largura do curso d'água (mínimo de 30 m e máximo de 100 m)
> 10	---	

* Largura da faixa marginal em relação à calha do leito regular do curso d'água. Nos casos em que a largura da APP for menor do que o estabelecido pela legislação, a recomposição pode ocorrer através de regeneração natural de espécies nativas, plantio de espécies nativas e/ou, no caso de propriedades com até 4 módulos fiscais, plantio intercalado de espécies lenhosas perenes ou de ciclo longo em até 50% da área total a ser recomposta. Fonte: Brasil (1993) e Landau et al. (2013).

[25] **Área rural consolidada**, de acordo com o Código Florestal vigente: área do imóvel rural que em data anterior a 22 julho de 2008 estava ocupada por edificações, benfeitorias ou com atividades agropastoris (podendo ser admitido pousio neste último caso) (Adaptado de Brasil (2012b).

Tabela 54.4. Obrigatoriedade de recomposição de APP sem margens de lagos e lagoas naturais, conforme o tamanho da propriedade rural em módulos fiscais.

Tamanho da propriedade rural (módulos fiscais)	**Largura mínima da APP** (metros)
≤ 1	5
>1 a 2	8
>2 a 4	15
>4 a 10	30

Fonte: Brasil (1993) e Landau et al. (2013).

Tabela 54.5 Obrigatoriedade de recomposição de APPs em torno de veredas, conforme o tamanho da propriedade rural em módulos fiscais.

Tamanho da propriedade rural (módulos fiscais)	**Largura mínima da APP** (metros)*
≤ 4	30
> 4	50

*Largura da faixa marginal, em projeção horizontal, delimitada a partir do espaço brejoso e encharcado. Fonte: Brasil (1993) e Landau et al. (2013).

Tabela 54.6 Obrigatoriedade de recomposição de APPs conforme o tamanho da propriedade rural em módulos fiscais.

Tamanho da propriedade rural (módulos fiscais)	**Área mínima exigida para ser recomposta em APPs** (% da área da propriedade rural)
≤ 2	10
> 2 a 4	20
> 4	---

Fonte: Brasil (1993) e Landau et al. (2013).

Zona Típica de Módulo (ZTM)

As **zonas típicas de módulo (ZTM)** são regiões com características ecológicas e econômicas relativamente homogêneas de acordo com o Incra, delimitadas com base na divisão das microrregiões geográficas brasileiras e levando em consideração as influências demográficas e econômicas dos grandes centros urbanos. São codificadas conforme o tipo de exploração local predominante[26] e o tamanho da área (Tabela 54.3)[27]. As Zonas A1, A2 e A3 predominaram nas Regiões Sudeste, Sul, oeste da Região Centro-Oeste e municípios do país de capitais ou regiões metropolitanas. Já as Zonas C1 e C2 concentraram-se no oeste da Região Norte (Figura 54.19) (Landau et al., 2013).

Tabela 54.3. Critérios para a classificação dos municípios brasileiros em Zonas Típicas de Módulo (ZTM), conforme a dimensão dos módulos fiscais e o tipo de exploração.

Código da ZTM	ZTM	Tipo de exploração predominante					
		Atividade hortigranjeira (ha)	Lavoura permanante (ha)	Lavoura temporária (ha)	Pecuária (ha)	Florestal (ha)	Imóvel inexplorado ou com exploração indefinida (ha)
1	**A1**	2	10	13	30	45	5
2	**A2**	2	13	16	40	60	10
3	**A3**	3	15	20	50	60	15
4	**B1**	3	16	20	50	80	20
5	**B2**	3	20	25	60	85	25
6	**B3**	4	25	30	70	90	30
7	**C1**	4	30	35	90	110	55
8	**C2**	5	35	45	110	115	70

Fonte: Adaptado de Landau et al. (2013).

[26] Considerando o tipo de exploração predominante, as zonas típicas de módulo serviram de base para dimensionamento dos módulos rurais.

[27] Dimensões fixadas pela Instrução Especial do Incra/nº 50 de 26/ago./1997, aprovada pela Portaria MEPF/nº 36 de 26/ago./1997.

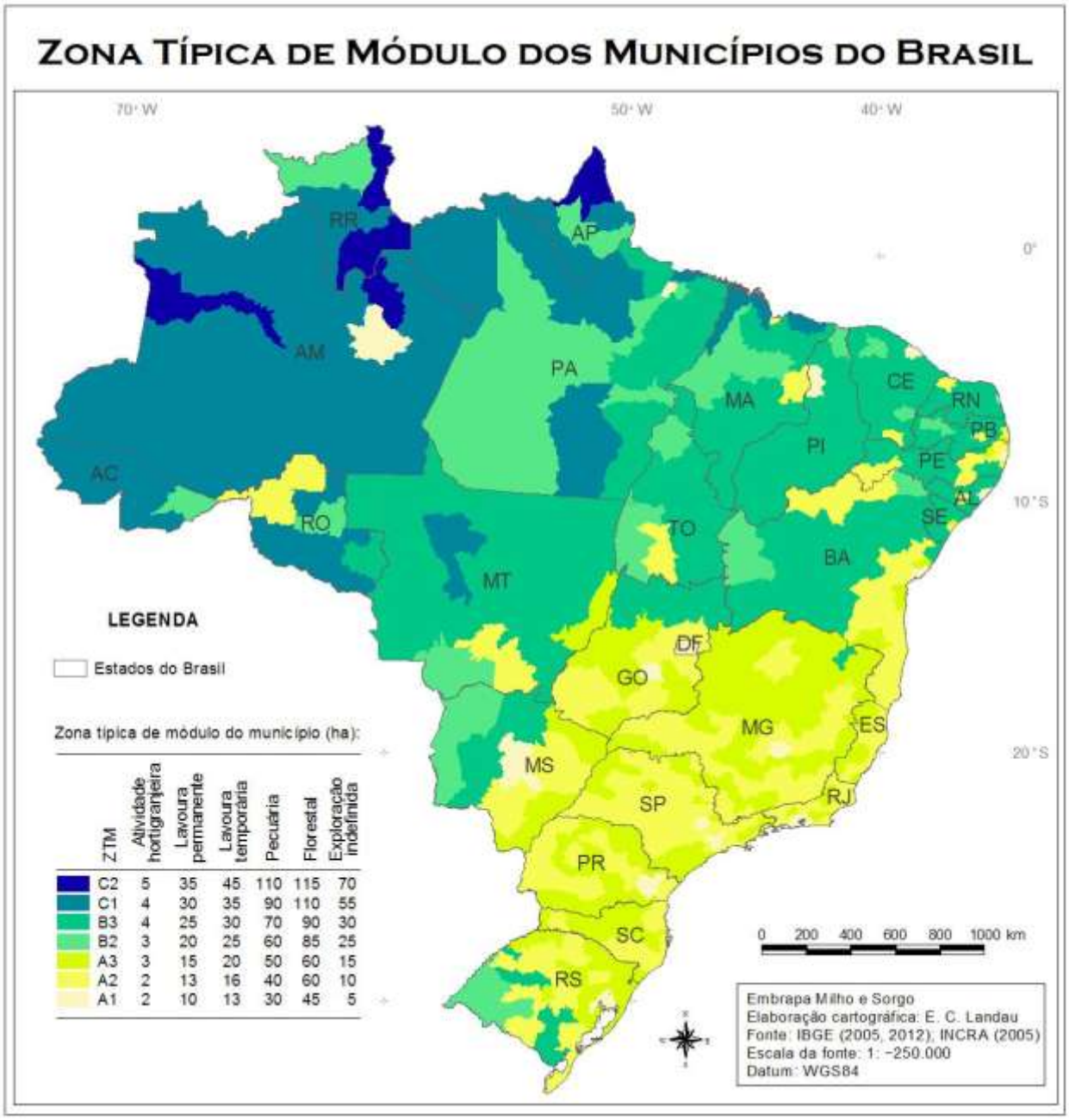


Figura 54.19. Variação geográfica da zona típica de módulo (ZTM) dos municípios do Brasil.
Fonte: Landau et al. (2013).

Fração Mínima de Parcelamento (FMP)

A **fração mínima de parcelamento (FMP)** é a menor dimensão que uma propriedade rural pode ter, excetuando-se situações especiais previstas em lei. A legislação brasileira procura evitar a divisão de propriedades que resultem em áreas independentes potencialmente insustentáveis economicamente, autorizando o desmembramento destas só quando os imóveis derivados permanecerem com áreas maiores ou iguais ao tamanho do módulo fiscal e à fração mínima fixada para o município (artigo 8º, da Lei nº 5.868/72) (Brasil, 1972; Landau et al., 2013). Por essa razão, mesmo em caso de sucessões "*causa mortis*" e de partilhas, os imóveis não poderão ser divididos em áreas menores (Teixeira, 2019).

A definição da fração mínima de parcelamento dos imóveis rurais (constante no Certificado de Cadastro do Imóvel Rural-CCIR) baseia-se na zona típica do módulo do município (Tabela 54.4). Nos municípios de capitais de Estado corresponde à exploração hortigranjeira das respectivas zonas típicas; para aqueles situados nas zonas típicas A, B, e C corresponde às culturas permanentes; e no caso dos municípios da zona típica D corresponde à pecuária (Figura 54.20) (Landau et al., 2013).

Tabela 54.4. Critérios para definição da Fração Mínima de Parcelamento (FMP) dos imóveis rurais em função da Zona Típica de Módulo (ZTM) do município.

Código da ZTM	ZTM	Fração Mínima de Parcelamento (ha) de município localizado em:	
		capital de Estado	outra localização
1	**A1**	2	10
2	**A2**	2	13
3	**A3**	3	15
4	**B1**	3	16
5	**B2**	3	20
6	**B3**	4	25
7	**C1**	4	30
8	**C2**	5	35

Elaboração: Gilma A. da Silva e Elena C. Landau.
Fontes dos dados: Brasil (1997) e Landau et al. (2013).

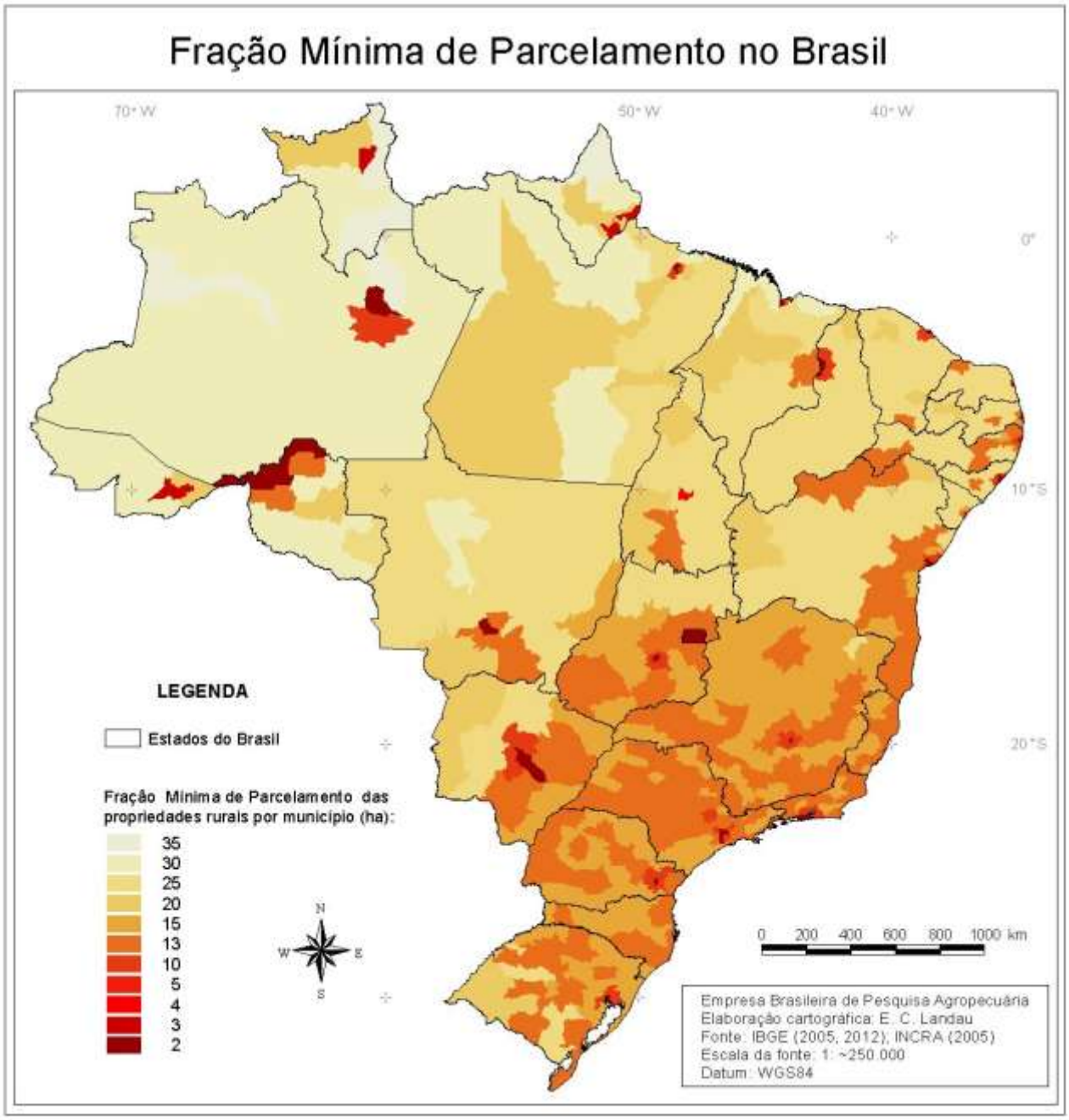


Figura 54.20. Variação geográfica da fração mínima de parcelamento (FMP) de propriedades rurais nos municípios do Brasil. Valores menores de FMP ocorrem em municípios com maiores densidades populacionais, razão pela qual foram representados por tons mais escuros.

Elaboração: Elena C. Landau. Fontes dos dados: Brasil (1997) e Landau et al. (2013).

Limite Livre de Transmissão de Terras a Estrangeiro

O **limite livre de transmissão de terras a estrangeiro** representa a área máxima que pode ser adquirida ou transmitida a estrangeiro residente no País independentemente de autorização (limite livre de autorização para transmissão de imóvel rural a estrangeiro), desde que a pessoa não seja proprietária de outro imóvel rural; a soma das áreas rurais pertencentes a pessoas estrangeiras, físicas ou jurídicas não ultrapasse ¼ (um quarto) da superfície do município onde está situado; e a área pleiteada não esteja localizada em zona indispensável à Segurança Nacional. A área Limite Livre de Transmissão a Estrangeiro equivale a 3 (três) vezes o módulo de exploração indefinida da Zona Típica de Módulo - ZTM de localização do município, como apresentado na Tabela 54.5 e Figura 54.21 (Landau et al., 2013).

Tabela 54.5. Definição da área limite livre de transmissão de terras a estrangeiros em função da Zona Típica de Módulo (ZTM) do município.

Código da ZTM	ZTM	Limite Livre de Transmissão de Terra a Estrangeiro (ha)
1	**A1**	15
2	**A2**	30
3	**A3**	45
4	**B1**	60
5	**B2**	75
6	**B3**	90
7	**C1**	165
8	**C2**	210

Fonte: Landau et al. (2013).

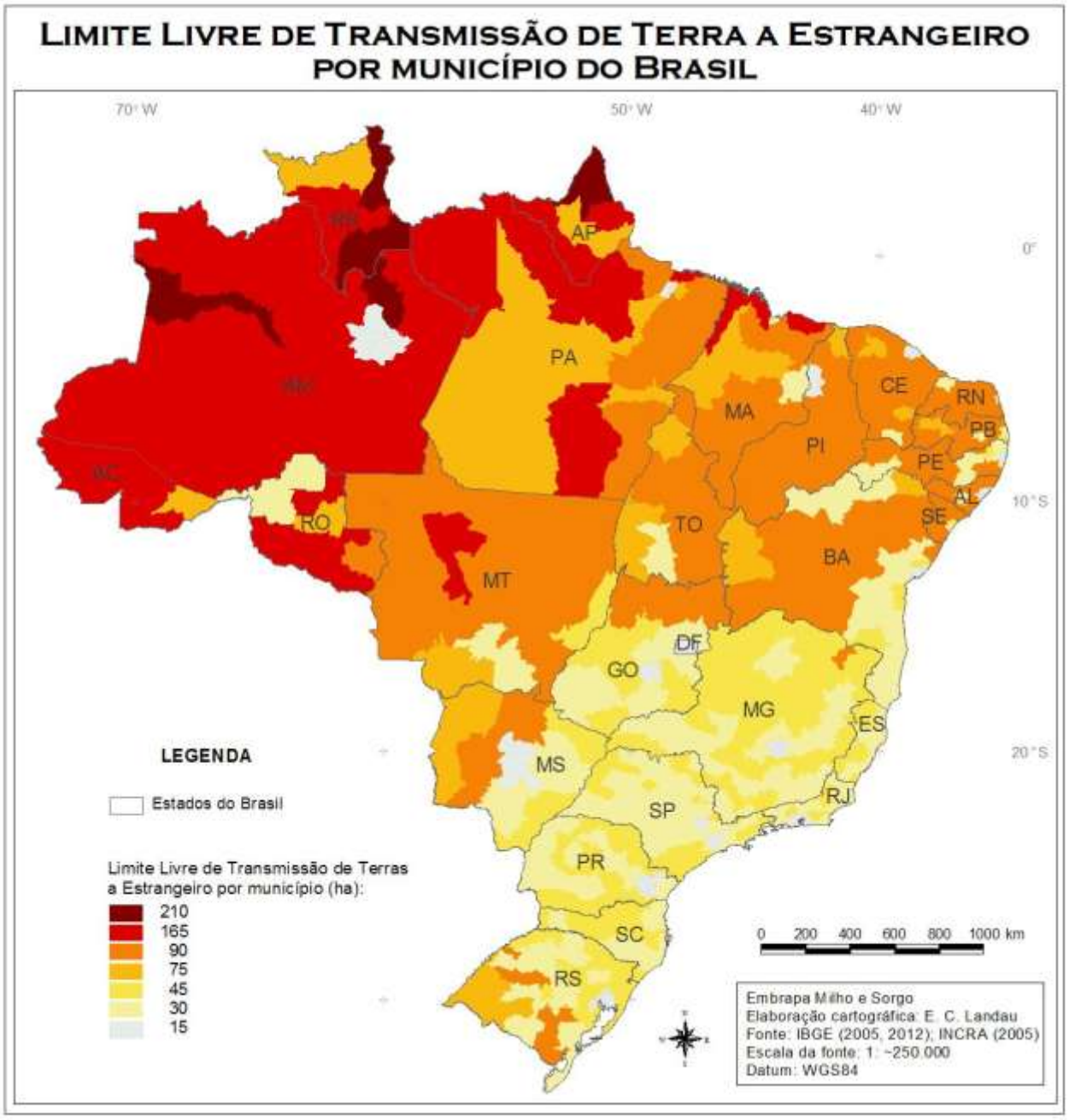


Figura 54.21. Variação geográfica do tamanho máximo para transmissão de terras a estrangeiros por município do Brasil.

Fonte: Landau et al. (2013).

Grau de Utilização da Terra (GUT)

O **grau de utilização da terra (GUT)** é um parâmetro empregado para medir a utilização efetiva da área que é aproveitável de um imóvel rural, indicando a percentagem da área total aproveitável do imóvel efetivamente utilizada. Segundo a Lei 8.629/93 (Brasil, 1993) e a Instrução Normativa do Incra nº 11/03 (Brasil, 2003), são consideradas efetivamente utilizadas:

- áreas plantadas com produtos vegetais;
- áreas ocupadas com pastagens nativas e/ou plantadas, considerado o índice de lotação por zona de pecuária fixado pelo Poder Executivo;
- áreas de exploração extrativa vegetal ou florestal, observados os índices de rendimento estabelecidos pelo Poder Executivo para cada microrregião e a legislação ambiental;
- áreas de exploração de florestas nativas, de acordo com o plano de exploração e nas condições estabelecidas pelo órgão federal competente;
- áreas sob processos técnicos de formação ou recuperação de pastagens ou de culturas permanentes, tecnicamente conduzidas e devidamente comprovadas por meio de documentação e Anotação de Responsabilidade Técnica-ART (Landau et al., 2013).

Grau de Eficiência na Exploração (GEE)

O **grau de eficiência na exploração (GEE)** indica a eficiência da exploração da área do imóvel efetivamente utilizada. É obtido dividindo a área equivalente pela área efetivamente utilizada do imóvel. A área equivalente é calculada como segue:

I - para os produtos vegetais, divide-se a quantidade colhida de cada produto pelos respectivos índices de rendimento estabelecidos pelo Poder Executivo para cada microrregião homogênea;

II - para a exploração pecuária, divide-se o número total de Unidades Animais (UA) do rebanho pelo índice de lotação estabelecido pelo Poder Executivo para cada microrregião homogênea;

III – somatório dos resultados obtidos em I e II dividido pela área efetivamente utilizada, e multiplicação por 100 (cem), determinando o grau de eficiência na exploração.

A partir do GUT e do GEE, os imóveis rurais são classificados quanto à produtividade pelo grau de utilização da terra e pela eficiência na exploração. São consideradas propriedades produtivas aquelas exploradas econômica e racionalmente que atingiram índices de grau de utilização da terra igual ou superior a 80% e grau de eficiência na exploração igual ou superior a 100%. Propriedades com índices abaixo

desses valores podem ser consideradas improdutivas, sendo passíveis de desocupação (Castanho, 2008; Landau et al., 2013).

No caso de exploração animal, os valores devem ser convertidos para unidades animais (UA) multiplicando o número de cabeças de animais da propriedade pelo fator de conversão apresentado na Tabela 54.6 (Landau et al., 2013).

Tabela 54.6. Fatores de conversão de cabeças do rebanho para unidades animais (UA), conforme a categoria animal e a Região Geográfica do Brasil.

Categoria Animal	Fator de Conversão da(s) Região(ões)		
	Sul, Sudeste e Centro-Oeste*	Norte	Nordeste**
Bovinos			
Touros (Reprodutores)	1,39	1,32	1,24
Vacas 3 anos e mais	1,00	0,92	0,83
Bois 3 anos e mais	1,00	0,92	0,83
Bois de 2 a menos de 3 anos	0,75	0,69	0,63
Novilhas de 2 a menos de 3 anos	0,75	0,69	0,63
Bovinos de 1 a menos de 2 anos	0,50	0,47	0,42
Bovinos menores de 1 ano	0,31	0,28	0,26
Novilhos Precoces			
Novilhos precoces de 2 anos e mais	1,00	0,92	0,83
Novilhas precoces de 2 anos e mais	1,00	0,92	0,83
Novilhos precoces de 1 a menos de 2 anos	0,87	0,80	0,72
Novilhas Precoces de 1 a menos de 2 anos	0,87	0,80	0,72
Bubalinos			
Bubalinos	1,25	1,15	1,05
Outros			
Equinos	1,00	0,92	0,83
Asininos	1,00	0,92	0,83
Muares	1,00	0,92	0,83
Ovinos	0,25	0,22	0,19
Caprinos	0,25	0,22	0,19

Fonte: Incra (2003).

* Exceto regiões do Vale do Jequitinhonha e Pantanal do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul, cujos fatores de conversão devem ser iguais aos da Região Nordeste.

** Exceto para a região da Zona da Mata, cujos fatores devem ser iguais aos da Região Norte.

Zona Pecuária (ZP)

É uma regionalização estabelecida pelo Incra considerando as condições de aproveitamento das áreas com exploração pecuária, em que os municípios brasileiros foram enquadrados em cinco classes, conforme o seu índice de rendimento[28], como pode ser visualizado na Tabela 54.7 e na Figura 54.22. O índice também serve de base para a aferição do GUT e do GEE de um imóvel rural (Castanho, 2008; Landau et al., 2013).

Tabela 54.7. Critérios para inclusão de municípios brasileiros nas Zonas Pecuárias (ZP) definidas considerando grau de utilização e eficiência média da exploração pecuária.

Zona Pecuária - ZP	Rendimentos mínimos (índice de lotação em unidades animais	Rendimentos médios (índice de lotação em unidades animais
1	0,60	1,20
2	0,46	0,80
3	0,33	0,46
4	0,16	0,23
5	0,10	0,13

Fonte: Landau et al. (2013).

[28] Índices de rendimento fixados pela Instrução Especial do Incra nº 19/1980.

Figura 54.22. Variação geográfica da zona pecuária (ZP) dos municípios do Brasil.
Fonte: Landau et al. (2013).

Avanços e Limitações dos Indicadores Cadastrais Rurais

Os **indicadores cadastrais rurais** representam parâmetros que subsidiam a formulação, o monitoramento e a avaliação da aplicação da legislação vigente no espaço rural. Por terem sido definidos originalmente em 1980, é possível que para diversos municípios os valores dos índices precisem ser revistos. Seria o caso, por exemplo, daqueles em que o desenvolvimento econômico foi comparativamente maior que nos do entorno nas últimas décadas, ou daqueles situados próximo a mercados consumidores com relevância mais recente, em que o tamanho dos módulos rurais e fiscais (MR e MF) deveria ser reduzido. Também poderiam ser reclassificados os municípios em que os tipos de exploração ou atividade rural predominante mudaram, ou ainda, levando em conta o rendimento médio municipal dessas atividades, variáveis consideradas para a classificação de imóveis rurais quanto ao grau de eficiência na exploração (GEE) ou zonas pecuárias (ZP). Assim, a existência de indicadores cadastrais rurais, mesmo com valores potencialmente desatualizados para diversos municípios, representa um subsídio para o ordenamento territorial nacional no espaço rural. Atualizações de valores poderão ser adequadas, desde que a atribuição de novos valores seja justificada dos pontos de vista técnico, para fins de ordenamento territorial rural.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **Manual Cadastro Ambiental Rural - CAR**. Brasília, DF, 2016. 139 p. Disponível em: <http://car.gov.br/public/Manual.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **Perguntas frequentes - CAR**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/o-que-e-o-car/61-car/167-perguntas-frequentes>. Acesso em: 18 fev. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **Cadastro Ambiental Rural**: boletim informativo: dados declarados até 31 dezembro de 2018. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/documentos/car/boletim-do-car/4021-boletim-informativo-dezembro-de-2018/file>. Acesso em: 18 fev. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **Sicar - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural**: imóveis. Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em: 11 fev. 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Instrução Especial/Incra/nº 50, de 26 de agosto de 1997. Estabelece as Zonas Típicas de Módulo - ZTM e estende a Fração Mínima de Parcelamento - FMP, prevista para as capitais dos estados para outros municípios. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 ago. 1997. Seção 1, p. 19240-19243. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/institucionall/legislacao--/atos-internos/instrucoes/file/149-instrucao-especial-n-50-26081997>. Acesso em: 3 maio 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Instrução Normativa/Incra/n° 11, de 04 de abril de 2003. Estabelece diretrizes para fixação do Módulo Fiscal de cada Município de que trata o Decreto n.º 84.685, de 6 de maio de 1980, bem como os procedimentos para cálculo dos Graus de Utilização da Terra - GUT e de Eficiência na Exploração GEE, observadas as disposições constantes da Lei n.º 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 abr. 2003. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/index.php/ institucionall/legislacao--/atos-internos/instrucoes/file/162-instrucao-normativa-n-1104042003?start=80>. Acesso em: 16 maio 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Instrução Especial/Incra/nº 20, de 28 de maio de 1980. Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº 84.685 de 06 de maio de 1980. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 jun. 1980. Seção 1, p. 11606. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/media/institucional/legislacao/atos_internos/instrucoes/instrucao_especial/IE20_280580.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2019.

BRASIL. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Tabela 54.com módulo fiscal dos municípios**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/tabela-modulo-fiscal>. Acesso em: 13 maio 2019.

BRASIL. Lei nº 5.868, de 12 de dezembro de 1972. Cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 dez. 1972. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5868.htm>. Acesso em: 30 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 20 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2012b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm>. Acesso em: 25 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 fev. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8629.htm>. Acesso em: 25 jun. 2017.

CAPEL FILHO, H. **Dimensionamento dos imóveis rurais**. Goiânia: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2011. Disciplina de Direito Agrário. Disponível em: <http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15019/material/4.%20Dimensionamento%20dos%20Im%C3%B3veis%20Rurais.doc>. Acesso em: 13 maio 2013.

CAPEL FILHO, H. **Dimensionamento dos imóveis rurais**. Goiânia: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2014. Disciplina de Direito Agrário. Disponível em: <https://document.onl/download/link/dimensionamento-dos-imoveis-rurais-prof-capel>. Acesso em: 2 maio 2019.

CASTANHO, L. R. A. **Análise dos índices de produtividade pecuária exigidos pelo Incra para as Microrregiões de Avaré e Bragança Paulista, e sua relação com o relevo**. 2008. 82 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-10112009-143737/pt-br.php>. Acesso em: 13 maio 2013.

GRUPO CARTA DE BELÉM. **CAR pra quem? Pra quê**? Verdades e mentiras sobre o CAR. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/cartilha_car_web-01.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2019.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 23 fev. 2019.

IBGE. **Malha municipal digital 2018**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2018/Brasil/BR/>. Acesso em: 12 fev. 2019.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. da; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M.; GUIMARÃES, D. P. **Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 199 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 146). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77505/1/doc-146.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2019.

LANDAU, E. C.; MOURA, L.; CRUZ, R. K. da; MIRANDA, L. F. S.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P. **Geoespacialização de indicadores cadastrais rurais no Brasil.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 266 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 156). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97276/1/doc-156.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2019.

MIGUEL, S. **Nova York, a metrópole com a água mais pura do planeta**. 2016. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/noticias/nova-york-a-metropole-com-a-agua-mais-pura-do-planeta-1>. Acesso em: 1 maio 2019.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Agromitômetro**: Evaristo de Miranda. Disponível em: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/agromitometro-evaristo-de-miranda/>. Acesso em: 27 mar. 2019.

SILVA, I. A. F.; PIRES, W. L. R.; PANTALEÃO, E. de O.; HIRATA, S.; SOUZA, D. F. de. **Cadastro Ambiental Rural (CAR) como indicador de desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/123.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2019.

TEIXEIRA, R. T. Imóvel rural: conceitos de módulo fiscal, módulo rural, módulo de exploração indefinida e fração mínima de parcelamento. **Revista A Mira - Agrimensura e Cartografia**, 2019. Disponível em: <http://www.amiranet.com.br/artigo/imovelrural-conceitos-de-modulo-fiscal-modulo-rural-modulo-deexploracao-indefinida-e-fracao-minima-de-parcelamento-83>. Acesso em: 1 abr. 2019.

Cobertura vegetal e uso da terra

Vista geral da cobertura vegetal e uso da terra na Linha São João, Sinimbu - RS
(31 dez. 2007)
Foto: André Hirsch

Capítulo 55

Variação Espaço-Temporal da Cobertura Vegetal e do Uso da Terra no Brasil

André Hirsch

O conhecimento da real dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Brasil, e no mundo, sempre foi algo muito desejado por pesquisadores, conservacionistas, produtores rurais e tomadores de decisão. Conhecer os valores históricos e taxas reais da mudança da paisagem é necessário para o correto planejamento de políticas públicas estratégicas de longo prazo em todos os níveis de Governo, seja federal, estadual ou municipal. Isto é fundamental, por um lado, para o estabelecimento de metas visando a proteção da biodiversidade, das espécies ameaçadas de extinção e dos recursos naturais como um todo, e, pelo outro, para a mitigação do avanço do desmatamento e da fronteira agrícola. Estas metas já foram traçadas durante a realização da Rio 92, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro em 1992. A partir desta, data o Brasil se tornou signatário, junto com outros 196 países, da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) - um tratado internacional multilateral que aborda a proteção e o uso da diversidade biológica em cada país signatário, e da Declaração de Princípios sobre Florestas – um documento que faz uma série de recomendações para a conservação e desenvolvimento florestal sustentável (United Nations, 1992; Brasil, 1998).

Globalmente, o aumento exponencial da população humana, a qual deve alcançar os 8 bilhões de pessoas em 2026, exerce pressão constante para uma produção de alimentos cada vez maior e que, partindo dos parâmetros atuais, tem que aumentar em 50% até 2030, e em 100% até 2050, ou seja, duplicar nos próximos 30 anos (FAO, 2016; International Data Base, 2019). Como as terras agriculturáveis são limitadas por fatores naturais e biogeográficos, o aumento da produção de alimentos está diretamente relacionado com a necessidade do aumento da produtividade nas mesmas áreas já usadas pela agropecuária, e da recuperação das lavouras e pastagens degradadas em razão do manejo inadequado de culturas agrícolas e/ou até da ausência de técnicas de manejo e conservação do solo (Wackernagel et al., 2002; Hirsch, 2003; Chomitz et al., 2006; Dobrovolski et al., 2011; Bilenca et al., 2012; Araújo et al., 2015; Lepsch, 2011; Landau et al., 2018); mais informações no **Capítulo 5** (Volume 1)**.**

Atualmente, a tarefa de obter dados acurados, e até em tempo real, do mapeamento da superfície terrestre é perfeitamente possível através da enorme constelação de satélites em órbita. No total são mais de 20 mil satélites orbitando a Terra simultaneamente, dos quais cerca de uma centena está dedicada ao mapeamento da cobertura terrestre. As imagens geradas possuem uma resolução espacial (tamanho do pixel) que varia de 2 km a menos de 1 m, como os satélites MODIS (EUA - NASA, 2 km a 250 m), Landsat (EUA - NASA, 30 m a 15 m), CBERS (Brasil - China, INPE - CRESDA, 260 m a 2.7 m), Spot (França - ESA, 20 m a 2 m), Ikonos (EUA - DigitalGlobe, 4 m a 1 m), WorldView (EUA - DigitalGlobe, 1.24 m 31 cm), entre outros (Jensen, 2009; Longley et al., 2013; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019). Essa quantidade de satélites aliada ao emprego de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento, e o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG ou GIS) instalados em computadores, permitem a interpretação e classificação de imagens de satélite de forma semiautomática ou totalmente automática, sem interferência humana, como já acontece com imagens captadas por satélites meteorológicos (Jensen, 1996, 2009; Landau et al., 2008; Longley et al., 2013).

Uma outra facilidade é o acesso interativo através dos servidores de mapas via internet (IMS) aos bancos de dados já disponibilizados por algumas instituições, por meio dos quais é possível obter documentos em formato digital ou acessar diretamente a base cartográfica vetorial e matricial, ou seja, as imagens de satélite originais, como no caso do Geoportal Embrapa Milho e Sorgo (Pimenta et al., 2012; Landau et al., 2013) e o Servidor de Mapas via Internet Google Earth (Google, 2019a).

Metodologia e Projeto MapBiomas

Recentemente, foi formada uma parceria entre o Projeto MapBiomas e a Google LCC, uma empresa criada em 1998, e que consiste num conglomerado multinacional de serviços *online* e *softwares* com sede em Mountain View, Califórnia – Estados Unidos. Por sua vez, o Projeto MapBiomas - Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil - nasceu em 2015 de uma iniciativa multi-institucional, envolvendo Universidades, ONGs e empresas de geotecnologias do Brasil. Essa parceria visa utilizar a geotecnologia do Google Earth Engine para acessar o enorme banco de imagens de satélite da cobertura terrestre disponíveis desde 1984. Já existem mais de 5,5 milhões de imagens considerando apenas os satélites do Programa Landsat da NASA, sendo 792 imagens exatamente da mesma área de mapeamento de 185 km x 185 km (Wulder et al., 2016). O Projeto MapBiomas usa algoritmos de classificação automática aplicados às imagens originais com a finalidade de gerar mapas anuais de cobertura vegetal e uso da

terra de todo o território brasileiro. Além de servir de plataforma para rodar a classificação das imagens de satélite em si, o site do Google Earth Engine serve também como endereço para *download* dos arquivos resultantes das imagens de satélite classificadas (Google, 2019b). Os arquivos de dados fornecidos numa resolução espacial (pixel) de 30 m e já georreferenciados para o Datum WGS84 são públicos, abertos e gratuitos mediante a simples referência da fonte, sendo que a descrição completa do MapBiomas pode ser encontrada no endereço http://mapbiomas.org (Projeto MapBiomas, 2019).

Entretanto, antes de aprofundar a análise dos números referentes às classes de cobertura vegetal e uso da terra no Brasil nas últimas três décadas torna-se necessário ressaltar que, segundo o IBGE, a **área oficial do Brasil** é de 8.515.767,049 km^2, enquanto a área considerada aqui é a obtida pelo Projeto MapBiomas v. 3.1 através de cálculos de geoprocessamento, a qual soma 8.515.670,080 km^2, uma diferença de apenas 0,001% (IBGE, 2012; Projeto MapBiomas, 2019). Além disso, daqui em diante, todos os cálculos envolvendo as classes de cobertura vegetal e uso da terra serão realizados em unidades de hectares (ha), já que na maior parte dos outros Capítulos deste livro são abordadas culturas agrícolas dimensionadas também em hectares. Torna-se necessário dizer também que, oficialmente, o território brasileiro é subdividido em 27 Unidades Federativas, sendo 26 Estados e um Distrito Federal. Além disso, a malha municipal do Brasil sofreu vários incrementos nas últimas décadas, sendo composta de 3.974 municípios em 1980, 4.491 em 1990, 5.507 em 2000, 5.564 em 2007, e atualmente, 5.570 municípios desde 2016 (IBGE, 2019). Neste trabalho foi considerada a malha com 5.570 municípios, mesmo número adotado pelo Projeto MapBiomas (Projeto MapBiomas, 2019).

Em termos biogeográficos, o território brasileiro abriga seis **biomas** distintos (Rizzini, 1997; Brasil, 2007). De acordo com os cálculos do Projeto MapBiomas (2019), a Floresta Amazônica, ou simplesmente Amazônia, ocupa praticamente a metade do Brasil, com 4.215.640,16 km^2 ou 421.564.016 ha (49,50% do território brasileiro). O segundo maior bioma em extensão é o Cerrado, com 2.029.638,63 km^2 ou 202.963.863 ha (23,83%). Em terceiro lugar vem a Mata Atlântica, ocupando 1.106.695,21 km^2 ou 110.669.521 ha (13,00%). A Caatinga ocupa o quarto lugar, com 836.000,95 km^2 ou 83.600.095 ha (9,82%). Finalmente, em quinto lugar estão os Campos Sulinos ou Pampa, com 177.550,79 km^2 ou 17.755.079 ha (2,08%), e em sexto lugar vem o bioma Pantanal Matogrossense, ou simplesmente Pantanal, com 150.144,34 km^2 ou 15.014.434 ha (1,76%) (IBGE, 2004; Brasil, 2007; Projeto MapBiomas, 2019; Tabela 55.1).

Para facilitar as análises da dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Brasil ao longo dos últimos 33 anos (1985 - 2017), os dados do Projeto MapBiomas foram

analisados considerando somente a legenda hierarquizada no **Nível de Classificação 1 (6 agrupamentos)** e **Nível de Classificação 2 (17 classes)**. A legenda do Projeto MapBiomas ainda apresenta o **Nível de Classificação 3**, onde apenas a classe Floresta Natural do Nível 2 é desmembrada nas subclasses Formação Florestal, Formação Savânica e Mangue, e a classe Agricultura do Nível 2 nas subclasses Culturas Anuais e Perenes, e Culturas Semiperenes. Como já foi dito, os biomas brasileiros apresentam caraterísticas fito-fisionômicas diferentes entre si, e esta é a razão da predominância da subclasse Formação Savânica no Cerrado e na Caatinga, e da classe Formação Campestre no Pampa (Rizzini, 1997; Brasil, 2007). Portanto, nas análises envolvendo os biomas Caatinga e Cerrado, a subclasse Formação Savânica está inclusa junto com a classe Floresta Natural. No caso do bioma Pampa, a classe Formação Campestre é tratada separadamente da classe Floresta Natural já no Nível 2 de Classificação (Projeto MapBiomas, 2019). A subclasse Mangue ocorre predominantemente ao longo da costa oceânica do Brasil no bioma Mata Atlântica, além de porções menores na faixa litorânea dos biomas Amazônia e Cerrado, e nas análises está incluída na classe Floresta Natural (Tabela 55.2).

Para os valores de cobertura vegetal e uso da terra **atual** foram sempre considerados os dados mais recentes disponíveis do Projeto MapBiomas, neste caso, o ano de 2017, e que foram disponibilizados na v. 3.1 publicada em abril de 2019. Em termos de **dinâmica** da cobertura vegetal e uso de solo ao longo das últimas três décadas foram considerados os dados de períodos de cinco anos, ou seja, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2017.

Posteriormente, este conjunto de classes foi reagrupado em Classes Naturais e Classes Antrópicas, estas últimas resultantes de atividade humana (Teixeira et al., 2006). Assim, na categoria **Classes Antrópicas** foram incluídas oito classes: Floresta Plantada, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Agricultura ou Pastagem, Infraestrutura Urbana, Mineração, Outras Áreas Não Vegetadas, e Aquicultura. Por sua vez, na categoria **Classes Naturais** foram incluídas outras oito classes: Floresta Natural, Área Úmida Natural Não Florestal, Formação Campestre, Apicum, Outra Formação Natural Não Florestal, Praia e Duna, Afloramento Rochoso, e Rios, Lagos e Oceano. A classe original Não Observado do Projeto MapBiomas não foi considerada nestas análises (Tabela 55.2).

Todas as análises espaço-temporais foram geradas com base nos arquivos no formato matricial (*raster datasets*) e nas planilhas de dados descarregados diretamente da base de dados do Projeto MapBiomas (2019). Todos os cruzamentos e sobreposições das diferentes camadas de cobertura vegetal e uso da terra referentes ao Brasil, aos

Biomas, aos Estados, aos Municípios e aos 33 anos, sempre com o apoio na base cartográfica oficial do IBGE, foram realizados através de dois sistemas de informações geográficas, o ArcGIS v. 10 - ESRI e do QGIS v. 2.18 - OSGeo (Environmental Systems Research Institute, 2013; Open Source Geospatial Foundation, 2016).

Organização das Análises

As análises foram apresentadas na seguinte **sequência hierárquica e ordem decrescente**: Brasil, Biomas, Estados e Municípios. E na seguinte ordem: cobertura vegetal e uso da terra atual, proporção de classes naturais e antrópicas, e dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra nos últimos 30 anos, sempre em ordem decrescente de área ocupada, tanto em termos de área absoluta quanto de área relativa. A sequência de abordagem dos **Estados** segue a ordem alfabética dentro de cada bioma, e no caso do Estado ser abrangido por mais de um bioma, ele foi abordado naquele bioma onde ocorre a maior área ocupada. Ainda nas análises por Estado, as classes de cobertura vegetal e uso da terra com menos de 1% de área ocupada não foram consideradas. Ao nível de **Município**, as análises foram feitas considerando a área absoluta ocupada pelas duas proporções, Classes Antrópicas e Classes Naturais, e destacados os 10 municípios com maior área absoluta em cada uma das proporções. Além disso, ao analisar a área relativa ocupada por estas duas proporções em cada município, eles foram agrupados em classes de percentagem de área relativa ocupada ou por Classes Antrópicas ou por Classes Naturais, e destacados os 10 municípios com maior área relativa em cada uma das classes de porcentagem. A decisão de sempre destacar os 10 municípios nestes cruzamentos de dados foi para reduzir o número de análises, já que uma abordagem individual resultaria em mais de 5.500 descrições, isso sem considerar os cruzamentos com as 17 classes de cobertura vegetal e uso da terra, os 33 anos do período de estudo e as constantes mudanças na malha municipal brasileira. A classe original 6 - Não Observado foi computada nos cálculos para o Brasil, Biomas, Estados e Municípios, mas não analisada e descrita por representar um valor ínfimo, ou seja, menos de 0,01%. Na análise da dinâmica das classes de cobertura vegetal e uso da terra no Brasil durante as últimas três décadas, os dados foram analisados a cada quinquênio (1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2017), e foi considerada a área absoluta (ha e km^2) e a área relativa das classes (%), sendo que para esta última a porcentagem de aumento ou diminuição foi calculada tomando como referência o ano de 1985.

Tabela 55.1. Biomas do Brasil com suas respectivas áreas (em km^2, ha e %), em ordem decrescente de tamanho.

Bioma	Área		
	km^2	ha	%
1. Amazônia	4.215.640,16	421.564.016	49,50
2. Cerrado	2.029.638,63	202.963.863	23,83
3. Mata Atlântica	1.106.695,21	110.669.521	13,00
4. Caatinga	836.000,95	83.600.095	9,82
5. Pampa	177.550,79	17.755.079	2,08
6. Pantanal	150.144,34	15.014.434	1,76
Total	8.515.670,08	851.567.008	100,00

Observação: Área oficial do Brasil, segundo o IBGE (2019): 8.515.767,049 km^2 ou 851.576.705 ha.

Tabela 55.2. Classes de Cobertura Vegetal e Uso da Terra e Níveis de Classificação (N1, N2 e N3), adaptada da Coleção 3.1 do Projeto MapBiomas (2019), com a respectiva categorização em Classes Antrópicas e Classes Naturais.

Níveis de Classificação [1] (Português)	Classification Levels (English)	Valor do Pixel	Categoria [2]
1.0.0. Floresta	1.0.0. Forest	1	Natural
1.1.0. Floresta Natural	1.1.0. Natural Forest	2	Natural
1.1.1. Formação Florestal	1.1.1. Forest Formation	3	Natural
1.1.2. Formação Savânica	1.1.2. Savanna Formation	4	Natural
1.1.3. Mangue	1.1.3. Mangrove	5	Natural
1.2.0. Floresta Plantada	1.2.0. Forest Plantation	9	Antrópica
2.0.0. Formação Natural Não Florestal	2.0.0. Non Forest Natural Formation	10	Natural
2.1.0. Área Úmida Natural Não Florestal	2.1.0. Wetland	11	Natural
2.2.0. Formação Campestre	2.2.0. Grassland Formation	12	Natural
2.3.0. Apicum	2.3.0. Salt Flat	32	Natural
2.4.0. Outra Formação Natural Não Florestal	2.4.0. Other Non Forest Natural Formation	13	Natural
3.0.0. Agropecuária	3.0.0. Farming	14	Antrópica
3.1.0. Pastagem	3.1.0. Pasture	15	Antrópica
3.2.0. Agricultura	3.2.0. Agriculture	18	Antrópica
3.2.1. Cultura Anual e Perene	3.2.1. Annual and Perennial Crop	19	Antrópica
3.2.2. Cultura Semi-Perene	3.2.2. Semi-Perennial	20	Antrópica
3.3.0. Mosaico de Agricultura e Pastagem	3.3.0. Mosaic of Agriculture and Pasture	21	Antrópica
4.0.0. Área Não Vegetada	4.0.0. Non Vegetated Area	22	Antrópica
4.1.0. Praias e Dunas	4.1.0. Beaches and Dunes	23	Natural
4.2.0. Infraestrutura Urbana	4.2.0. Urban Infrastructure	24	Antrópica
4.3.0. Afloramento Rochoso	4.3.0. Rocky Outcrop	29	Natural
4.4.0. Mineração	4.4.0. Mining	30	Antrópica
4.5.0. Outra Área Não Vegetada	4.5.0. Other Non Vegetated Area	25	Antrópica
5.0.0. Corpos D'Água	5.0.0. Water	26	Natural
5.1.0. Rios, Lagos e Oceano	5.1.0. Rivers, Lakes and Ocean	33	Natural
5.2.0. Aquicultura	5.2.0. Aquaculture	31	Antrópica
6.0.0. Não Observado	6.0.0. Non Observed	27	

Observação:
1 - Para descrição detalhada das classes ver Projeto MapBiomas (2019).
2 - Para maiores detalhes desta categorização ver Teixeira et al. (2006).

Brasil

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

Os números atuais disponibilizados pelo Projeto MapBiomas (2019), considerando o Nível 1 de Classificação com os seis agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida no território brasileiro, mostram que o Grupo 1 – Floresta ocupa 529.383.997 ha (62,17% do território brasileiro), o Grupo 3 – Agropecuária cobre 245.613.919 ha (28,84%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal ocupa 54.151.353 ha (6,36%), o Grupo 5 – Corpos d´Água cobre 17.589.974 ha (2.07%) e o Grupo 4 – Área Não Vegetada ocupa 4.791.689 ha (0,56%). O restante da área não foi classificado e incluído no Grupo 6 – Não Observado, mas correspondendo a apenas 36.076 ha ou 0,004% do território brasileiro.

Agora, considerando o Nível 2 de Classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019) observa-se que, no ano de 2017, as duas classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada no território brasileiro, são Floresta Natural com 523.315.985 ha (61,45%) e Pastagem com 143.596.438 ha (16,86%), as duas classes de maior predominância no Brasil. Depois, num segundo patamar aparecem Agricultura com 54.517.399 ha (6,40%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 47.500.082 ha (5,58%), Formação Campestre com 39.9716.388 ha (4,69%), Rios e Corpos d´Água com 17.569.215 ha (2,06%) e Outra Formação Natural Não Florestal com 11.946.984 ha (1,40%). No terceiro patamar podem ser destacadas as classes de Floresta Plantada com 6.068.018 ha (0,71%), Infraestrutura Urbana com 2.677.975 ha (0,31%), Área Úmida Natural Não Florestal com 2.180.951 ha (0,26%), Outras Áreas Não Vegetadas com 1.119.274 ha (0,13%), Afloramento Rochoso com 620.470 ha (0,07%), Mineração com 31.748 ha (0,004%) e Aquicultura com 20.759 ha (0,002%) (Tabela 55.3 e Figura 55.1).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o território brasileiro é ocupado em 30,01% da área relativa por Classes Antrópicas (Floresta Plantada, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Agricultura ou Pastagem, Infraestrutura Urbana, Mineração, Outras Áreas Não Vegetadas, e Aquicultura) e, de forma complementar, em 69,99% por Classes Naturais (Floresta Natural, Área Úmida Natural Não Florestal, Formação Campestre, Apicum, Outra Formação Natural Não Florestal, Praia e Duna, Afloramento Rochoso, e Rios, Lagos e Oceano), as quais foram condensadas a partir das classes originais de cobertura vegetal e uso da terra conforme

explicado na parte de Metodologia. Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 255.531.839 ha (2.555.318,39 km^2) de Classes Antrópicas e 595.999.703 ha (5.959.997,03 km^2) de Classes Naturais, totalizando 851.531.543 ha (8.515.315,43 km^2) da área do Brasil. A diferença de 41.605 ha ou 416,05 km^2 (0,005%) para a área total do território brasileiro calculada pelo Projeto MapBiomas (2019), a qual é de 8.515.731,479 km^2, deve-se ao fato de não ter sido incluído aqui a classe original 6 - Não Observado, a qual corresponde exatamente a esta diferença.

Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra nos Últimos 30 Anos no Brasil

Em termos de dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no Brasil nos últimos 30 anos, e considerando os dados de **área absoluta** compilados pelo Projeto MapBiomas (2019) entre 1985 e 2017, as classes do Nível 2 de Classificação que mostram uma maior variação considerável, para mais ou para menos, são as analisadas a seguir.

Num primeiro patamar aparecem Floresta Natural e Pastagem, variando em direções opostas. Em 1985, 594.368.522 ha (5.943.685,22 km^2) do território brasileiro eram ocupados por Floresta Natural, cuja área foi gradativamente sempre diminuindo ao longo dos quinquênios analisados até chegar em 523.315.985 ha (5.233.159.85 km^2) no ano de 2017, ou seja, uma diminuição de 11,95% nos últimos 30 anos. Por sua vez, 97.328.532 ha (973.285,32 km^2) do Brasil eram ocupados por Pastagem em 1985, cuja área foi gradativamente aumentando para 147.792.789 ha (1.477.927,89 km^2) em 2005, e permanecendo mais ou menos estável até 2017, quando alcançou 143.596.438 ha (1.435.964,38 km^2), ou seja, um aumento de 47,54% nas últimas três décadas. Em outras palavras, significa dizer que a área ocupada por Pastagem no Brasil aumentou pela metade nos últimos 30 anos (Tabela 55.4).

No segundo patamar aparecem Agricultura e Mosaico de Agricultura ou Pastagem, também variando em direções opostas. Em 1985, a classe Agricultura ocupava 18.501.148 ha (185.011,48 km^2) do território brasileiro, cuja área foi aumentando gradativamente até o ano de 2000, quando chegou a 27.549.776 ha (275.497,76 km^2), e a partir daí teve um rápido crescimento até 2015 para 52.219.338 ha (522.193,38 km^2), terminando com um leve crescimento até 2017, quando alcançou 54.517.399 ha (545.173,99 km^2), ou seja, um aumento total considerável de 194,67% nos últimos em 30 anos. Em outras palavras significa dizer que a Agricultura triplicou a área ocupada no Brasil nas últimas três décadas. Por sua vez, a classe Mosaico de Agricultura ou Pastagem ocupava 60.535.777 ha (605.357,77 km^2) do Brasil em 1985, cuja área apresentou uma rápida queda até 1990 para 51.382.294 ha (513.822,94 km^2), e depois

permaneceu mais ou menos estável até 2017, quando alcançou 47.500.082 ha (475.000,82 km^2), ou seja, uma diminuição total de 21,53% nas últimas três décadas. Neste mesmo conjunto de classes, aparece ainda Formação Campestre, cuja área apresentou uma diminuição de 43.535.307 ha (435.353,07 km^2) em 1985 para 39.971.638 ha (399.716,38 km^2) em 2017, o que resulta numa queda de 8,19%. Entretanto, a classe Rios, Lagos e Oceano teve um leve aumento entre 1985 e 2017, passando de 16.478.704 ha (164.787,04 km^2) para 17.569.215 ha (175.692,15 km^2), o que resulta num aumento de 6,62%, provavelmente, por causa da construção de novas hidroelétricas e barragens.

No terceiro patamar aparece a classe Floresta Plantada, cuja área apresentou um rápido incremento entre 1985 e 1995, passando de 1.323.781 ha (13.237,81 km^2) para 1.842.470 ha (18.424,70 km^2), permanecendo praticamente constante até 2005, quando apresentou um enorme salto para 5.709.523 ha (57.095,23 km^2) em 2015, e para 6.068.012 ha (60.680,12 km^2) em 2017, resultando num aumento total de 358,39%. Em outras palavras, isto quer dizer que a área ocupada com Floresta Plantada no Brasil aumentou quatro vezes nos últimos 30 anos. Neste mesmo patamar aparece a classe Infraestrutura Urbana, cuja área ocupada em 1985 era de 1.729.042 ha (17.290,42 km^2), e a partir daí cresceu praticamente de forma constante até 2015, quando alcançou 2.673.815 ha (26.738,15 km^2), estabilizando em 2.677.974 ha (26.779,74 km^2) no ano de 2017, ou seja, um crescimento total de 54,88% nas últimas três décadas.

Já em termos de dinâmica da **área relativa** ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso da terra no Brasil nos últimos 30 anos, segundo os dados compilados pelo Projeto MapBiomas (2019) entre 1985 e 2017, as duas classes que mais se destacam são Mineração e Floresta Plantada. A área relativa ocupada com Mineração mais que duplicou entre 1985 e 2000, quando atingiu 137,83% de crescimento, passando para praticamente três vezes a área original em 2010 (198,20%), e a partir daí até 2015 apresentou um salto, passando para quatro vezes a área original em apenas cinco anos (374,40%), terminando em 2017 com mais de cinco vezes a área relativa (426,12%) ocupada três décadas atrás. A segunda classe com maior aumento na área relativa, Floresta Plantada, também apresentou um rápido crescimento e mais que duplicou (104,76%) em apenas 10 anos, 1985 a 1995, então ficando praticamente estabilizada até 2005, quando apresentou um salto e passou em 2015 para quatro vezes (331,30%) a área original, e acabou em 2017 registrando um aumento de 358,39% nos últimos 30 anos (Figura 55.2).

No segundo patamar aparecem as classes Aquicultura e Agricultura. Entre 1985 e 1990, a área relativa ocupada por Aquicultura mais que duplicou (136,74%), apresentou

uma pequena queda (109,25%) até 1995, e depois mostrou um aumento praticamente constante até 2010, quando já ocupava mais de três vezes (219,68%) a área relativa original, terminando em 2017 praticamente estabilizada (215,40%). Por sua vez, a classe Agricultura apresentou um crescimento praticamente gradativo e constante durante os 30 anos analisados aqui, 1985 a 2017, e já em 2000 alcançava 48,91%, mas nos 15 anos seguintes apresentou um nítido aumento chegando quase a triplicar (182,25%) a área relativa original em 2015, a qual ainda mostrou um pequeno aumento até 2017 (194,67%).

No terceiro patamar se destacam as classes Infraestrutura Urbana e Pastagem. A área relativa ocupada por Infraestrutura Urbana cresceu de forma constante nos últimos 30 anos, 1985 a 2017, e praticamente duplicou a cada década, ou seja, 6,56% em 1995, 23,81% em 2005, 54,64% em 2015, terminando relativamente estabilizada em 54,88% em 2017. Por sua vez, a classe Pastagem apresentou um rápido crescimento nas duas primeiras décadas, passando de 30,15% em 1995 para 51,85% em 2005, e a partir daí ficou praticamente estabilizada em 48,59% em 2015 e 47,54% em 2017.

Por outro lado, algumas classes de cobertura vegetal e uso da terra apresentaram uma diminuição na sua área relativa ocupada entre 1985 e 2017. A classe que sofreu maior perda foi Área Úmida Natural Não Florestal, cuja área relativa diminui para -7,12% em 1995, e sofreu uma drástica redução para -24,73% em 2005, terminando em -26,95% em 2017, o que significa uma perda de mais de um quarto da área relativa original. A segunda classe que apresentou diminuição na sua área relativa foi Mosaico de Agricultura ou Pastagem, que diminuiu rapidamente para -18,84% em 1995, se manteve em -18,23% em 2005 e chegou a -23,71% em 2015, voltando em 2017 para -21,53%. A terceira classe, Outras Áreas Não Vegetadas, apresentou uma oscilação significativa, cuja área relativa caiu para -15,86% em 1990, outra queda para -30,57% em 2000, e então voltou para -19,41% em 2010, e terminou em -18,84% em 2017. Talvez essa oscilação possa estar relacionada, em parte, com o método de classificação das imagens de satélite. A quarta classe que sofreu uma importante e constante diminuição na sua área relativa é Floresta Natural, que caiu para -1,98% em 1990, cuja perda mais que duplicou em apenas cinco anos, passando para -4,19% em 1995, e que praticamente duplicou novamente nos cinco anos seguintes, passando para -7,01% em 2000, e a partir daí mostrou uma leve estabilização em torno de -10,65% em 2010, e que resulta numa perda de -11,95% nas últimas três décadas. A quinta classe que apresentou diminuição na sua área relativa foi Formação Campestre, cuja perda foi lenta nas primeiras duas décadas, passando de -0,42% em 1990 para -0,32% em 2000, mas a partir daí a perda foi acentuada, diminuindo para -2,26% em apenas cinco anos (2005), duplicou

novamente nos cinco anos seguintes, para -4,00% em 2010, e duplicou mais uma vez em cinco anos, passando para -7,22% em 2015, acumulando uma perda de -8,19% (2017) em 30 anos. A sexta classe que apresentou perda na sua área relativa foi Outra Formação Natural Não Florestal, que oscilou de -3,06 em 1995 para -8,59% em 2005, para -7,26% em 2015, e voltou para os -3,56% em 2017.

Tabela 55.3. Cobertura Vegetal e Uso da Terra atual no Brasil em ordem decrescente de área (em ha e %), segundo o Nível 2 de Classificação da Versão 3.1 do Projeto MapBiomas (2019).

Nível 2 de Classificação	Área	
	ha	%
1.1 Floresta Natural	523.315.985	61,45
3.1 Pastagem	143.596.438	16,86
3.2 Agricultura	54.517.399	6,40
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	47.500.082	5,58
2.2 Formação Campestre	39.971.638	4,69
5.1 Rio, Lago e Oceano	17.569.215	2,06
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	11.946.984	1,40
1.2 Floresta Plantada	6.068.012	0,71
4.2 Infraestrutura Urbana	2.677.975	0,31
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal	2.180.951	0,26
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	1.119.274	0,13
4.3 Afloramento Rochoso	620.470	0,07
4.1 Praia e Duna	342.223	0,04
2.3 Apicum	51.780	0,01
6.0 Não Observado	36.076	0,004
4.4 Mineração	31.748	0,004
5.2 Aquicultura	20.759	0,002
Total Geral	**851.567.008**	**100,00**

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

Figura 55.1. Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra atual no Brasil, extraído do material de divulgação da versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2019) e Projeto MapBiomas (2019)

Tabela 55.4. Dinâmica em quinquênios da Cobertura Vegetal e Uso da Terra no Brasil durante as últimas três décadas, em ordem decrescente de área absoluta (ha) no ano de 2017, segundo o Nível 2 Classificação da Versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Nível 2 de Classificação	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
1.1 Floresta Natural	594.368.522	582.577.368	569.447.522	552.689.426	537.133.666	531.087.090	526.213.718	523.315.985
3.1 Pastagem	97.328.532	113.767.073	126.669.436	140.977.663	147.792.789	148.167.876	144.616.965	143.596.438
3.2 Agricultura	18.501.148	22.316.142	24.752.501	27.549.776	36.193.327	42.850.020	52.219.338	54.517.399
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	60.535.777	51.382.294	49.132.499	48.940.915	49.470.107	47.256.804	46.181.661	47.500.082
2.2 Formação Campestre	43.535.307	43.715.999	43.369.051	43.397.791	42.551.934	41.795.494	40.390.067	39.971.638
5.1 Rio, Lago e Oceano	16.478.704	16.648.467	16.578.629	17.196.838	17.655.617	17.629.288	17.690.490	17.569.215
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	12.388.510	11.939.387	12.009.804	11.766.916	11.324.509	11.650.212	11.488.848	11.946.984
1.2 Floresta Plantada	1.323.781	2.230.042	2.710.639	2.694.102	2.676.252	4.088.913	5.709.523	6.068.012
4.2 Infraestrutura Urbana	1.729.042	1.789.557	1.842.470	2.021.848	2.140.738	2.363.045	2.673.815	2.677.975
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal	2.985.653	2.890.782	2.773.156	2.215.776	2.247.337	2.453.772	2.246.062	2.180.951
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	1.379.144	1.160.409	1.168.015	957.500	1.239.135	1.111.418	1.024.142	1.119.274
4.3 Afloramento Rochoso	595.572	690.978	662.682	697.499	683.779	654.636	636.115	620.470
4.1 Praia e Duna	325.820	337.325	348.063	348.646	352.933	344.881	346.254	342.223
2.3 Apicum	45.028	61.613	41.392	47.250	35.252	37.901	45.399	51.780
6.0 Não Observado	33.852	36.306	38.342	33.974	35.156	36.622	35.819	36.076
4.4 Mineração	6.034	7.684	9.036	14.351	15.026	17.995	28.627	31.748
5.2 Aquicultura	6.582	15.581	13.773	16.735	19.450	21.041	20.164	20.759
Total Geral	851.567.008	851.567.008	851.567.008	851.567.008	851.567.008	851.567.008	851.567.008	851.567.008

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019)

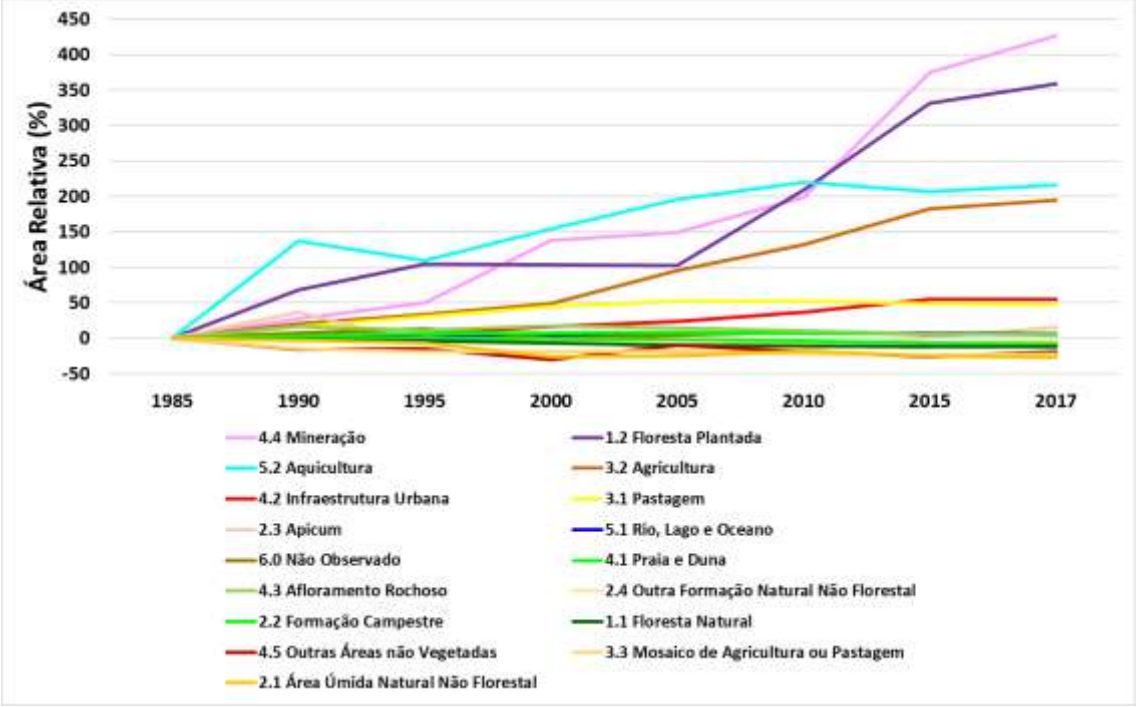


Figura 55.2. Dinâmica em quinquênios da Cobertura Vegetal e Uso da Terra no Brasil durante as últimas três décadas em termos de área relativa (%), considerando o ano de 1985 como ponto de partida, segundo o Nível 2 Classificação da Versão 3.1 do Projeto MapBiomas.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019)

Biomas

Amazônia

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

O Bioma Amazônia abrange seis Estados totalmente (AC, AM, AP, PA, RO e RR) e três parcialmente (MA, MT e TO), além de cobrir 361 municípios[1], total ou parcialmente, totalizando 421.564.016 ha (4.215.640.16 km^2) ou 49,50% do território brasileiro (IBGE, 2004; Brasil, 2007; Projeto MapBiomas, 2019).

Os números atuais do bioma Amazônia produzidos pelo Projeto MapBiomas (2019), considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do bioma, mostram que o Grupo 1 – Floresta ocupa 344.369.871 ha (81,69% da área da Amazônia), o Grupo 3 – Agropecuária cobre 53.095.690 ha (12,59%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal ocupa 11.915.990 ha (2,83%), o Grupo 5 – Corpos d´Água cobre 11.327.907 ha (2.69%) e o Grupo 4 – Área Não Vegetada ocupa 837.702 ha (0,20%). O restante da área não foi classificado e incluído no Grupo 6 – Não Observado, mas correspondendo a apenas 16.857 ha ou 0,004% da área deste bioma.

Agora considerando o Nível 2 de classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019) observa-se que, no ano de 2017, a classe de cobertura vegetal e uso da terra que predomina isoladamente na Amazônia é a Floresta Natural com 344.326.725 ha (81,68%). Depois, num segundo patamar, aparecem Pastagem com 44.442.667 ha (10,54%), Outra Formação Natural Não Florestal com 11.334.528 ha (2,69%), Rios e Corpos d´Água com 11.327.907 ha (2,69%), Agricultura com 4.514.049 ha (1,07%) e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 4.138.974 ha (0,98%). No terceiro patamar cabe mencionar as classes de Formação Campestre com 556.647 ha (0,13%), Outra Áreas Não Vegetadas com 530.239 ha (0,07%), Infraestrutura Urbana com 287.678 ha (0,07%), Floresta Plantada com 43.145 ha (0,01%) e Mineração com 14.441 ha (0,003%) (Tabela 55.5).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o bioma Amazônia já é ocupado em 12,80% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem,

[1] A soma do número de municípios abrangidos por cada Bioma resulta em 6.206, o que é bem maior do que o total oficial de municípios do Brasil, ou seja, 5.570 em 2019 (IBGE, 2019). Isso ocorre porque existem muitos municípios que são cobertos por mais de um Bioma e, portanto, contabilizados mais de uma vez.

Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 87,19% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 53.971.194 ha (539.711,94 km^2) de Classes Antrópicas e 367.575.965 ha (3.675.759,65 km^2) de Classes Naturais, totalizando 421.564.016 ha (4.215.640.16 km^2) da área da Amazônia (Figuras 55.3, 55.5 e 55.6).

Caatinga

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

O Bioma Caatinga abrange apenas um Estado totalmente (CE), e parcialmente outros oito (AL, BA, MA, MG, PB, PE, PI, RN e SE), além de cobrir 1.243 municípios, total ou parcialmente, totalizando 83.600.095 ha (836.000,95 km^2) ou 9,82% do território brasileiro (IBGE, 2004; Brasil, 2007; Projeto MapBiomas, 2019).

Os números atuais do bioma Caatinga produzidos pelo Projeto MapBiomas (2019), considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro deste bioma, mostram que o Grupo 1 – Floresta ocupa 47.507.019 ha (56,83% da área da Caatinga), o Grupo 3 – Agropecuária cobre 30.209.745 ha (36,14%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal ocupa 4.769.515 ha (5,71%), o Grupo 5 – Corpos d´Água ocupa 564.659 ha (0,68%) e o Grupo 4 – Área Não Vegetada cobre 547.660 ha (0.66%). O restante da área não foi classificado e incluído no Grupo 6 – Não Observado, mas correspondendo a apenas 1.497 ha ou 0,002% da área deste bioma.

Agora considerando o Nível 2 de Classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019) observa-se que, no ano de 2017, as três classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada na Caatinga, são Formação Savânica com 39.806.607 ha (47,62%), Pastagem com 19.232.343 ha (23,01%) e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 9.211.314 ha (11,16%). Depois, num segundo patamar, aparecem Formação Florestal com 6.788.666 ha (6,09%), Formação Campestre com 4.646.088 ha (5,56%) e Agricultura com 2.729.597 ha (3,27%). No terceiro patamar podem ser destacadas as classes de Rios e Corpos d´Água com 555.614 ha (0,66%), Outras Áreas Não Vegetadas com 280.204 ha (0,34%), Infraestrutura Urbana com 211.905 ha (0,25%), Praia e Duna com 55.505 ha (0,07%), Afloramento Rochoso com 17.881 ha (0,02%), Floresta Plantada com 8.260 ha (0,01%) e Aquicultura com 7.971 ha (0,01%) (Tabela 55.5).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o bioma Caatinga é ocupado em 36,72% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 63,28% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 30.694.336 ha (306.943,36 km^2) de Classes Antrópicas e 52.904.262 ha (529.042.62 km^2) de Classes Naturais, totalizando 83.600.095 ha (836.000,95 km^2) da área da Caatinga (Figuras 55.3, 55.5 e 55.6).

Cerrado

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

O Bioma Cerrado também abrange apenas um Estado totalmente (DF), e parcialmente outros 12 (BA, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PI, PR, RO, SP e TO), além de cobrir 1.393 municípios, total ou parcialmente, totalizando com 202.963.863 ha (2.029.638,63 km^2) ou 23,83% do território brasileiro (IBGE, 2004; Brasil, 2007; Projeto MapBiomas, 2019).

Os números atuais do bioma Cerrado produzidos pelo Projeto MapBiomas (2019), considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro deste bioma, mostram que o Grupo 1 – Floresta ocupa 92.865.989 ha (45,75% da área do Cerrado), o Grupo 3 – Agropecuária cobre 85.402.652 ha (42,08%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal ocupa 22.212.490 ha (10,94%), o Grupo 5 – Corpos d´Água cobre 1.514.541 ha (0.75%) e o Grupo 4 – Área Não Vegetada ocupa 957.577 ha (0,47%). O restante da área não foi classificado e incluído no Grupo 6 – Não Observado, mas correspondendo a apenas 10.615 ha ou 0,01% da área deste bioma.

Agora considerando o Nível 2 de Classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019) observa-se que, no ano de 2017, as três classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada no Cerrado, são Formação Savânica com 51.941.769 ha (25,59%), Pastagem com 48.644.641 ha (23,97%) e Formação Florestal com 37.058.882 ha (18,26%). Depois, num segundo patamar, aparecem Agricultura com 23.991.519 ha (11,82%) e Formação Campestre com 22.854.716 ha (11,26%). No terceiro patamar podem ser destacadas as classes de Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 13.627.996 ha (6,71%), Floresta Plantada com

2.492.231 ha (1,23%), Rios e Corpos d´Água com 1.518.859 ha (0,75%), Infraestrutura Urbana com 560.902 ha (0,28%) e Mineração com 8.465 ha (0,004%) (Tabela 55.5).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o bioma Cerrado é ocupado em 43,59% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 56,41% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 88.465.258 ha (884.652,58 km^2) de Classes Antrópicas e 114.487.990 ha (1.144.879,90 km^2) de Classes Naturais, totalizando 202.963.863 ha (2.029.638,63 km^2) da área do Cerrado (Figuras 55.3, 55.5 e 55.6).

Mata Atlântica

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

O Bioma Mata Atlântica abrange três Estados totalmente (ES, RJ e SC), e 12 parcialmente (AL, BA, GO, MG, MS, PB, PE, PR, RN, RS, SE e SP), além de cobrir 3.019 municípios, total ou parcialmente, totalizando com 110.669.521 ha (1.106.695,21 km^2) ou 13,00% do território brasileiro (IBGE, 2004; Brasil, 2007; Projeto MapBiomas, 2019).

Os números atuais do bioma Mata Atlântica pelo Projeto MapBiomas (2019), considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do bioma, mostram que, diferentemente dos outros biomas, predomina o Grupo 3 – Agropecuária que ocupa 68.897.487 ha (62,26% da área da Mata Atlântica), somente depois o Grupo 1 – Floresta que cobre 35.268.740 ha (31,87%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal cobre 2.280.489 ha (2.06%), o Grupo 4 – Área Não Vegetada ocupa 2.251.057 ha (2,03%), e o Grupo 5 – Corpos d´Água ocupa 1.965.451 ha (1,78%). O restante da área não foi classificado e incluído no Grupo 6 – Não Observado, mas correspondendo a apenas 6.297 ha ou 0,01% da área deste bioma.

Agora considerando o Nível 2 de Classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019) observa-se que, no ano de 2017, as quatro classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada na Mata Atlântica, são Formação Florestal com 31.460.753 ha (28,43%), Pastagem com 29.400.539 ha (26,57%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 20.953.458 ha (18,93%) e Agricultura com 18.413.785 ha (16,64%). Depois, num segundo patamar, aparecem

Floresta Plantada com 3.126.308 ha (2,82%), Formação Campestre com 2.079.263 ha (1,88%), Rios e Corpos d´Água com 1.968.076 ha (1,78%) e Infraestrutura Urbana com 1.509.361 ha (1,36%). No terceiro patamar podem ser destacadas as classes de Outras Áreas Não Vegetadas com 399.131 ha (0,36%), Afloramento Rochoso com 215.019 ha (0,19%), Mangue com 201.620 ha (0,18%), Praia e Duna com 49.174 ha (0,04%), Mineração com 6.635 ha (0,01%) e Aquicultura com 2.169 ha (0,002%) (Tabela 55.5).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o bioma Mata Atlântica é ocupado, de forma inversa em relação aos outros cinco biomas e a média do Brasil, em 66,76% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 33,23% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 73.884.601 ha (738.846,01 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 36.778.624 ha (367.786,24 km^2) de Classes Naturais, totalizando 110.669.521 ha (1.106.695,21 km^2) da área da Mata Atlântica (Figuras 55.3, 55.5 e 55.6).

Pampa

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

O Bioma Campos Sulinos ou Pampa abrange apenas um único Estados (RS), e ainda assim, parcialmente, além de cobrir 167 municípios, total ou parcialmente, totalizando com 17.755.079 ha (177.550,79 km^2) ou 2,08% do território brasileiro (IBGE, 2004; Brasil, 2007; Projeto MapBiomas, 2019).

Os números atuais do bioma Pampa produzidos pelo Projeto MapBiomas (2019), considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro deste bioma, mostram que, coerentemente, predomina o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal que ocupa 7.348.306 ha (41,39% do Pampa), depois o Grupo 3 – Agropecuária que cobre 5.923.026 ha (33,36%), o Grupo 1 – Floresta ocupa 2.499.179 ha (14,08%), o Grupo 5 – Corpos d´Água cobre 1.790.114 ha (10,08%) e o Grupo 4 – Área Não Vegetada ocupa 193.965 ha (1,09%). O restante da área não foi classificado e incluído no Grupo 6 – Não Observado, mas correspondendo a apenas 487 ha ou 0,003% da área deste bioma.

Agora considerando o Nível 2 de Classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019) observa-se que, no ano de 2017, as duas classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada no Pampa são, de forma condizente com a realidade, Formação Campestre com 7.007.036 ha (39,47%), e Agricultura com 4.834.782 ha (27,23%). Depois, num segundo patamar, aparecem Formação Florestal com 2.079.276 ha (11,71%), Rios e Corpos d´Água com 1.792.096 ha (10,09%) e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.153.509 ha (6,50%). No terceiro patamar podem ser destacadas as classes de Floresta Plantada com 394.573 ha (2,22%), Área Úmida Natural Não Florestal com 319.701 ha (1,80%), Infraestrutura Urbana com 102.140 ha (0,58%) e Praia e Duna com 69.076 ha (0,39%) (Tabela 55.5).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o bioma Pampa é ocupado em 36,19% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 63,81% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 6.425.806 ha (64.258,06 km^2) de Classes Antrópicas e 11.328.786 ha (113.287,86 km^2) de Classes Naturais, totalizando 17.755.079 ha (177.550,79 km^2) da área do Pampa (Figuras 55.3, 55.5 e 55.6).

Pantanal

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

O Bioma Pantanal Matogrossense ou simplesmente Pantanal abrange dois Estados (MS e MT) apenas parcialmente, além de cobrir 23 municípios, total ou parcialmente, totalizando com 15.014.434 ha (150.144,34 km^2) ou 1,76% do território brasileiro (IBGE, 2004; Brasil, 2007; Projeto MapBiomas, 2019).

Os números atuais do bioma Pantanal pelo Projeto MapBiomas (2019), considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do bioma, mostram que o Grupo 1 – Floresta ocupa 6.873.199 ha (45,78% do Pantanal), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal cobre 5.624.563 ha (37,46%), o Grupo 3 – Agropecuária ocupa 2.085.319 ha (13,89%), o Grupo 5 – Corpos d´Água cobre 427.302 ha (2.85%) e o Grupo 4 – Área Não Vegetada ocupa 3.729 ha (0,02%). O restante da

área não foi classificado e incluído no Grupo 6 – Não Observado, mas correspondendo a apenas 323 ha ou 0,002% da área deste bioma.

Agora considerando o Nível 2 de Classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019) observa-se que, no ano de 2017, as duas classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada no Pantanal, são Formação Florestal com 4.766.344 ha (31,75%) e Formação Campestre com 4.309.942 ha (28,71%). Depois, num segundo patamar, aparecem Pastagem com 2.528.129 ha (16,84%) e Formação Savânica com 2.143.946 ha (14,28%). No terceiro patamar podem ser destacadas as classes de Rios e Corpos d´Água com 612.979 ha (4,08%), Área Úmida Natural Não Florestal com 599.399 ha (3,99%), Agricultura com 29.013 ha (0,19%), Outras Áreas Não Vegetadas com 2.913 ha (0,13%), Infraestrutura Urbana com 2.914 ha (0,02%), Floresta Plantada com 1.439 ha (0,01%) e Mineração com 283 ha (0,002%) (Tabela 55.5).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o bioma Pantanal é ocupado em 13,92% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 86,07% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 2.090.492 ha (20.904,92 km^2) de Classes Antrópicas e 12.923.619 ha (129.236,19 km^2) de Classes Naturais, totalizando 15.014.433 ha (150.144,33 km^2) da área do Pantanal (Figuras 55.3, 55.5 e 55.6).

Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra nos Últimos 30 Anos por Bioma

Em termos de dinâmica das classes de cobertura vegetal e uso da terra nos últimos 30 anos em cada bioma, considerando o Nível 1 de Classificação adotado pelo Projeto MapBiomas (2019), observa-se que o Grupo 1 – Floresta e o Grupo 3 – Agropecuária desempenham um papel fundamental. Os outros agrupamentos apresentam uma dinâmica pouco acentuada.

Assim, no bioma Amazônia o Grupo 1 - Floresta ocupava 91,36% da área em 1985, e desde então veio sofrendo uma gradativa redução até chegar nos 83,62% em 2005, e a partir daí apresentou uma estabilização em torno de 82,00% até 2017. Em termos de área absoluta isso significa uma diminuição dos 385.154.517 ha iniciais em 1985 para os

344.369.871 ha atuais em 2017, ou seja, uma perda de mais de 40.000.000 ha de Floresta em 30 anos. Já o Grupo 3 – Agropecuária teve um comportamento, logicamente, inverso, ou seja, em 1985 ocupava apenas 3,20% do bioma Amazônia, sendo que nos 10 anos seguintes esse valor duplicou passando para 6,01% em 1995, e em mais 10 anos já era três vezes superior ao valor inicial, chegando em 10,98% em 2005. A partir de 2010 iniciou uma fase de estabilização em torno de 12,00% que perdura até 2017. Em termos de área absoluta isso significa um aumento dos 13.472.310 ha iniciais em 1985 para os 53.095.690 ha atuais em 2017, ou seja, um aumento praticamente equivalente aos 40.000.000 ha de Floresta convertidos em Agropecuária (Tabela 55.6).

Por sua vez, no bioma Caatinga o Grupo 1 - Floresta ocupava 62,82% da área em 1985, e desde então sofreu uma gradativa e constante redução até chegar nos 56,83% em 2017. Em termos de área absoluta isso significa uma diminuição dos 52.518.043 ha iniciais em 1985 para os 47.507.020 ha atuais em 2017, ou seja, uma perda de mais de 5.000.000 ha de Floresta em 30 anos. Já o Grupo 3 – Agropecuária teve um comportamento inverso, ou seja, passou dos 29,79% em 1985 para 36,14% em 2017, também apresentando um aumento gradativo e constante. Em termos de área absoluta isso significa um aumento dos 24.904.840 ha iniciais em 1985 para os 30.209.745 ha atuais em 2017, ou seja, um aumento praticamente equivalente aos 5.000.000 ha de Floresta convertidos em Agropecuária.

No bioma Cerrado o Grupo 1 - Floresta ocupava 55,97% da área em 1985, e desde então veio sofrendo uma drástica redução até chegar nos 46,98% em 2005, e a partir daí apresentou uma estabilização em torno de 46,00% até 2017. Em termos de área absoluta isso significa uma diminuição dos 113.600.405 ha iniciais em 1985 para os 92.865.987 ha atuais em 2017, ou seja, uma perda de mais de 20.000.000 ha de Floresta em 30 anos. Já o Grupo 3 – Agropecuária teve um comportamento novamente inverso, ou seja, em 1985 ocupava 31,17% do bioma Cerrado, passando para 39,87% em 2005, e a partir de então iniciou uma fase de estabilização em torno de 42,00% que perdura até 2017. Em termos de área absoluta isso significa um aumento dos 63.265.293 ha iniciais em 1985 para os 85.402.651 ha atuais em 2017, ou seja, um aumento equivalente a 22.000.000 ha de Floresta convertidos em Agropecuária. Neste bioma, o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal também sofreu uma perda significativa nas últimas três décadas, o que explica a diferença dos 2.000.000 ha, que somados aos 20.000.000 do Grupo 1 – Floresta resulta nos 22.000.000 ha convertidos em Agropecuária.

Por sua vez, o bioma Mata Atlântica apresenta uma dinâmica um pouco diferente da dos demais. Neste bioma, o Grupo 1 - Floresta já ocupava apenas 31,48% da área em 1985, e desde então manteve um comportamento praticamente constante,

permanecendo em 31,87% em 2017. Em termos de área absoluta isso significa um valor médio de 34.500.000 ha ocupados com Floresta. Da mesma forma, o Grupo 3 – Agropecuária teve um comportamento semelhante, ou seja, se manteve em trono dos 62,00%, oscilando minimamente de 62,55% em 1985 para 62,26% em 2017. Em termos de área absoluta isso significa um valor médio de 69.500.000 ha ocupados com Agropecuária. Para este bioma ainda cabe mencionar que o Grupo 2 - Formação Natural Não Florestal também sofreu uma perda significativa de praticamente 900.000 ha nas últimas três décadas, passando de 3.162.488 ha (2,86%) em 1985 para 2.280.489 ha (2,06%) em 2017. Por outro lado, o Grupo 4 – Área Não Vegetada sofreu um aumento significativo de praticamente 500.000 ha nos últimos 30 anos, passando de 1.756.373 ha (1,59%) em 1985 para 2.251.057 ha (2,03%) em 2017.

O Pampa apresenta a característica peculiar de ser o bioma mais aberto de todos os outros. Por esta razão é o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal que mostra uma dinâmica mais acentuada, e uma perda gradativa ao longo dos últimos 30 anos, o qual ocupava 52,11% da área em 1985, que desde então veio diminuindo até chegar nos 40,90% em 2015, e a partir daí apresentou uma leve estabilização em torno de 41,00% em 2017. Em termos de área absoluta isso significa uma diminuição dos 9.252.526 ha iniciais em 1985 para os 7.348.306 ha atuais em 2017, ou seja, uma perda de mais de 1.900.000 ha de Formação Natural Não Florestal em três décadas. Já o Grupo 3 – Agropecuária teve um comportamento novamente inverso, como era de se esperar, o qual ocupava 26,61% do bioma Pampa em 1985, passando para 33,72% em 2015, e a partir de então apresentou uma leve estabilização em torno de 33,00% que perdura até 2017. Em termos de área absoluta isso significa um aumento dos 4.724.389 ha iniciais em 1985 para os 5.923.026 ha atuais em 2017, ou seja, um aumento praticamente equivalente a 1.200.000 ha de Formação Natural Não Florestal convertidos em Agropecuária. Para este bioma cabe mencionar ainda que o Grupo 1 – Floresta apresentou um leve aumento, principalmente a partir de 2000, quando passou do patamar dos 10,00% para o de 14,00% em 2015, permanecendo estável até 2017. Em valores de área absoluta isso significa um aumento dos 1.858.008 ha iniciais em 1985 para os 2.499.179 ha atuais em 2017, ou seja, um aumento um pouco maior que 640.000 ha de Floresta nas últimas três décadas.

Por último, no bioma Pantanal o Grupo 1 - Floresta ocupava 51,44% da área em 1985, e sofreu uma gradativa e constante redução até chegar nos 45,86% em 2005, e a partir daí apresentou uma tendência de estabilização em torno de 45,00% até 2017. Em termos de área absoluta isso significa uma diminuição dos 7.723.095 ha iniciais em 1985 para os 6.873.198 ha atuais em 2017, ou seja, uma perda de praticamente 850.000 ha de

Floresta em 30 anos. Já o Grupo 3 – Agropecuária teve um comportamento, por conseguinte, inverso, ou seja, em 1985 ocupava apenas 5,12% do bioma Pantanal, sendo que nos 10 anos seguintes esse valor mais que duplicou passando para 13,50% em 2005, e a partir daí estabilizou em torno dos 13,00% até 2017. Em termos de área absoluta isso significa um aumento dos 769.354 ha iniciais em 1985 para os 2.085.319 ha atuais em 2017, ou seja, um aumento superior a 1.300.000 ha. A maior parte disto veio de Floresta convertida em Agropecuária. Do restante, parte veio do Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal, que sofreu uma perda de mais de 188.000 ha nas últimas três décadas, passando dos 5.813.178 ha iniciais em 1985 para os 5.624.563 ha atuais em 2017. Curiosamente, uma parte significativa veio do Grupo 5 – Corpos D´Água, que sofreu uma perda de mais de 277.000 ha nas últimas três décadas, passando dos 705.055 ha iniciais em 1985 para os 427.302 ha atuais em 2017. Então, somando as perdas de Floresta (850.000 ha), de Formação Natural Não Florestal (188.000 ha) e dos Corpos D´Água (277.000) obtém-se o total de 1.300.000 há convertidos em Agropecuária.

Agora, numa análise conjunta da dinâmica da proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais nos biomas surgem três padrões bem definidos. O bioma que aparece isoladamente como o mais afetado pela ação humana é claramente o da Mata Atlântica, no qual as Classes Antrópicas já ocupavam 64,50% em 1985, e este padrão se mantem muito estável ao longo das três décadas analisadas, chegando a 66,81% em 2015 e a 66,76% em 2017. O segundo padrão abrange os biomas Cerrado, Caatinga e Pampa, os quais apresentam uma proporção de Classes Antrópicas menos elevada que a da Mata Atlântica, mas ao contrário desta, mostram um crescimento gradativo e constante ao longo dos últimos 30 anos, cujo valor gira em torno de 30% em 1985 e vai aumentando até em torno de 40% em 2017. O terceiro padrão abrange os biomas Pantanal e Amazônia, os quais apresentam uma proporção de Classes Antrópicas ainda bem baixa, mas com um crescimento relativamente rápido ao longo das duas primeiras décadas, passando de uma proporção em torno de 5% em 1985 para cerca de 10% em 2005, e a partir daí essa proporção está tendendo a se estabilizar em torno de 13% (Figuras 55.4, 55.5 e 55.6).

Tabela 55.5. Cobertura Vegetal e Uso da Terra em cada Bioma do Brasil em 2017, em área absoluta (ha) e relativa (%), segundo o Nível 2 de Classificação da Versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Nível 2 de Classificação	Biomas												Total por Classe	
	AMAZONIA		CAATINGA		CERRADO		MATA ATLANTICA		PAMPA		PANTANAL			
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1.1 Floresta Natural	344.326.725	81,68	47.498.758	56,82	90.373.066	44,53	32.141.891	29,04	2.103.790	11,85	6.871.755	45,77	**523.315.985**	**61,45**
1.2 Floresta Plantada	43.145	0,01	8.262	0,01	2.492.922	1,23	3.126.849	2,83	395.389	2,23	1.444	0,01	**6.068.012**	**0,71**
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal					2	0,000001	3	0,000003	350.071	1,97	1.830.876	12,19	**2.180.951**	**0,26**
2.2 Formação Campestre	556.647	0,13	4.756.503	5,69	22.211.185	10,94	1.655.380	1,50	6.998.236	39,42	3.793.686	25,27	**39.971.638**	**4,69**
2.3 Apicum	24.814	0,01	13.010	0,02	1.301	0,001	12.655	0,01					**51.780**	**0,01**
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	11.334.528	2,69	2	0,000002	2	0,000001	612.451	0,55			1	0,00001	**11.946.984**	**1,40**
3.1 Pastagem	44.442.667	10,54	19.127.488	22,88	48.473.055	23,88	29.496.891	26,65	12	0,0001	2.056.326	13,70	**143.596.438**	**16,86**
3.2 Agricultura	4.514.049	1,07	2.721.860	3,26	23.992.691	11,82	18.413.235	16,64	4.846.576	27,30	28.989	0,19	**54.517.399**	**6,40**
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	4.138.974	0,98	8.360.397	10,00	12.936.906	6,37	20.987.362	18,96	1.076.439	6,06	5	0,00003	**47.500.082**	**5,58**
4.1 Praia e Duna	5.343	0,001	70.949	0,08	117.330	0,06	63.269	0,06	85.332	0,48			**342.223**	**0,04**
4.2 Infraestrutura Urbana	287.678	0,07	211.143	0,25	561.205	0,28	1.507.868	1,36	107.180	0,60	2.901	0,02	**2.677.975**	**0,31**
4.3 Afloramento Rochoso			19.049	0,02	270.563	0,13	329.616	0,30	1.243	0,01			**620.470**	**0,07**
4.4 Mineração	14.441	0,003	1.716	0,002	8.475	0,004	6.630	0,01	210	0,001	276	0,002	**31.748**	**0,004**
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	530.239	0,13	244.805	0,29	4	0,000002	343.675	0,31	1	0,000004	551	0,004	**1.119.274**	**0,13**
5.1 Rio, Lago e Oceano	11.327.907	2,69	545.992	0,65	1.514.541	0,75	1.963.359	1,77	1.790.114	10,08	427.302	2,85	**17.569.215**	**2,06**
5.2 Aquicultura			18.667	0,02			2.092	0,002					**20.759**	**0,002**
6.0 Não Observado	16.857	0,004	1.497	0,002	10.615	0,01	6.297	0,01	487	0,003	323	0,002	**36.076**	**0,004**
Total por Bioma	**421.564.016**	**100,00**	**83.600.095**	**100,00**	**202.963.863**	**100,00**	**110.669.521**	**100,00**	**17.755.079**	**100,00**	**15.014.434**	**100,00**	**851.567.008**	**100,00**

Observação: Nas classes que apresentam uma área relativa muito pequena foi mostrado o valor até a primeira casa significativa depois da vírgula.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

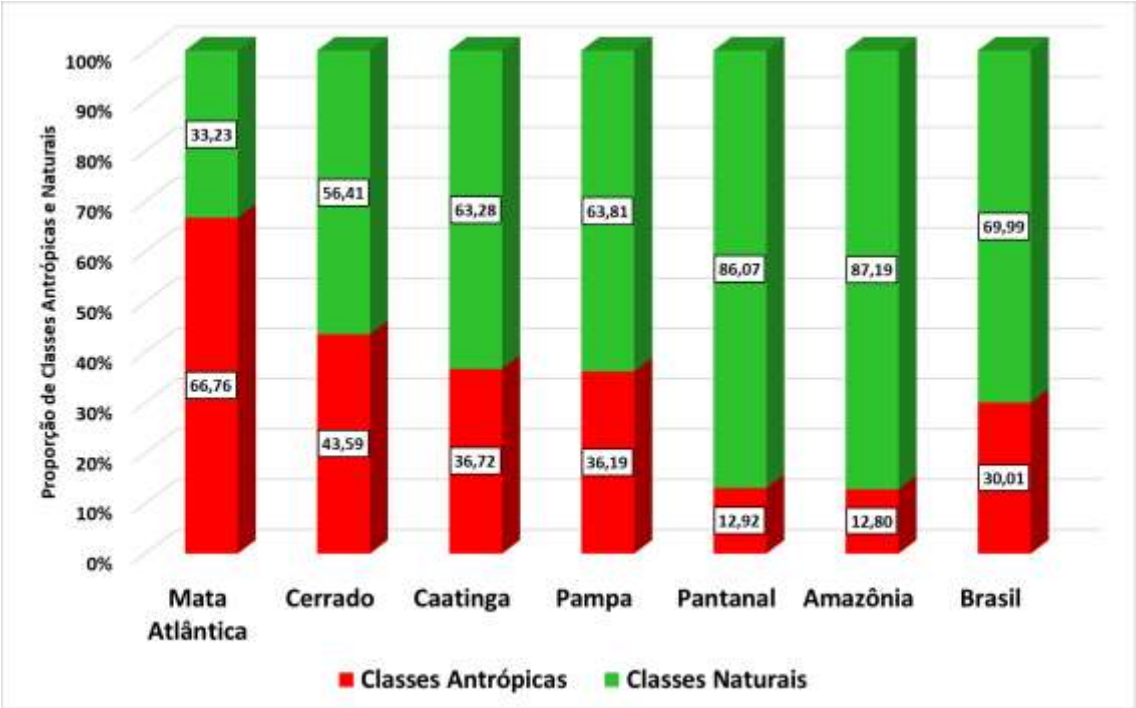


Figura 55.3. Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais em cada Bioma e comparado com o Brasil, considerando os dados de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2017.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

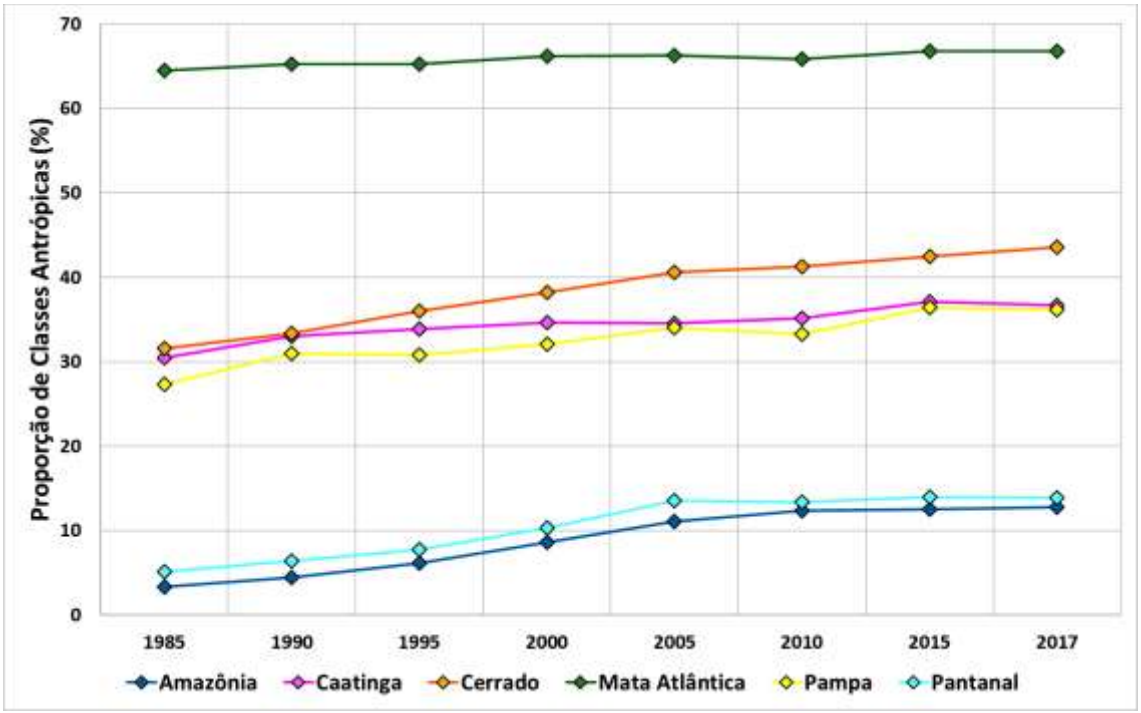


Figura 55.4. Dinâmica em quinquênios da proporção de Classes Antrópicas por Bioma, considerando os dados das últimas três décadas.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

Tabela 55.6. Dinâmica em quinquênios da Cobertura Vegetal e Uso da Terra por Bioma no Brasil durante as últimas três décadas, em ordem decrescente de área absoluta (ha) no ano de 2017, segundo o Nível 2 Classificação da versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Bioma / Classes	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
AMAZONIA	**421.564.016**	**421.564.016**	**421.564.016**	**421.564.016**	**421.564.016**	**421.564.016**	**421.564.016**	**421.564.016**
1.1 Floresta Natural	385.152.291	380.687.909	373.398.899	362.699.099	352.477.619	347.296.318	346.026.961	344.326.725
3.1 Pastagem	8.771.962	13.793.662	21.002.386	30.406.938	39.153.881	44.337.350	44.025.601	44.442.667
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	11.494.578	11.181.944	11.169.291	11.086.315	10.678.338	10.971.905	10.861.239	11.334.528
5.1 Rio, Lago e Oceano	10.209.045	10.540.715	10.514.444	11.046.077	10.984.990	10.962.286	11.458.017	11.327.907
3.2 Agricultura	75.893	150.402	198.323	374.142	1.845.025	2.457.097	4.266.801	4.514.049
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	4.624.456	4.153.658	4.155.722	4.869.444	5.291.655	4.541.127	3.710.427	4.138.974
2.2 Formação Campestre	437.717	444.212	431.787	440.865	484.212	365.812	484.049	556.647
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	559.323	351.517	379.583	348.876	375.309	321.127	350.957	530.239
4.2 Infraestrutura Urbana	198.917	192.726	194.395	206.601	221.152	251.475	288.939	287.678
1.2 Floresta Plantada	2.226	14.133	77.220	40.557	16.392	20.484	36.662	43.145
2.3 Apicum	16.086	28.653	15.756	18.210	7.457	9.018	19.483	24.814
6.0 Não Observado	15.618	15.486	15.619	15.898	16.240	16.284	16.650	16.857
4.4 Mineração	1.333	2.752	3.722	5.017	5.974	8.196	13.001	14.441
4.1 Praia e Duna	4.573	6.249	6.869	5.974	5.771	5.537	5.229	5.343
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal	0	0	0	0	0	0	0	0
CAATINGA	**83.600.095**	**83.600.095**	**83.600.095**	**83.600.095**	**83.600.095**	**83.600.095**	**83.600.095**	**83.600.095**
1.1 Floresta Natural	52.517.829	50.814.125	50.277.556	49.501.447	49.173.089	48.804.299	47.595.263	47.498.758
3.1 Pastagem	11.793.831	14.008.021	15.293.915	17.003.764	17.509.988	17.742.362	19.691.158	19.127.488
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	12.251.482	11.962.553	10.924.723	9.737.726	8.979.379	8.952.304	8.259.351	8.360.397
2.2 Formação Campestre	4.555.483	4.161.673	4.163.449	4.314.997	4.476.942	4.310.136	4.333.769	4.756.503
3.2 Agricultura	859.527	1.072.103	1.476.533	1.756.446	1.795.543	2.137.244	2.561.327	2.721.860
5.1 Rio, Lago e Oceano	963.335	898.064	753.151	703.095	945.277	959.744	546.816	545.992
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	420.966	424.483	436.636	289.292	416.871	379.140	265.443	244.805
4.2 Infraestrutura Urbana	140.944	139.136	149.924	169.205	168.947	184.856	209.245	211.143
4.1 Praia e Duna	62.205	65.700	75.257	76.818	77.534	73.093	74.338	70.949
4.3 Afloramento Rochoso	14.322	18.191	11.203	15.652	20.214	20.302	20.571	19.049
5.2 Aquicultura	5.639	14.367	12.423	15.106	17.582	18.883	18.104	18.667
2.3 Apicum	12.648	14.655	13.009	13.977	13.343	12.090	13.311	13.010
1.2 Floresta Plantada	213	2.381	5.422	489	2.493	1.469	7.782	8.262
4.4 Mineração	328	473	654	612	991	749	2.152	1.716
6.0 Não Observado	1.338	4.166	6.239	1.468	1.899	3.423	1.463	1.497
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	3	4	1	1	4	3	2	2
CERRADO	**202.963.863**	**202.963.863**	**202.963.863**	**202.963.863**	**202.963.863**	**202.963.863**	**202.963.863**	**202.963.863**
1.1 Floresta Natural	113.084.715	108.404.607	103.334.584	99.177.944	94.352.710	93.215.281	91.543.196	90.373.066
3.1 Pastagem	36.975.694	44.509.859	49.303.427	52.408.072	52.752.087	51.488.947	48.396.131	48.473.055
3.2 Agricultura	5.370.168	7.735.426	8.964.807	10.833.852	15.441.282	18.215.053	23.430.994	23.992.691
2.2 Formação Campestre	24.205.451	25.263.995	24.904.424	24.557.507	24.333.639	24.059.080	23.185.065	22.211.185
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	20.919.431	14.196.409	13.414.538	12.834.371	12.737.181	11.971.785	11.522.842	12.936.906
1.2 Floresta Plantada	515.690	910.395	1.088.037	1.024.477	996.120	1.597.333	2.356.104	2.492.922
5.1 Rio, Lago e Oceano	1.180.481	1.210.527	1.207.530	1.337.240	1.526.377	1.533.542	1.563.635	1.514.541
4.2 Infraestrutura Urbana	312.519	329.639	346.796	386.757	416.069	480.403	560.177	561.205
4.3 Afloramento Rochoso	281.725	279.055	276.477	277.343	276.962	272.221	270.546	270.563
4.1 Praia e Duna	101.785	108.937	110.571	109.425	115.969	114.965	117.185	117.330
6.0 Não Observado	9.864	9.748	9.624	9.653	10.012	9.933	10.571	10.615
4.4 Mineração	1.996	1.713	2.040	3.723	3.939	4.058	6.669	8.475
2.3 Apicum	4.330	3.525	991	3.485	1.507	1.254	739	1.301
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	5	4	4	3	3	3	5	4
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	7	19	10	9	4	3	2	2
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal	3	3	3	2	3	1	4	2
MATA ATLANTICA	**110.669.521**	**110.669.521**	**110.669.521**	**110.669.521**	**110.669.521**	**110.669.521**	**110.669.521**	**110.669.521**
1.1 Floresta Natural	34.080.805	33.178.624	33.107.292	32.283.556	32.234.022	32.867.773	32.037.060	32.141.891
3.1 Pastagem	39.018.397	40.505.716	39.916.485	39.614.985	36.353.412	32.614.068	30.431.498	29.496.891
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	21.279.915	19.646.545	19.363.824	20.018.085	21.110.287	20.602.464	21.130.485	20.987.362
3.2 Agricultura	8.930.960	9.451.093	10.119.270	10.593.978	12.628.237	15.636.603	17.509.877	18.413.235
1.2 Floresta Plantada	757.430	1.206.384	1.409.014	1.489.973	1.544.613	2.233.501	2.939.755	3.126.849
5.1 Rio, Lago e Oceano	1.676.019	1.719.871	1.758.864	1.822.728	1.968.122	1.990.119	1.922.620	1.963.359
2.2 Formação Campestre	2.256.599	2.297.360	2.278.806	2.183.977	2.023.270	1.836.443	1.722.330	1.655.380
4.2 Infraestrutura Urbana	994.852	1.045.659	1.065.744	1.171.159	1.239.872	1.345.872	1.506.695	1.507.868
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	893.922	757.420	840.500	680.590	646.163	678.300	627.605	612.451
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	398.023	381.184	348.588	318.461	445.669	409.017	406.995	343.675
4.3 Afloramento Rochoso	298.220	391.968	372.519	402.365	385.069	381.091	343.964	329.616
4.1 Praia e Duna	63.187	63.192	67.209	65.630	65.934	65.748	64.129	63.269
2.3 Apicum	11.964	14.780	11.636	11.579	12.945	15.538	11.866	12.655
4.4 Mineração	2.091	2.480	2.411	4.685	3.856	4.679	6.326	6.630
6.0 Não Observado	6.191	6.032	6.010	6.138	6.179	6.141	6.253	6.297
5.2 Aquicultura	943	1.214	1.349	1.629	1.869	2.158	2.060	2.092
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal	3	1	1	3	2	4	3	3

Continua ...

Bioma / Classes	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
PAMPA	**17.755.079**	**17.755.079**	**17.755.079**	**17.755.079**	**17.755.079**	**17.755.079**	**17.755.079**	**17.755.079**
2.2 Formação Campestre	8.922.403	8.193.625	8.278.080	8.091.023	7.532.029	7.533.464	6.917.279	6.998.236
3.2 Agricultura	3.263.889	3.905.505	3.989.966	3.987.747	4.479.917	4.392.406	4.429.252	4.846.576
1.1 Floresta Natural	1.809.787	1.841.956	1.844.365	1.799.512	2.011.009	2.105.926	2.168.897	2.103.790
5.1 Rio, Lago e Oceano	1.744.768	1.761.388	1.740.381	1.810.273	1.766.809	1.766.212	1.775.241	1.790.114
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	1.460.484	1.423.123	1.273.688	1.481.285	1.351.600	1.189.119	1.558.551	1.076.439
1.2 Floresta Plantada	48.221	96.746	130.946	138.591	116.193	235.132	368.220	395.389
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal	330.123	357.039	323.494	267.697	315.542	348.039	344.608	350.071
4.2 Infraestrutura Urbana	79.213	79.855	82.799	85.254	92.018	97.501	105.833	107.180
4.1 Praia e Duna	94.070	93.248	88.157	90.798	87.725	85.538	85.373	85.332
4.3 Afloramento Rochoso	1.304	1.763	2.482	2.139	1.534	1.022	1.035	1.243
6.0 Não Observado	514	572	546	522	532	531	563	487
4.4 Mineração	286	238	148	215	152	174	213	210
3.1 Pastagem	17	20	26	22	18	16	14	12
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	0	0	0	1	0	0	0	1
PANTANAL	**15.014.434**	**15.014.434**	**15.014.434**	**15.014.434**	**15.014.434**	**15.014.434**	**15.014.434**	**15.014.434**
1.1 Floresta Natural	7.723.095	7.650.148	7.484.826	7.227.868	6.885.219	6.797.493	6.842.340	6.871.755
2.2 Formação Campestre	3.157.654	3.355.134	3.312.506	3.809.422	3.701.841	3.690.559	3.747.576	3.793.686
3.1 Pastagem	768.632	949.795	1.153.196	1.543.883	2.023.404	1.985.134	2.072.564	2.056.326
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal	2.655.524	2.533.738	2.449.659	1.948.073	1.931.789	2.105.728	1.901.448	1.830.876
5.1 Rio, Lago e Oceano	705.055	517.902	604.260	477.425	464.041	417.386	424.161	427.302
3.2 Agricultura	712	1.614	3.603	3.610	3.323	11.618	21.087	28.989
4.2 Infraestrutura Urbana	2.596	2.541	2.812	2.872	2.680	2.938	2.925	2.901
1.2 Floresta Plantada	0	4	0	15	440	993	1.001	1.444
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	826	3.221	3.204	867	1.283	2.130	742	551
6.0 Não Observado	328	301	304	295	294	311	319	323
4.4 Mineração	1	29	61	99	115	139	266	276
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	10	5	3	5	4	5	5	5
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	1	1	1	1	0	0	0	1
Total	**851.567.008**	**851.567.008**	**851.567.008**	**851.567.008**	**851.567.008**	**851.567.008**	**851.567.008**	**851.567.008**

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

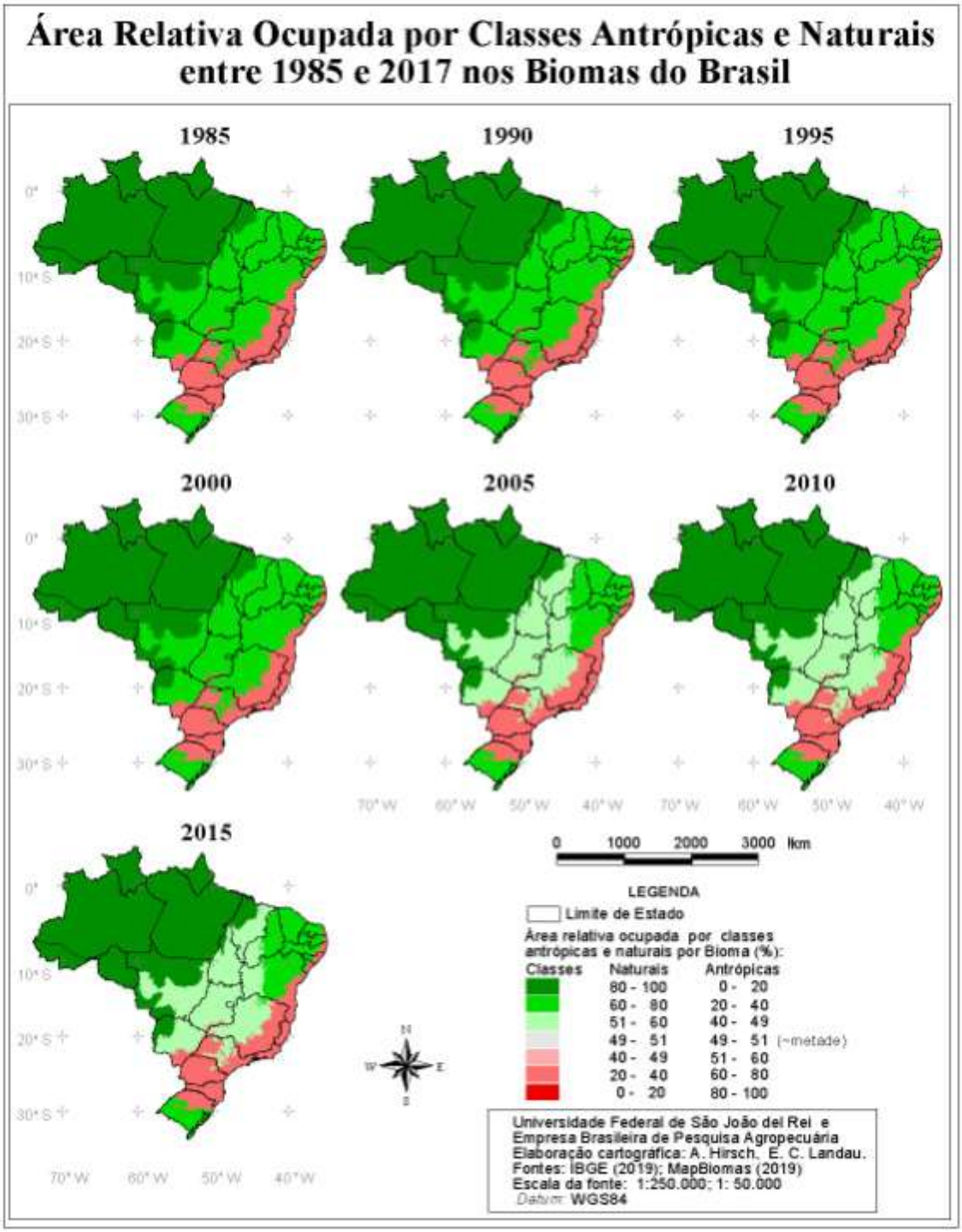


Figura 55.5. Mapa mostrando a distribuição espacial da predominância de Classes Antrópicas e Classes Naturais por Bioma do Brasil nas últimas três décadas (1985 a 2017).

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte: IBGE (2019) e Projeto MapBiomas (2019).

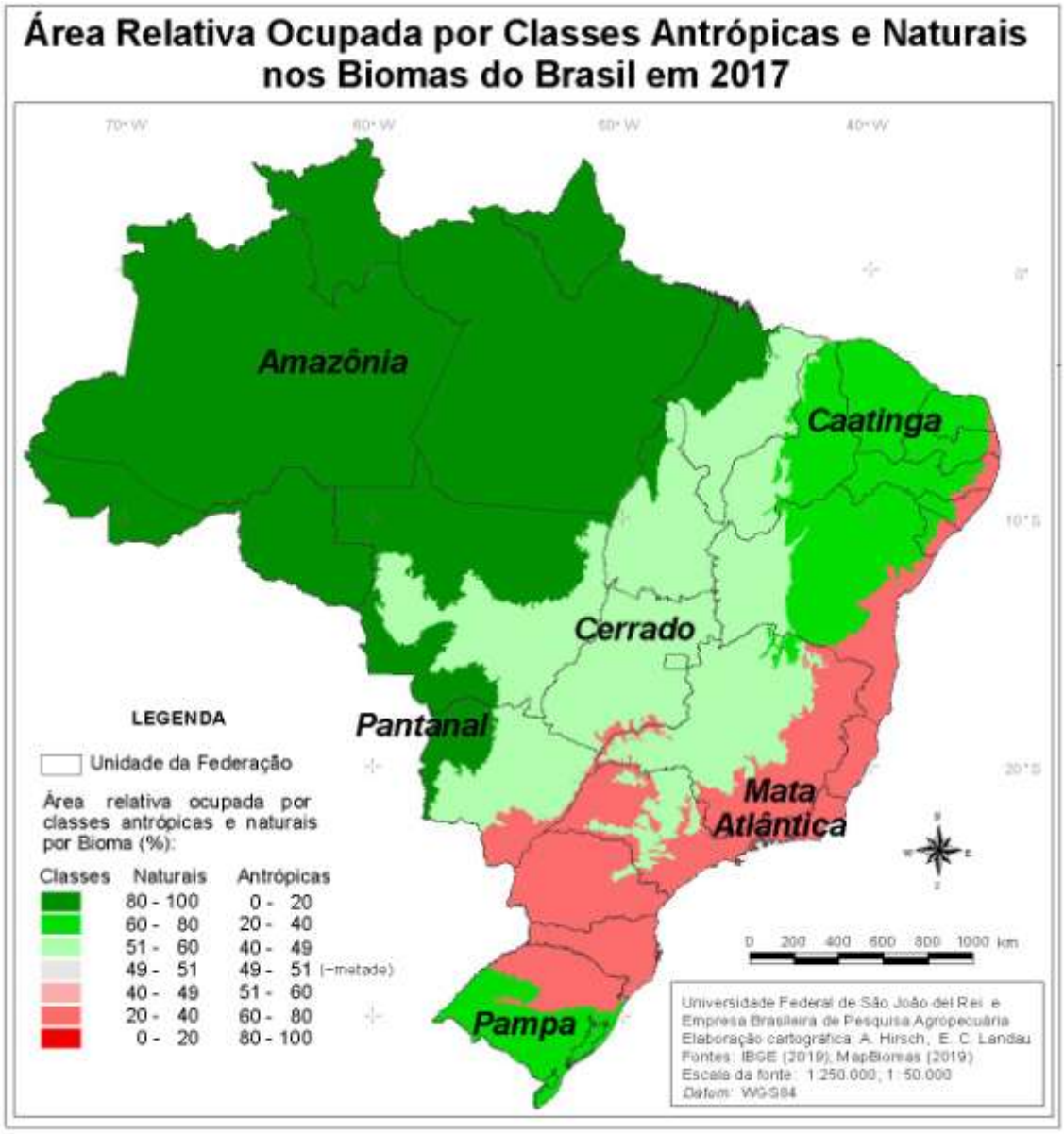


Figura 55.6. Mapa da proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais em cada Bioma, considerando os dados de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2017.

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte: IBGE (2019) e Projeto MapBiomas (2019).

Estados

Estados com Predominância do Bioma Amazônia

Acre (AC)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do AC é coberto em 100% da sua área, isto é, 16.412.266 ha ou 164.122,66 km^2, pelo bioma Amazônia. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do AC, predomina o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 14.513.664 ha (88,43%) e o Grupo 3 – Agropecuária com 1.772.440 ha (10,80%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as duas classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, são Floresta Natural com os mesmos 14.513.664 ha (88,43%) e Pastagem com 1.724.252 ha (10,51%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do AC é ocupado em 10,91% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 89,09% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 1.790.360 ha (17.903,60 km^2) de Classes Antrópicas e 14.621.632 ha (146.216,32 km^2) de Classes Naturais, totalizando 16.412.266 ha (164.122,66 km^2) da área do AC (Figura 55.7).

Amazonas (AM)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do AM também é coberto em 100% da sua área, ou seja, 155.914.579 ha ou 1.559.145,79 km^2, pelo bioma Amazônia. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do AM, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 147.170.113 ha (94,39%), o Grupo 5 – Corpos D´Água com 4.956.296 ha (3,18%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 1.853.701 ha (1,19%) e o Grupo 3 – Agropecuária com 1.812.900 ha (1,16%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, são Floresta Natural com os mesmos 147.170.113 ha (94,39%), a classe Rios, Lagos e Oceano também com os mesmos 4.956.296 ha (3,18%) e Outra Formação Natural Não Florestal com os mesmos 1.853.701 ha (1,19%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do AM é ocupado em 1,24% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 98,76% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 1.931.366 ha (19.313,66 km^2) de Classes Antrópicas e 153.980.109 ha (1.539.801,09 km^2) de Classes Naturais, totalizando 155.914.579 ha (1.559.145,79 km^2) da área do AM (Figura 55.7).

Amapá (AP)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o AP é outro Estado coberto em 100% da sua área, ou seja, 14.282.165 ha ou 142.861,65 km^2, pelo bioma Amazônia. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do AP, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 12.893.569 ha (90,28%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 817.442 ha (5,72%), e o Grupo 5 – Corpos D´Água com 403.014 ha (2,82%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, são Floresta Natural com 12.892.542 ha (90,27%), a classe Outra Formação Natural Não Florestal com 816.517 ha (5,72%), a classe Rios, Lagos e Oceano com os mesmos 403.014 ha (2,82%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do AP é ocupado em 1,18% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 98,82% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 168.797 ha (1.687,97 km^2) de Classes Antrópicas e 14.112.997 ha (141.129,97 km^2) de Classes Naturais, totalizando 14.282.165 ha (142.821,65 km^2) da área do AP (Figura 55.7).

Mato Grosso (MT)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do MT, também é abrangido por três biomas, sendo coberto em 54,17% (48.922.424 ha) pelo bioma Amazônia, em 39,02% (35.245.732 ha) pelo Cerrado e em apenas 6,81% (6.152.316 ha) pelo Pantanal,

totalizando 90.320.471 ha ou 903.204,71 km^2 (100%). Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do MT pelo bioma Amazônia, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 31.528.431 ha (34,91%), o Grupo 3 – Agropecuária com 15.877.256 ha (17,58%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 1.092.535 ha (1,21%). Em termos do bioma Cerrado, também predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 17.223.172 ha (19,07%), o Grupo 3 – Agropecuária com 13.935.298 ha (15,43%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 3.872.730 ha (4,29%). Já em termos do bioma Pantanal, predominam o Grupo 1 – Floresta com 3.336.485 ha (3,69%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 1.455.788 ha (1,61%) Grupo 3 – Agropecuária com 1.124.617 ha (1,25%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, na parte do MT abrangida pelo bioma Amazônia, são Floresta Natural com 31.524.481 ha (34,90%), Pastagem com 10.532.363 ha (11,66%), Agricultura com 3.918.890 ha (4,34%), e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.426.002 ha (1,58%). Em termos do bioma Cerrado, predomina Floresta Natural com 17.177.084 ha (19,02%), Pastagem com 6.405.079 ha (7,09%), Agricultura com 6.196.988 ha (6,86%), Formação Campestre com 3.872.730 ha (4,29%) e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.333.231 ha (1,48%). Já na parte ocupada pelo bioma Pantanal dentro do MT, predomina Floresta Natural com 3.335.042 ha (3,69%), Pastagem com 1.097.394 ha (1,22%), e Formação Campestre com 915.450 ha (1,01%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do MT é ocupado em 34,50% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 65,50% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 31.159.938 ha (311.599,38 km^2) de Classes Antrópicas e 59.159.005 ha (591.590,05 km^2) de Classes Naturais, totalizando 90.320.471 ha (903.204,71 km^2) da área do MT (Figura 55.7).

Pará (PA)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o PA é um Estado coberto em 99.97% (124.756.428 ha) da sua área pelo bioma Amazônia, e uma área ínfima pelo Cerrado, com apenas 0,03% (39.043 ha), totalizando 124.795.470 ha ou 1.247.954,70 km^2. Considerando o Nível 1 de

Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Amazônia dentro do PA, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 99.176.792 ha (79,47%), o Grupo 3 – Agropecuária com 17.892.433 ha (14,34%), o Grupo 5 – Corpos D´Água com 4.491.563 ha (3,60%) e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 2.938.964 ha (2,36%). Em termos do bioma Cerrado, cabe mencionar a ocorrência do Grupo 5 – Corpos D´Água com 18.354 ha (0,01%) e o Grupo 1 – Floresta com 16.666 ha (0,01%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Amazônia dentro do PA, são Floresta Natural com 99.158.437 ha (79,46%), Pastagem com 16.544.207 ha (13,26%), a classe Rios, Lagos e Oceano com 4.491.563 ha (3,60%), e Outra Formação Natural Não Florestal com 2.778.912 ha (2,23%). Já na pequena porção abrangida pelo bioma Cerrado, cabe mencionar a ocorrência da classe Rios, Lagos e Oceano com 18.354 ha (0,01%) e Floresta Natural com 16.666 ha (0,01%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do PA é ocupado em 14,55% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 85,44% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 18.162.933 ha (181.629,33 km^2) de Classes Antrópicas e 106.627.304 ha (1.066.273,04 km^2) de Classes Naturais, totalizando 124.795.470 ha (1247.954,70 km^2) da área do PA (Figura 55.7).

Rondônia (RO)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de RO também é coberto em 99.93% (23.760.903 ha) da sua área pelo bioma Amazônia, e uma área ínfima pelo Cerrado, com apenas 0,07% (15.642 ha), totalizando 23.776.545 ha ou 237.765,45 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Amazônia dentro de RO, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 14.597.632 ha (61,40%), o Grupo 3 – Agropecuária com 8.066.227 ha (33,93%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 721.441 ha (3,03%), e o Grupo 5 – Corpos D´Água com 265.279 ha (1,12%). Em termos do bioma Cerrado, cabe mencionar a ocorrência do Grupo 1 – Floresta com 13.922 ha (0,06%) e do Grupo 3 – Agropecuária com 1.528 ha (0,01%). Agora

considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Amazônia dentro de RO, são Floresta Natural com 14.597.605 ha (61,39%), Pastagem com 7.537.997 ha (31,70%), a classe Outra Formação Natural Não Florestal com 721.357 ha (3,03%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 316.408 ha (1,33%), e a classe Rios, Lagos e Oceano com 265.279 ha (1,12%). Já na pequena porção abrangida pelo bioma Cerrado, cabe mencionar a ocorrência da classe Floresta Natural com 13.922 ha (0,06%) e Pastagem com 829 ha (0,003%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado de RO é ocupado em 34,39% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 65,60% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 8.177.528 ha (81.775,28 km^2) de Classes Antrópicas e 15.598.438 ha (155.984,38 km^2) de Classes Naturais, totalizando 23.776.545 ha (237.765,45 km^2) da área de RO (Figura 55.7).

Roraima (RR)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que Estado de RR é coberto em 100% da sua área, ou seja, 22.429.977 ha ou 224.299,77 km^2, pelo bioma Amazônia. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área dentro de RR, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 17.063.193 ha (76,07%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 4.366.593 ha (19,47%), Grupo 3 – Agropecuária com 639.896 ha (2,85%), e o Grupo 5 – Corpos D´Água com 281.319 ha (1,25%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada em RR, são Floresta Natural com 17.061.743 ha (76,07%), a classe Outra Formação Natural Não Florestal com 4.366.593 ha (19,47%), Pastagem com 485.048 ha (2,16%), e a classe Rios, Lagos e Oceano com 281.319 ha (1,25%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado de RR é ocupado em 3,19% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 96,79% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre,

Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 714.691 ha (7.146,91 km^2) de Classes Antrópicas e 21.709.654 ha (217.096,54 km^2) de Classes Naturais, totalizando 22.429.977 ha (224.299,77 km^2) da área de RR (Figura 55.7).

Estados com Predominância do Bioma Caatinga

Bahia (BA)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado da BA é abrangido por três biomas, sendo coberto em 54,26% (30.639.122 ha) pelo bioma Caatinga, em 26,73% (15.096.665 ha) pelo Cerrado e em 19,01% (10.735.990 ha) pela Mata Atlântica, totalizando 56.471.778 ha ou 564.717.78 km^2 (100%). Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do BA pelo bioma Caatinga, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 13.791.432 ha (24,42%), o Grupo 3 – Agropecuária com 13.624.856 ha (24,13%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 2.826.887 ha (5,01%). Em termos do bioma Cerrado, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 8.033.975 ha (14,23%), o Grupo 3 – Agropecuária com 4.942.059 ha (8,75%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 1.997.908 ha (3,54%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predominam o Grupo 1 – Floresta com 5.349.725 ha (9,47%) e o Grupo 3 – Agropecuária com 4.989.120 ha (8,83%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, na parte da BA abrangida pelo bioma Caatinga, são Floresta Natural com 13.788.191 ha (24,42%), Pastagem com 10.000.168 ha (17,51%), Formação Campestre com 2.826.887 ha (5,01%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 2.339.780 ha (4,14%), e Agricultura com 1.284.908 ha (2,28%). Em termos do bioma Cerrado, predomina Floresta Natural com 8.028.900 ha (14,22%), Agricultura com 2.416.388 ha (4,28%), Formação Campestre com 1.997.908 ha (3,54%), Pastagem com 1.749.714 ha (3,10%), e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 775.956 ha (1,37%). Já na parte ocupada pelo bioma Mata Atlântica dentro da BA, predomina Floresta Natural com 5.125.821 ha (9,08%), Pastagem com 3.987.198 ha (7,06%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 794.402 ha (1,41%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado da BA é ocupado em 42,58% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 57,42% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre,

Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 24.044.923 ha (240.449,23 km^2) de Classes Antrópicas e 32.425.578 ha (324.255,78 km^2) de Classes Naturais, totalizando 56.471.778 ha (564.717,78 km^2) da área da BA (Figura 55.7).

Ceará (CE)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que Estado do CE é coberto em 100% da sua área, ou seja, 14.888.774 ha ou 148.887,74 km^2, pelo bioma Caatinga. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área dentro de RR, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 10.911.700 ha (73,29%), o Grupo 3 – Agropecuária com 3.521.861 ha (23,65%), Grupo 4 – Área Não Vegetada com 181.659 ha (1,22%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 164.462 ha (1,10%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada em RR, são Floresta Natural com 10.911.700 ha (73,29%), Pastagem com 1.508.420 ha (10,13%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 136.2042 ha (9,15%), Agricultura com 651.399 ha (4,38%), e Formação Campestre com 157.618 ha (1,06%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado da CE é ocupado em 24,52% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 75,48% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 3.650.553 ha (36.505,53 km^2) de Classes Antrópicas e 11.237.873 ha (112.378,73 km^2) de Classes Naturais, totalizando 14.888.774 ha (148.887,74 km^2) da área da CE (Figura 55.7).

Paraíba (PB)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado da PB é coberto em 91,86% (5.187.110 ha) pelo bioma Caatinga e em apenas 8,14% (459.724 ha) pelo bioma Mata Atlântica, totalizando 5.646.834 ha ou 56.468,34 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Caatinga dentro da PB, predominam o Grupo 1 – Floresta

com 2.850.071 ha (50,47%), o Grupo 3 – Agropecuária com 1.913.246 ha (33,88%) e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 377.120 ha (6,68%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 301.593 ha (5,34%) e o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 137.956 ha (2,44%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Caatinga dentro da PB, predominam as classes Floresta Natural com 2.850.071 ha (50,47%), Pastagem com 1.080.512 ha (19,13%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 806.152 ha (14,28%), Formação Campestre com 377.120 ha (6,68%). Já na área abrangida pelo bioma Mata Atlântica, predominam Pastagem com 166.152 ha (2.94%), Floresta Natural com 137.891 ha (2,44%) e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 131.992 ha (2,34%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado da PB é ocupado em 40,10% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 59,90% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 2.264.324 ha (22.643,24 km^2) de Classes Antrópicas e 3.382.371 ha (33.823,71 km^2) de Classes Naturais, totalizando 5.646.834 ha (56.468,34 km^2) da área da PB (Figura 55.7).

Pernambuco (PE)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de PE é coberto em 84,44% (8.279.724 ha) pelo bioma Caatinga e em apenas 15,56% (1.526.171 ha) pelo bioma Mata Atlântica, totalizando 9.805.895 ha ou 98.058,94 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Caatinga dentro da PB, predominam o Grupo 1 – Floresta com 4.230.734 ha (43,14%), o Grupo 3 – Agropecuária com 3.662.860 ha (37,35%) e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 266.474 ha (2,72%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 930.018 ha (9,48%) e o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 517.277 ha (5,28%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Caatinga dentro de PE, predominam as classes Floresta Natural com 4.230.734 ha (43,14%), Pastagem com 2.221.123 ha (22,65%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.253.102 ha (12,78%), Formação Campestre com 266.474 ha (2,72%) e Agricultura com

188.635 ha (1,92%). Já na área abrangida pelo bioma Mata Atlântica, predominam Floresta Natural com 517.248 ha (5,27%), Pastagem com 515.854 ha (5,26%), e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 414.139 ha (4,22%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do PE é ocupado em 48,02% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 51,98% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 4.708.802 ha (47.088,02 km^2) de Classes Antrópicas e 5.096.855 ha (50.968,55 km^2) de Classes Naturais, totalizando 9.805.895 ha (98.058,95 km^2) da área do PE (Figura 55.7).

Piauí (PI)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do PI é coberto em 61,70% (15.525.041 ha) pelo bioma Caatinga e em 38,30% (9.636.163 ha) pelo bioma Cerrado, totalizando 25.161.204 ha ou 251.612,04 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Caatinga dentro do PI, predominam o Grupo 1 – Floresta com 11.764.142 ha (46,76%), o Grupo 3 – Agropecuária com 2.805.152 ha (11,15%) e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 863.588 ha (3,43%). Já no bioma Cerrado, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 6.851.908 ha (27,23%), Formação Natural Não Florestal com 1.599.453 ha (6,36%) e Grupo 3 – Agropecuária com 1120.588 ha (4,45%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Caatinga dentro do PI, predominam as classes Floresta Natural com 11.759.577 ha (46,74%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.584.856 ha (6,30%), Pastagem com 1.087.666 ha (4,32%) e Formação Campestre com 861.884 ha (3,43%). Já na área abrangida pelo bioma Cerrado, predominam Floresta Natural com 6.851.158 ha (27,23%), Formação Campestre com 1.599.389 ha (6,36%), e Agricultura com 414.139 ha (3,36%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do PI é ocupado em 15,92% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 84,08% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam

4.004.773 ha (40.047,73 km^2) de Classes Antrópicas e 21.156.123 ha (211.561,23 km^2) de Classes Naturais, totalizando 25.161.204 ha (251.612,04 km^2) da área do PI (Figura 55.7).

Rio Grande do Norte (RN)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do RN é coberto em 95,74% (5.055.917 ha) pelo bioma Caatinga e em apenas 4,26% (225.190 ha) pelo bioma Mata Atlântica, totalizando 5.281.107 ha ou 52.811,07 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Caatinga dentro do RN, predominam o Grupo 1 – Floresta com 2.662.962 ha (50,42%), o Grupo 3 – Agropecuária com 2.031.109 ha (38,46%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 233.794 ha (4,43%), o Grupo 5 - Corpos D'Água com 69.060 ha (1,31%) e Grupo 4 – Área Não Vegetada com 58.881 ha (1,11%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 128.784 ha (2,44%) e o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 56.708 ha (1,07%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Caatinga dentro do RN, predominam as classes Floresta Natural com 2.662.962 ha (50,42%), Pastagem com 855.961 ha (16,21%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 780.008 ha (14,77%), Agricultura com 395.139 ha (7,48%), Formação Campestre com 229.331 ha (4,34%) e Rios, Lagos e Oceano com 52.825 ha (1,00%). Já na área abrangida pelo bioma Mata Atlântica, predominam Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 68.673 ha (1,30%) e Floresta Natural com 56.707 ha (1,07%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do RN é ocupado em 42,15% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 57,84% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 2.226.247 ha (22.262,47 km^2) de Classes Antrópicas e 3.054.695 ha (30.546,95 km^2) de Classes Naturais, totalizando 5.281.107 ha (52.811,07 km^2) da área do RN (Figura 55.7).

Sergipe (SE)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de SE é coberto em 52,77% (1156709.45533951 ha) pelo bioma Caatinga e em 47,23% (1035138.46762531 ha) pelo bioma Mata Atlântica, totalizando 2.191.848 ha ou 21.918,48 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Caatinga dentro do SE, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 912.399 ha (41,63%) e o Grupo 1 – Floresta com 231.954 ha (10,58%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 701.307 ha (32,00%), o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 270.518 ha (12,34%), e o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 29.807 ha (1,36%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Caatinga dentro do SE, predominam as classes Pastagem com 849.561 ha (38,76%), Floresta Natural com 231.954 ha (10,58%) e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 780.008 ha (2,49%). Na área abrangida pelo bioma Mata Atlântica, também predominam as classes Pastagem com 520.332 ha (23,74%), Floresta Natural com 270.386 ha (12,34%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 132.198 ha (6,03%), e Agricultura com 48.777 ha (2,23%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do SE é ocupado em 75,07% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 24,93% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 1.645.363 ha (16.453,63 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 546.393 ha (5.463,93 km^2) de Classes Naturais, totalizando 2.191.848 ha (21.918,48 km^2) da área do SE (Figura 55.7).

Unidades da Federação com Predominância do Bioma Cerrado

Distrito Federal (DF)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do DF é coberto em 100% da sua área, ou seja, 578.027 ha ou 5.780,27 km^2, pelo bioma Cerrado. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área dentro do DF, predominam o Grupo 3 – Agropecuária que

ocupa 225.771 ha (39,06%), o Grupo 1 – Floresta, com 185.722 ha (32,13%), Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 122.136 ha (21,13%), o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 38.251 ha (6,62%), e o Grupo 5 – Corpos D'Água com 6.117 ha (1,06%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada no DF, são Floresta Natural com 183.782 ha (31,79%), Formação Campestre com 122.136 ha (21,13%), Agricultura com 103.425 ha (17,89%), Pastagem com 86.138 ha (14,90%), Infraestrutura Urbana com 38.127 ha (6,60%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 36.208 ha (6,26%), e Rios, Lagos e Oceano com 6.117 ha (1,06%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Distrito Federal (DF) é ocupado em 46,01% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 53,98% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 265.963 ha (2.659,63 km^2) de Classes Antrópicas e 312.034 ha (3.120,34 km^2) de Classes Naturais, totalizando 578.028 ha (5.780,28 km^2) da área do DF (Figura 55.7).

Goiás (GO)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de GO é coberto em 97,51% (33.163.828 ha) pelo bioma Cerrado e apenas em 2,49% (846.783 ha) pelo bioma Mata Atlântica, totalizando 34.010.610 ha ou 340.106,10 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Cerrado dentro de GO, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 19.444.685 ha (57,17%), o Grupo 1 – Floresta com 11.017.308 ha (32,39%) e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 2.268.431 ha (6,67%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predomina o Grupo 3 – Agropecuária com 706.637 ha (2,08%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Cerrado dentro de GO, predominam as classes Pastagem com 12.703.951 ha (37,35%), Floresta Natural com 10.913.931 ha (32,09%), Agricultura com 4.841.932 ha (14,24%), Formação Campestre com 2.268.431 ha (6,67%), e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.898.802 ha (5,58%). Já na área abrangida pelo bioma Mata Atlântica aparece Pastagem com 304.346 ha (0,89%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado de GO é ocupado em 59,95% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 40,05% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 20.389.634 ha (203.896,34 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 13.619.954 ha (136.199,54 km^2) de Classes Naturais, totalizando 34.010.611 ha (340.106,11 km^2) da área de GO (Figura 55.7).

Maranhão (MA)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do MA, diferentemente dos outros da Região Norte, é coberto por três biomas, sendo em 61,20% (20.315.832 ha) pelo Cerrado, em 37,77% (12.535.882 ha) pelo bioma Amazônia, e em apenas 1,03% (341.986 ha) pela Caatinga, totalizando 33.193.699 ha ou 331.936,99 km^2 (100%). Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do MA pelo bioma Cerrado, predominam o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 13.965.807 ha (42,07%), o Grupo 3 – Agropecuária com 3.312.594 ha (9,98%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 2.712.866 ha (8,17%). Na área abrangida pelo bioma Amazônia, também predominam o Grupo 1 – Floresta com 6.711.817 ha (20,22%), o Grupo 3 – Agropecuária com 5.127.832 ha (15,45%), além do Grupo 5 – Corpos D'Água com 518.240 ha (1,56%). Já em termos do bioma Caatinga, cabe mencionar o Grupo 1 – Floresta com 274.828 ha (0,83%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, na parte do MA coberta pelo bioma Cerrado, são Floresta Natural com 13.954.585 ha (42,04%), Formação Campestre com 2.711.629 ha (8,17%), Pastagem com 1.937.647 ha (5,84%), Agricultura com 760.171 ha (2,29%) e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 614.776 ha (1,85%). Em termos do bioma Amazônia, predominam Floresta Natural com 6.693.529 ha (20,17%), Pastagem com 4.714.378 ha (14,20%), a classe Rios, Lagos e Oceano com 518.240 ha (1,56%), e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 367.995 ha (1,11%). Já na parte ocupada pelo bioma Caatinga dentro do MA, cabe mencionar a classe Floresta Natural com 274.677 ha (0,83%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do MA é ocupado em 25,97% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma

complementar, em 74,02% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 8.619.187 ha (86.191,87 km^2) de Classes Antrópicas e 24.569.510 ha (245.695,10 km^2) de Classes Naturais, totalizando 33.193.699 ha (331.936,99 km^2) da área do MA (Figura 55.7).

Minas Gerais (MG)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de MG é abrangido por três biomas, sendo coberto em 57,21% (33.554.556 ha) pelo bioma Cerrado, em 40,67% (23.851.045 ha) pela Mata Atlântica e em 2,13% (1.246.461 ha) pela Caatinga, totalizando 58.652.062 ha ou 586.520,62 km^2 (100%). Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do MG pelo bioma Cerrado, predominam o Grupo 3 – Agropecuária, que ocupa 16.225.029 ha (27,66%), o Grupo 1 – Floresta com 13.145.606 ha (22,41%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 3.572.728 ha (6,09%). Em termos do bioma Mata Atlântica, também predominam o Grupo 3 – Agropecuária, que ocupa 16.526.505 ha (28,18%) e o Grupo 1 – Floresta com 6.528.489 ha (11,13%). Da mesma forma, em termos do bioma Caatinga também predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 631.470 ha (1,08%) e o Grupo 1 – Floresta com 605.097 ha (1,03%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, na parte da BA abrangida pelo bioma Caatinga, são Floresta Natural com 13.788.191 ha (24,42%), Pastagem com 10.000.168 ha (17,51%), Formação Campestre com 2.826.887 ha (5,01%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 2.339.780 ha (4,14%), e Agricultura com 1.284.908 ha (2,28%). Em termos do bioma Cerrado, predomina Floresta Natural com 8.028.900 ha (14,22%), Agricultura com 2.416.388 ha (4,28%), Formação Campestre com 1.997.908 ha (3,54%), Pastagem com 1.749.714 ha (3,10%), e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 775.956 ha (1,37%). Já na parte ocupada pelo bioma Mata Atlântica dentro da BA, predomina Floresta Natural com 5.125.821 ha (9,08%), Pastagem com 3.987.198 ha (7,06%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 794.402 ha (1,41%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado de MG é ocupado em 60,26% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 39,73% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação

Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 35.346.610 ha (353.466,10 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 23.303.761 ha (233.037,61 km^2) de Classes Naturais, totalizando 58.652.062 ha (586.520,62 km^2) da área de MG (Figura 55.7).

Mato Grosso do Sul (MS)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do MS é abrangido por três biomas, sendo coberto em 61,50% (21.963.621 ha) pelo bioma Cerrado, em 24,81% (8.862.118 ha) pelo Pantanal e em 13,69% (4.888.855 ha) pela Mata Atlântica, totalizando 35.714.593 ha ou 357.145,93 km^2 (100%). Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área abrangida dentro do MS pelo bioma Cerrado, predominam o Grupo 3 – Agropecuária, que ocupa 14.553.221 ha (40,75%), o Grupo 1 – Floresta com 6.845.389 ha (19,17%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 464.788 ha (1,30%). Em termos do bioma Pantanal, predominam o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal, que ocupa 4.168.775 ha (11,67%), o Grupo 1 – Floresta com 3.536.713 ha (9,90%), e o Grupo 3 – Agropecuária com 960.702 ha (2,69%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 3.900.533 ha (10,92%) e o Grupo 1 – Floresta com 443.224 ha (1,24%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área, na parte do MS abrangida pelo bioma Cerrado, são Pastagem com 10.984.372 ha (30,76%), Floresta Natural com 6.222.549 ha (17,42%), Agricultura com 1.944.834 ha (5,45%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.624.015 ha (4,55%), Floresta Plantada com 622.840 ha (1,74%) e Formação Campestre com 464.784 ha (1,30%). Em termos do bioma Pantanal, predomina Floresta Natural com 3.536.713 ha (9,90%), Formação Campestre com 2.878.237 ha (8,06%), Área Úmida Natural Não Florestal com 1.290.538 ha (3,61%), e Pastagem com 958.932 ha (2,68%). Já na parte ocupada pelo bioma Mata Atlântica dentro do MS, predomina Pastagem com 1.822.694 ha (5,10%), Agricultura com 1.126.612 ha (3,15%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 951.227 ha (2,66%), e Floresta Natural com 432.117 ha (1,21%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do MS é ocupado em 56,33% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 43,66% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação

Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 20.119.419 ha (201.194,19 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 15.594.513 ha (155.945,13 km^2) de Classes Naturais, totalizando 35.714.593 ha (357.145,93 km^2) da área do MS (Figura 55.7).

Tocantins (TO)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de TO é coberto em 90,82% (25.222.680 ha) pelo bioma Cerrado e apenas 9,18% (2.549.393 ha) pelo bioma Amazônia, totalizando 27.772.074 ha ou 277.720.74 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Cerrado dentro do TO, predominam o Grupo 1 – Floresta com 13.961.857 ha (50,27%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 5.488.608 ha (19,76%), o Grupo 3 – Agropecuária com 5.457.776 ha (19,65%), e o Grupo 5 – Corpos D'Água com 283.048 ha (1,02%). Já em termos do bioma Amazônia, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 1.776.046 ha (6,40%) e o Grupo 1 – Floresta, que ocupa 714.659 ha (2,57%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Cerrado dentro de TO, predominam as classes Floresta Natural com 13.960.514 ha (50,27%), Formação Campestre com 5.488.608 ha (19,76%), Pastagem com 4.165.341 ha (15,00%), Agricultura com 743.732 ha (2,68%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 548.702 ha (1,98%), e Rios, Lagos e Oceano com 283.048 ha (1,02%). Já na área abrangida pelo bioma Amazônia, predominam Pastagem com 1.564.631 ha (5.63%) e Floresta Natural com 714.613 ha (2,57%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do TO é ocupado em 26,20% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 73,80% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 7.275.731 ha (72.757,31 km^2) de Classes Antrópicas e 20.495.804 ha (204.958,04 km^2) de Classes Naturais, totalizando 27.772.074 ha (277.720,74 km^2) da área do TO (Figura 55.7).

Estados com Predominância do Bioma Mata Atlântica

Alagoas (AL)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de AL é coberto em 54,06% (1.505.550 ha) da sua área pelo bioma Mata Atlântica, e em 45,94% (1.279.250 ha) pelo bioma Caatinga, totalizando 2.784.800 ha ou 27.848,00 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Mata Atlântica dentro de AL, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 1.124.073 ha (40,36%), o Grupo 1 – Floresta com 291.196 ha (10,46%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 39.974 ha (1,44%), e o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 29.741 ha (1,07%). Já em termos do bioma Caatinga, também predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 1.078.461 ha (38,73%) e o Grupo 1 – Floresta com 184.099 ha (6,61%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Mata Atlântica dentro de AL, são Pastagem com 528.964 ha (18,99%), Agricultura com 394.503 ha (14,17%), Floresta Natural com 291.196 ha (10,46%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 200.605 ha (7,20%), e Outra Formação Natural Não Florestal com 39.894 ha (1,43%). Já na área abrangida pelo bioma Caatinga, também predominam Pastagem com 978.020 ha (35,12%), Floresta Natural com 184.099 ha (6,61%), e Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 95.054 ha (3,41%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado de AL é ocupado em 80,28% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 19,72% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 2.235.643 ha (22.356,43 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 549.052 ha (5.490,52 km^2) de Classes Naturais, totalizando 2.784.800 ha (27.848,00 km^2) da área de AL (Figura 55.7).

Espírito Santo (ES)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do ES é coberto em 100% da sua área, ou seja, 4.607.632 ha ou 46.076,32 km^2, pelo bioma Mata Atlântica. Considerando o Nível 1

de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área dentro do ES, predominam o Grupo 3 – Agropecuária que ocupa 3.119.457 ha (67,70%), o Grupo 1 – Floresta, com 1.205.439 ha (26,16%), o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 187.340 ha (4,07%), e Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 65.261 ha (1,42%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada no ES, são Pastagem com 1.837.986 ha (39,89%), Floresta Natural com 1.094.607 ha (23,76%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 861.707 ha (18,70%), Agricultura com 419.764 ha (9,11%), Afloramento Rochoso com 120.893 ha (2,62%), Floresta Plantada com 110.832 ha (2,41%), e Outra Formação Natural Não Florestal com 56.530 ha (1,23%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do ES é ocupado em 71,47% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 28,53% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 3.292.879 ha (32.928,79 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 1.314.360 ha (13.143,60 km^2) de Classes Naturais, totalizando 4.607.632 ha (46.076,32 km^2) da área do ES (Figura 55.7).

Paraná (PR)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do PR é coberto em 98,13% (19.558.740 ha) da sua área pelo bioma Mata Atlântica, e em apenas 1,87% (372.040 ha) pelo bioma Cerrado, totalizando 19.930.780 ha ou 199.307,80 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Mata Atlântica dentro do PR, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 12.708.130 ha (63,76%), o Grupo 1 – Floresta com 6.102.454 ha (30,62%), o Grupo 5 – Corpos D'Água com 345.944 ha (1,74%), e o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 253.061 ha (1,27%). Já em termos do bioma Cerrado aparece o Grupo 3 – Agropecuária com 196.794 ha (0,99%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Mata Atlântica dentro do PR, são Agricultura com 6.473.683 ha (32,48%), Floresta Natural com 5.242.839 ha (26,31%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com

3.677.371 ha (18,45%), Pastagem com 2.557.075 ha (12,83%), Floresta Plantada com 859.615 ha (4,31%), Rios Lagos e Oceano com 345.944 ha (1,74%) e Infraestrutura Urbana com 212.056 ha (1,06%). Já na área abrangida pelo bioma Cerrado aparece Agricultura com 132.951 ha (0,67%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do PR é ocupado em 70,60% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 29,40% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 14.071.509 ha (140.715,09 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 5.858.846 ha (58.588,46 km^2) de Classes Naturais, totalizando 19.930.780 ha (199.307,80 km^2) da área do PR (Figura 55.7).

Rio de Janeiro (RJ)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do RJ também é coberto em 100% da sua área, ou seja, 4.378.153 ha ou 43.781,53 km^2, pelo bioma Mata Atlântica. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área dentro do RJ, predominam o Grupo 3 – Agropecuária que ocupa 2.705.173 ha (61,79%), o Grupo 1 – Floresta, com 1.297.392 ha (29,63%), o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 249.425 ha (5,70%), Grupo 5 – Corpos D'Água com 77.744 ha (1,78%), e Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 47.413 ha (1,08%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada no RJ, são Pastagem com 1.893.995 ha (43,26%), Floresta Natural com 1.293.554 ha (29,55%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 667.401 ha (15,24%), Infraestrutura Urbana com 191.262 (4,37%), Agricultura com 143.777 ha (3,28%), e Rios, Lagos e Oceano com 77.744 ha (1,78%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do RJ é ocupado em 66,37% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 33,40% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 2.914.729 ha (29.147,29 km^2) de Classes Antrópicas e apenas

1.462.418 ha (14.624,18 km^2) de Classes Naturais, totalizando 4.378.153 ha (43.781,53 km^2) da área do RJ (Figura 55.7).

Santa Catarina (SC)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de SC é outro coberto em 100% da sua área, ou seja, 9.573.801 ha ou 95.738,01 km^2, pelo bioma Mata Atlântica. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área dentro de SC, predominam o Grupo 1 – Floresta que ocupa 5.277.034 ha (55,12%), o Grupo 3 – Agropecuária, com 3.283.769 ha (34,30%), o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 665.077 ha (6,95%), o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 199.066 ha (2,08%), e Grupo 5 – Corpos D'Água com 146.813 ha (1,53%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada em SC, são Floresta Natural com 4.340.393 ha (45,34%), Agricultura com 1.371.298 ha (14,32%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.187.043 ha (12,40%), Floresta Plantada com 936.640 ha (9,78%), Pastagem com 725.428 ha (7,58%), Formação Campestre com 664.601 ha (6,94%), Infraestrutura Urbana com 157.200 ha (1,64%) e Rios, Lagos e Oceano com 146.813 ha (1,53%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado de SC é ocupado em 46,10% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 53,88% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 4.413.431 ha (44.134,31 km^2) de Classes Antrópicas e 5.158.328 ha (51.583,28 km^2) de Classes Naturais, totalizando 9.573.801 ha (95.738,01 km^2) da área do SC (Figura 55.7).

São Paulo (SP)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado de SP é coberto em 68,73% (17.058.044 ha) da sua área pelo bioma Mata Atlântica, e em 31,27% (7.760.034 ha) pelo bioma Cerrado, totalizando 24.818.077 ha ou 248.180,77 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Mata Atlântica dentro de SP, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 11.601.871 ha (46,75%), o Grupo 1 – Floresta com

4.436.490 ha (17,88%), o Grupo 4 – Área Não Vegetada com 526.088 ha (2,12%) e o Grupo 5 – Corpos D'Água com 449.298 ha (1,81%). Já em termos do bioma Cerrado também predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 5.985.359 ha (24,12%) e o Grupo 1 – Floresta com 1.463.617 ha (5,90%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Mata Atlântica dentro do PR, são Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 4.285.401 ha (17,27%), Floresta Natural com 4.027.443 ha (16,23%), Pastagem com 3.823.978 ha (15,41%), Agricultura com 3.492.491 ha (14,07%), Infraestrutura Urbana com 485.560 ha (1,96%), Rios Lagos e Oceano com 449.298 ha (1,81%) e Floresta Plantada com 409.047 ha (1,65%). Já na área abrangida pelo bioma Cerrado predominam Agricultura com 3.208.581 ha (12,93%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 2.003.869 ha (8,07%), Floresta Natural com 1.044.165 ha (4,21%), Pastagem com 772.908 ha (3,11%), e Floresta Plantada com 419.452 ha (1,69%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado de SP é ocupado em 76,78% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em somente 23,21% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 19.054.418 ha (190.544,18 km^2) de Classes Antrópicas e apenas 5.761.082 ha (57.610,82 km^2) de Classes Naturais, totalizando 24.818.077 ha (248.180,77 km^2) da área do SP (Figura 55.7).

Estado com Predominância do Bioma Pampa

Rio Grande do Sul (RS)

Os dados atuais sobre cobertura vegetal e uso da terra calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que o Estado do RS é coberto em 63,02% (17.755.079 ha) da sua área pelo bioma Pampa, e em 36,98% (10.418.706 ha) pelo bioma Mata Atlântica, totalizando 28.173.784 ha ou 281.737,84 km^2. Considerando o Nível 1 de Classificação e os seis grandes agrupamentos de cobertura vegetal e uso da terra, em ordem decrescente de área coberta com o bioma Pampa dentro do RS, predominam o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 7.348.306 ha (26,08%), o Grupo 3 – Agropecuária com 5.923.026 ha (21,02%), o Grupo 1 – Floresta com 2.499.179 ha (8,87%), e o Grupo 5 – Corpos D'Água com 1.790.114 ha (6,35%). Já em termos do bioma Mata Atlântica, predominam o Grupo 3 – Agropecuária com 6.170.517 ha (21,90%), o Grupo 1 – Floresta

com 3.288.025 ha (11,67%), e o Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal com 3.288.025 ha (2,63%). Agora considerando o Nível 2 de Classificação observa-se que, no ano de 2017, as classes de cobertura vegetal e uso da terra predominantes, em ordem decrescente de área ocupada pelo bioma Pampa dentro de RS, são Formação Campestre com 6.998.236 ha (24,84%), Agricultura com 4.846.576 ha (17,20%), Floresta Natural com 2.103.790 ha (7,47%), a classe Rios, Lagos e Oceano com 1.790.114 ha (6,35%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.076.439 ha (3,82%), Floresta Plantada com 395.389 ha (1,40%), e Área Úmida Natural Não Florestal com 350.070 ha (1,24%). Já na área abrangida pelo bioma Mata Atlântica, predominam Agricultura com 4.210.599 ha (14.95%), Floresta Natural com 3.111.999 ha (11,05%), Mosaico de Agricultura ou Pastagem com 1.455.435 ha (5,17%), Formação Campestre com 741.166 ha (2,63%), e Pastagem com 504.482 ha (1,79%) (Tabelas 55.7a e 55.7b, e Tabelas 55.8a e 55.8b).

Em termos de proporção de classes antrópicas e classes naturais os dados mostram que o Estado do RS é ocupado em 45,72% da área relativa por Classes Antrópicas (Pastagem, Agricultura, Infraestrutura Urbana, etc.) e, de forma complementar, em 54,27% por Classes Naturais (Floresta Natural, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, etc.). Em termos de área absoluta, estas duas proporções somam 12.881.932 ha (128.819,32 km^2) de Classes Antrópicas e 15.290.553 ha (152.905,53 km^2) de Classes Naturais, totalizando 28.173.784 ha (281,737,84 km^2) da área do RS (Figura 55.7).

Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra nos Últimos 30 Anos nos Estados

Numa análise conjunta da dinâmica da proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais nos Estados durante as últimas três décadas surgem sete padrões diferentes. O primeiro padrão é formado por um agrupamento de seis Estados (AL, SP, SE, ES, PR e RJ), todos eles cobertos, totalmente ou na maior parte, pelo bioma Mata Atlântica, e já apresentando um forte impacto em 1985, ocasionado pela alta proporção de Classes Antrópicas, cujos valores oscilaram, aproximadamente, entre 65% e 75% naquela época. Ao observar a dinâmica dentro deste grupo ao longo das três décadas, SP estava em pior situação em 1985 (76,46%), mas foi sendo substituído a partir da década de 2000 por AL, atualmente com 80,28% de Classes Antrópicas (Figuras 55.8, 55.9 e 55.10, e Tabela 55.9).

O segundo padrão mostra um grupo de três Estados (MG, GO e MS), todos eles cobertos, totalmente ou na maior parte, pelo bioma Cerrado, os quais apresentaram uma

proporção de Classes Antrópicas, aproximadamente, entre 45% e 55% já em 1985. Ao longo das três décadas analisadas, MG sempre se manteve na pior situação, iniciando com 56,68% em 1985 e terminando com 60,26% em 2017. Já GO e MS iniciaram em 1985 com uma proporção em torno de 45% de Classes Antrópicas, sofreram um rápido aumento para cerca de 55% durante as duas décadas seguintes, e depois se mantiveram relativamente estáveis até 2017 em 59,95% e 56,33%, respectivamente.

No terceiro padrão aparece o maior agrupamento observado, e que é formado por sete Estados (PE, SC, DF, RS, BA, RN e PB), existindo representantes de três biomas, Mata Atlântica, Cerrado e Pampa. Curiosamente, o DF incialmente se comporta da mesma forma como os Estados incluídos no segundo padrão descrito acima, com 41,54% de Classes Antrópicas, mas a partir de 1995 começa a se distinguir deste por causa de uma estabilização em torno de 48%, cuja proporção chega a cair nas duas décadas seguintes, e termina 2017 com 46,01%. Em outras palavras, isto significa que no DF a proporção de Classes Naturais aumentou nas últimas duas décadas, o que pode ser fruto de políticas públicas gerando a reocupação do solo, ou então, resultado de um aumento nas áreas protegidas e/ou no número de parques municipais. Algo semelhante aconteceu com o Estado da PB que, apesar de apresentar um comportamento mais oscilante, mostra um aumento inicial na proporção de Classes Antrópicas entre 1985 (37,60%) e 2000 (43,64%), mas depois estes valores chegam, inclusive, a cair para 39,19% em 2010 e terminam em 40,10% em 2017. Todos os outros Estados deste grupo apresentam um comportamento típico, partindo de uma proporção de Classes Antrópicas entre 34% e 40% em 1985, com algumas oscilações ao longo das três décadas, mas terminando em 2017 com uma proporção girando em torno de 45%.

A partir do quarto padrão, os Estados começam a apresentar uma proporção de Classes Antrópicas cada vez mais baixa e, obviamente, uma proporção de Classes Naturais aumentando. Dois Estados (MT e RO) do bioma Amazônia se encaixam neste padrão. Ambos os Estados apresentaram uma proporção de Classes Antrópicas em torno de 10% em 1985, mas este valor subiu rápida e constantemente até atingir mais de 30% em 2005, e a partir daí mostrou uma estabilização, terminando em 2017 no valor de 34.50% para MT e 34,39% para RO.

O quinto padrão apresenta três Estados (TO, MA e CE) dos biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, respectivamente. Os três iniciam em 1985 com uma proporção de Classes Antrópicas por volta de 15%, a qual sobe gradualmente durante as três décadas analisadas e termina por volta de 25% em 2017.

No sexto padrão também aparecem três Estados (PI, PA e AC), sendo o primeiro do bioma Cerrado e os outros dois da Amazônia. PA e AC apresentam uma proporção de Classes Antrópicas muito baixa em 1985, cerca de 3% apenas, mas esta proporção sobe gradativamente nas duas primeiras décadas analisadas para estabilizar em torno de 15% (PA) e 10% (AC). Já o PI mostra um leve e gradual aumento na proporção de Classes Antrópicas durante as três décadas, partindo de 10,00% em 1985 para 15,92% em 2017.

No sétimo e último padrão verificado encontram-se três Estados todos do bioma Amazônia, RR, AM e AP. A característica marcante deste grupo é apresentar uma proporção de Classes Antrópicas muito baixa e menor que 4% ao longo das últimas três décadas. Em outras palavras, a proporção de Classes Naturais é muito alta, e são os Estados brasileiros em melhor situação de conservação, apresentando 96,79% (RR), 98,76% (AM) e 98,82% (AP) da sua cobertura nativa conservada.

Tabela 55.7a. Cobertura Vegetal e Uso da Terra em cada Estado do Brasil em 2017, em área absoluta (ha), segundo o Nível 2 de Classificação da versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Nível 2 de Classificação	AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT	PA
1.1 Floresta Natural	14.513.664	475.296	147.170.113	12.892.542	26.942.913	10.911.700	183.782	1.094.607	10.980.152	20.922.792	18.655.486	10.191.379	52.036.606	99.175.103
1.2 Floresta Plantada				1.027	232.219		1.941	110.832	103.969	29.661	1.623.705	633.947	51.483	18.355
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal												1.290.540	540.338	
2.2 Formação Campestre		636			4.824.797	157.618	122.136	8.198	2.268.431	2.804.246	3.720.859	3.343.028	5.123.175	160.573
2.3 Apicum		80		924	4.896	6.845		533		23.746				1.381
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	33.578	39.894	1.853.701	816.517	100.472			56.530		6.330	421	246.288	757.540	2.778.912
3.1 Pastagem	1.724.252	1.506.984	1.328.045	11.746	15.737.080	1.508.420	86.138	1.837.986	13.008.297	6.658.814	20.364.305	13.765.997	18.034.836	16.545.851
3.2 Agricultura		399.890	350	4.222	3.908.816	651.399	103.425	419.764	5.047.344	805.720	3.101.826	3.073.214	10.143.100	304.304
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	48.188	295.660	484.505	114.693	3.910.139	1.362.042	36.208	861.707	2.095.681	1.004.221	9.916.873	2.575.245	2.759.236	1.044.226
4.1 Praia e Duna		3.359			4.912	48.742		3.857		111.903				1.417
4.2 Infraestrutura Urbana	12.297	20.352	41.718	9.909	120.877	76.526	38.127	45.541	129.167	82.062	268.687	53.999	73.386	96.723
4.3 Afloramento Rochoso					75.270	6.379		120.893	25.319		374.228			
4.4 Mineração		16	709	303	1.116	422	125	503	4.036	174	6.079	276	792	11.329
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	5.624	12.740	76.039	26.898	134.164	49.590		16.545	1.139	38.535	65.134	16.741	97.105	142.145
5.1 Rio, Lago e Oceano	74.390	29.787	4.956.296	403.014	472.318	106.590	6.117	29.742	346.052	700.494	552.769	523.278	701.345	4.509.918
5.2 Aquicultura					511	2.154								
6.0 Não Observado	274	105	3.105	370	1.277	347	30	393	1.022	5.002	1.691	660	1.528	5.233
Total / Estado	**16.412.266**	**2.784.800**	**155.914.579**	**14.282.165**	**56.471.778**	**14.888.774**	**578.028**	**4.607.632**	**34.010.611**	**33.193.700**	**58.652.062**	**35.714.593**	**90.320.471**	**124.795.470**

Continua ...

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

Tabela 55.7b. Cobertura Vegetal e Uso da Terra em cada Estado do Brasil em 2017, em área absoluta (ha), segundo o Nível 2 de Classificação da versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Nível 2 de Classificação	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP	TO	Total / Classe
1.1 Floresta Natural	2.987.962	4747981,94689	18.610.735	5.331.420	1.293.554	2.719.670	14.611.527	17.061.743	5.215.789	4.340.393	502.340	5.071.608	14.675.127	**523.315.985**
1.2 Floresta Plantada	65	28,53535	5.315	912.073	3.837		28	1.451	571.416	936.640	132	828.498	1.389	**6.068.012**
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal									350.073					**2.180.951**
2.2 Formação Campestre	377.120	266474,02445	2.461.273	93.847	3.405	229.331	276		7.739.402	664.601	207	107.033	5.494.970	**39.971.638**
2.3 Apicum	253	722,98444	1.768	51	1.806	5.487				476	2.352	458		**51.780**
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	68			86.728	42.202	14.148	721.357	4.366.593			10.325	15.379		**11.946.984**
3.1 Pastagem	1.246.664	2736976,23130	1.192.328	2.581.340	1.893.995	875.833	7.538.826	485.048	504.494	725.429	1.369.893	4.596.886	5.729.972	**143.596.438**
3.2 Agricultura	30.031	188660,40129	978.131	6.606.634	143.777	435.378	212.062	18.744	9.057.175	1.371.298	57.071	6.701.073	753.991	**54.517.399**
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	938.144	1667242,10173	1.755.281	3.716.950	667.401	848.682	316.868	136.104	2.531.874	1.187.043	186.742	6.289.271	749.859	**47.500.082**
4.1 Praia e Duna	307	243,99474	10.278	257	32.424	27.221			85.378	6.045	5.044	835		**342.223**
4.2 Infraestrutura Urbana	28.676	64303,03455	35.879	213.764	191.262	27.651	37.045	9.322	195.162	157.200	18.595	598.717	31.027	**2.677.975**
4.3 Afloramento Rochoso	227	0,97426	4.176		11.282				1.243			348	1.105	**620.470**
4.4 Mineração	99	124,88796	167	473	123	141	1.430		222	355	33	2.357	345	**31.748**
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	20.466	51271,52941	37.394	40.277	14.334	21.379	71.270	64.023	21.590	35.467	12.637	37.617	9.149	**1.119.274**
5.1 Rio, Lago e Oceano	16.433	81431,26978	67.893	346.543	77.744	58.839	265.279	281.319	1.898.667	146.813	26.124	565.420	324.602	**17.569.215**
5.2 Aquicultura	179	195,39369	277			17.183					260			**20.759**
6.0 Não Observado	138	237,48761	308	424	1.006	164	579	5.631	1.299	2.042	93	2.577	538	**36.076**
Total / Estado	**5.646.834**	**9805894,79746**	**25.161.204**	**19.930.780**	**4.378.153**	**5.281.107**	**23.776.545**	**22.429.977**	**28.173.784**	**9.573.801**	**2.191.848**	**24.818.077**	**27.772.074**	**851.567.008**

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

Tabela 55.8a. Cobertura Vegetal e Uso da Terra em cada Estado do Brasil em 2017, em área relativa (%), segundo o Nível 2 de Classificação da versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Nível 2 de Classificação	AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT	PA
1.1 Floresta Natural	88,43	17,07	94,39	90,27	47,71	73,29	31,79	23,76	32,28	63,03	31,81	28,54	57,61	79,47
1.2 Floresta Plantada				0,01	0,41		0,34	2,41	0,31	0,09	2,77	1,78	0,06	0,01
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal												3,61	0,60	
2.2 Formação Campestre		0,02			8,54	1,06	21,13	0,18	6,67	8,45	6,34	9,36	5,67	0,13
2.3 Apicum		0,003		0,01	0,01	0,05		0,01		0,07				0,00
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	0,20	1,43	1,19	5,72	0,18			1,23		0,02	0,001	0,69	0,84	2,23
3.1 Pastagem	10,51	54,11	0,85	0,08	27,87	10,13	14,90	39,89	38,25	20,06	34,72	38,54	19,97	13,26
3.2 Agricultura		14,36	0,0002	0,03	6,92	4,38	17,89	9,11	14,84	2,43	5,29	8,60	11,23	0,24
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	0,29	10,62	0,31	0,80	6,92	9,15	6,26	18,70	6,16	3,03	16,91	7,21	3,05	0,84
4.1 Praia e Duna		0,12			0,01	0,33		0,08		0,34				0,00
4.2 Infraestrutura Urbana	0,07	0,73	0,03	0,07	0,21	0,51	6,60	0,99	0,38	0,25	0,46	0,15	0,08	0,08
4.3 Afloramento Rochoso					0,13	0,04		2,62	0,07		0,64			
4.4 Mineração		0,001	0,0005	0,002	0,002	0,003	0,02	0,01	0,01	0,001	0,01	0,001	0,001	0,01
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	0,03	0,46	0,05	0,19	0,24	0,33		0,36	0,003	0,12	0,11	0,05	0,11	0,11
5.1 Rio, Lago e Oceano	0,45	1,07	3,18	2,82	0,84	0,72	1,06	0,65	1,02	2,11	0,94	1,47	0,78	3,61
5.2 Aquicultura					0,001	0,01								
6.0 Não Observado	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,01	0,01	0,003	0,02	0,003	0,002	0,002	0,00
Total / Estado	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Continua ...

Observação: Nas classes que apresentam uma área relativa muito pequena foi mostrado o valor até a primeira casa significativa depois da vírgula.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

Tabela 55.8b. Cobertura Vegetal e Uso da Terra em cada Estado do Brasil em 2017, em área relativa (%), segundo o Nível 2 de Classificação da versão 3.1 do Projeto MapBiomas.

Nível 2 de Classificação	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP	TO
1.1 Floresta Natural	52,91	48,42	73,97	26,75	29,55	51,50	61,45	76,07	18,51	45,34	22,92	20,44	52,84
1.2 Floresta Plantada	0,001	0,0003	0,02	4,58	0,09		0,0001	0,01	2,03	9,78	0,01	3,34	0,01
2.1 Área Úmida Natural Não Florestal									1,24				
2.2 Formação Campestre	6,68	2,72	9,78	0,47	0,08	4,34	0,001		27,47	6,94	0,01	0,43	19,79
2.3 Apicum	0,004	0,01	0,01	0,0003	0,04	0,10				0,005	0,11	0,002	
2.4 Outra Formação Natural Não Florestal	0,001			0,44	0,96	0,27	3,03	19,47			0,47	0,06	
3.1 Pastagem	22,08	27,91	4,74	12,95	43,26	16,58	31,71	2,16	1,79	7,58	62,50	18,52	20,63
3.2 Agricultura	0,53	1,92	3,89	33,15	3,28	8,24	0,89	0,08	32,15	14,32	2,60	27,00	2,71
3.3 Mosaico de Agricultura ou Pastagem	16,61	17,00	6,98	18,65	15,24	16,07	1,33	0,61	8,99	12,40	8,52	25,34	2,70
4.1 Praia e Duna	0,01	0,002	0,04	0,001	0,74	0,52			0,30	0,06	0,23	0,003	
4.2 Infraestrutura Urbana	0,51	0,66	0,14	1,07	4,37	0,52	0,16	0,04	0,69	1,64	0,85	2,41	0,11
4.3 Afloramento Rochoso	0,004	0,000	0,02		0,26				0,004			0,001	0,004
4.4 Mineração	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,003	0,01		0,001	0,004	0,001	0,01	0,001
4.5 Outras Áreas não Vegetadas	0,36	0,52	0,15	0,20	0,33	0,40	0,30	0,29	0,08	0,37	0,58	0,15	0,03
5.1 Rio, Lago e Oceano	0,29	0,83	0,27	1,74	1,78	1,11	1,12	1,25	6,74	1,53	1,19	2,28	1,17
5.2 Aquicultura	0,003	0,002	0,001			0,33					0,01		
6.0 Não Observado	0,002	0,002	0,001	0,002	0,02	0,003	0,002	0,03	0,005	0,02	0,004	0,01	0,002
Total / Estado	100,00	100,00000	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Observação: Nas classes que apresentam uma área relativa muito pequena foi mostrado o valor até a primeira casa significativa depois da vírgula.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

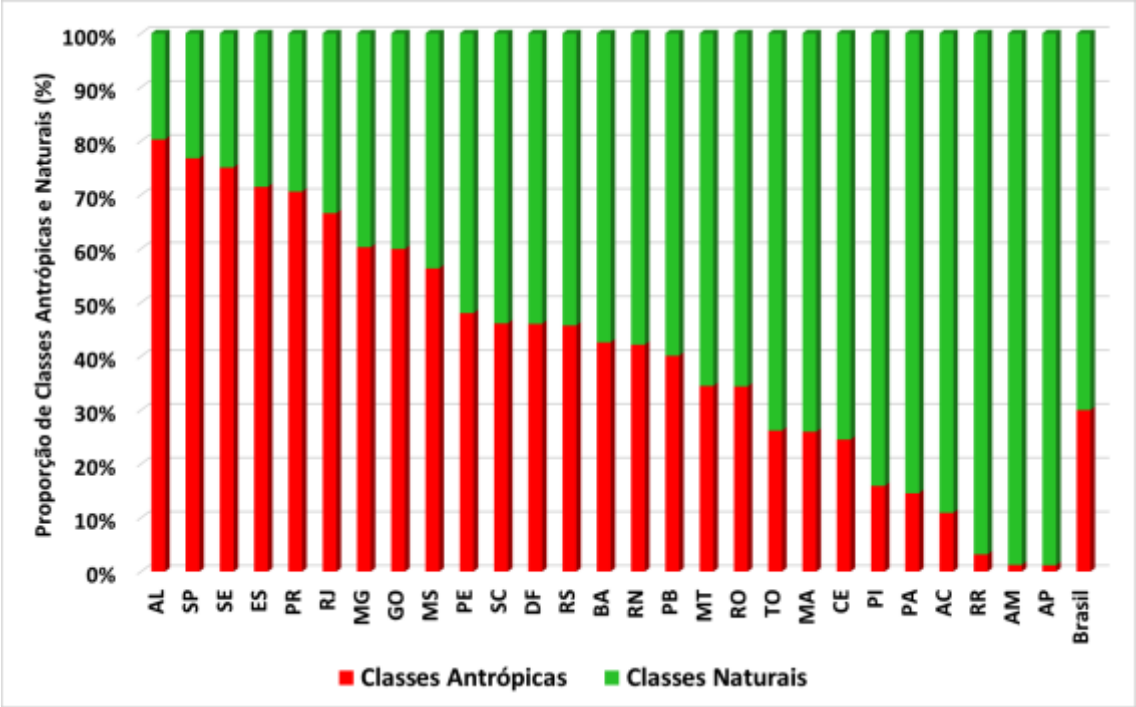


Figura 55.7. Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais em cada Estado e comparado com o Brasil, considerando os dados de Cobertura Vegetal e Uso da Terra em 2017
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

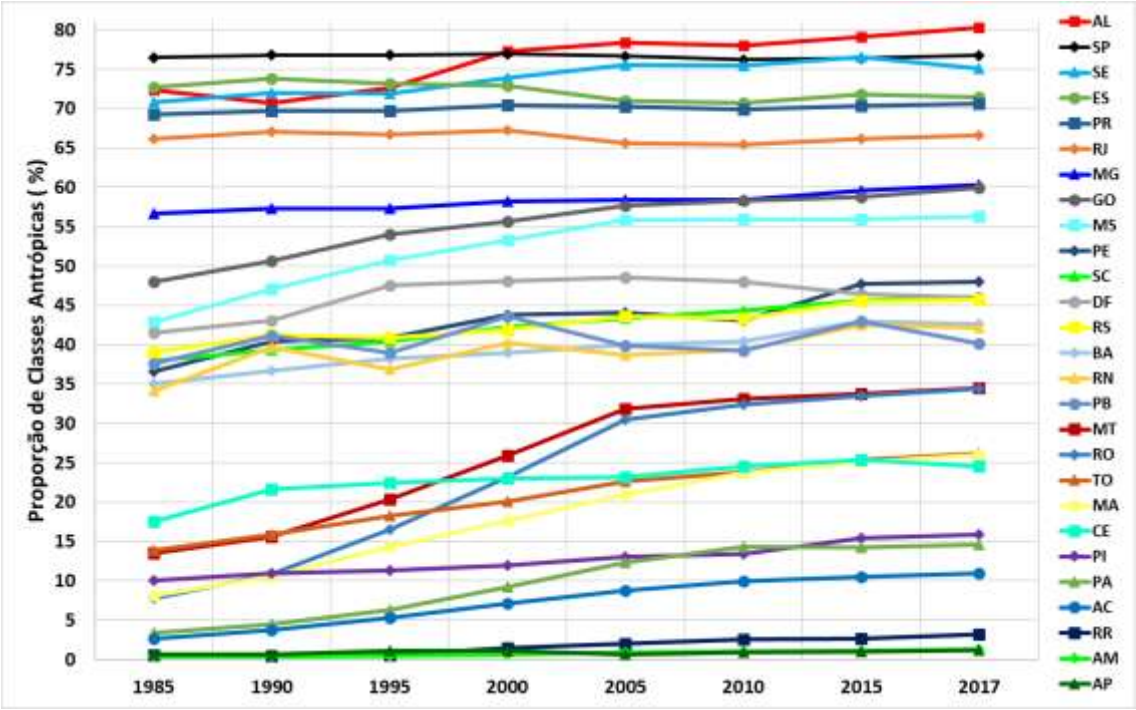


Figura 55.8. Dinâmica em quinquênios da proporção de Classes Antrópicas por Estado, considerando os dados das últimas três décadas
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

Tabela 55.9. Dinâmica da Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais por Estado nas últimas três décadas, em área relativa (%), segundo a versão 3.1 do Projeto MapBiomas. Os dados estão ordenados pelo ano de 2017, destacando os cinco Estados extremos de em ambas as categorias: a) Proporção de Classes Antrópicas e b) Proporção de Classes Naturais.

a) Proporção de Classes Antróipicas

N	Estados	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
1	AL	72,34	70,72	72,61	77,31	78,40	78,03	79,11	80,28
2	SP	76,46	76,80	76,78	76,93	76,65	76,22	76,39	76,78
3	SE	70,80	72,03	71,90	73,87	75,54	75,42	76,56	75,07
4	ES	72,69	73,83	73,21	72,89	70,95	70,69	71,80	71,47
5	PR	69,22	69,70	69,75	70,40	70,26	69,89	70,36	70,60
6	RJ	66,13	67,08	66,67	67,25	65,64	65,46	66,10	66,57
7	MG	56,68	57,26	57,33	58,17	58,43	58,41	59,54	60,26
8	GO	47,98	50,66	54,04	55,63	57,69	58,29	58,76	59,95
9	MS	42,86	47,05	50,72	53,24	55,88	55,97	55,95	56,33
10	PE	36,55	40,42	40,91	43,84	44,10	43,04	47,76	48,02
11	SC	37,96	39,33	40,38	42,27	43,29	44,38	45,61	46,10
12	DF	41,54	43,07	47,52	48,09	48,55	47,97	46,45	46,01
13	RS	39,02	41,27	40,85	41,90	43,57	43,34	45,54	45,72
14	BA	35,00	36,72	38,20	38,94	39,97	40,41	42,97	42,58
15	RN	34,12	39,66	36,87	40,23	38,73	39,29	42,54	42,15
16	PB	37,60	41,18	39,00	43,64	39,91	39,19	42,95	40,10
17	MT	13,49	15,61	20,33	25,92	31,87	33,14	33,77	34,50
18	RO	7,80	10,81	16,52	23,16	30,43	32,43	33,51	34,39
19	TO	13,87	15,88	18,28	20,03	22,67	23,82	25,39	26,20
20	MA	8,13	10,54	14,33	17,58	20,99	23,72	25,06	25,97
21	CE	17,54	21,66	22,43	22,98	23,18	24,55	25,36	24,52
22	PI	10,00	10,94	11,36	11,98	13,03	13,38	15,44	15,92
23	PA	3,37	4,46	6,25	9,21	12,27	14,28	14,24	14,55
24	AC	2,61	3,77	5,30	7,08	8,80	9,96	10,51	10,91
25	RR	0,57	0,49	0,56	1,42	2,04	2,58	2,62	3,19
26	AM	0,41	0,32	0,43	0,66	0,95	1,04	1,09	1,24
27	AP	0,67	0,62	1,11	1,10	0,60	0,89	1,02	1,18

b) Proporção de Classes Naturais

N	Estados	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
1	AL	27,66	29,27	27,38	22,68	21,60	21,97	20,88	19,72
2	SP	23,52	23,19	23,21	23,06	23,34	23,77	23,60	23,21
3	SE	29,19	27,97	28,09	26,13	24,46	24,57	23,44	24,93
4	ES	27,30	26,17	26,78	27,10	29,04	29,31	28,19	28,53
5	PR	30,78	30,30	30,25	29,60	29,74	30,11	29,64	29,40
6	RJ	33,85	32,90	33,31	32,72	34,34	34,52	33,88	33,40
7	MG	43,31	42,73	42,67	41,83	41,57	41,59	40,45	39,73
8	GO	52,02	49,34	45,96	44,37	42,31	41,71	41,24	40,05
9	MS	57,14	52,95	49,27	46,75	44,12	44,03	44,05	43,66
10	PE	63,44	59,58	59,08	56,16	55,90	56,95	52,24	51,98
11	SC	62,01	60,65	59,60	57,71	56,68	55,60	54,37	53,88
12	DF	58,46	56,92	52,48	51,91	51,45	52,03	53,54	53,98
13	RS	60,98	58,72	59,15	58,10	56,42	56,65	54,46	54,27
14	BA	65,00	63,27	61,79	61,06	60,03	59,58	57,02	57,42
15	RN	65,88	60,33	63,13	59,77	61,27	60,71	57,46	57,84
16	PB	62,40	58,82	61,00	56,36	60,08	60,81	57,05	59,90
17	MT	86,51	84,38	79,66	74,08	68,13	66,86	66,22	65,50
18	RO	92,20	89,18	83,47	76,84	69,57	67,57	66,49	65,60
19	TO	86,13	84,12	81,72	79,97	77,33	76,18	74,61	73,80
20	MA	91,85	89,45	85,66	82,40	78,99	76,27	74,92	74,02
21	CE	82,45	78,34	77,57	77,02	76,81	75,44	74,64	75,48
22	PI	90,00	89,06	88,64	88,02	86,97	86,62	84,56	84,08
23	PA	96,62	95,54	93,75	90,78	87,72	85,71	85,76	85,44
24	AC	97,39	96,23	94,70	92,92	91,20	90,04	89,49	89,09
25	RR	99,40	99,48	99,41	98,56	97,93	97,40	97,35	96,79
26	AM	99,59	99,67	99,57	99,34	99,05	98,96	98,91	98,76
27	AP	99,33	99,38	98,89	98,90	99,39	99,11	98,98	98,82

*

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

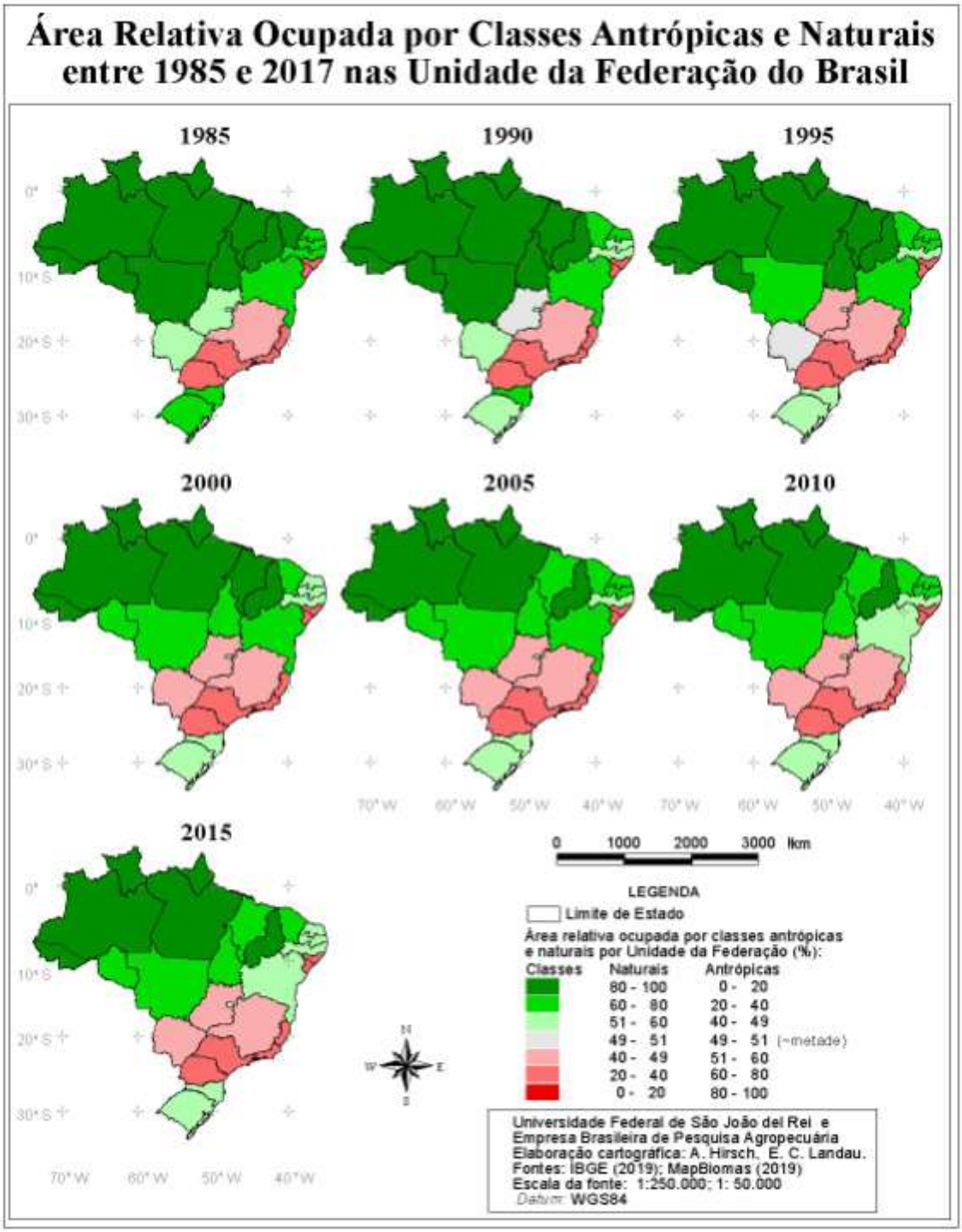


Figura 55.9. Mapa mostrando a distribuição espacial da predominância de Classes Antrópicas e Classes Naturais por Estado do Brasil nas últimas três décadas (1985 a 2017).

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte: IBGE (2019) e Projeto MapBiomas (2019).

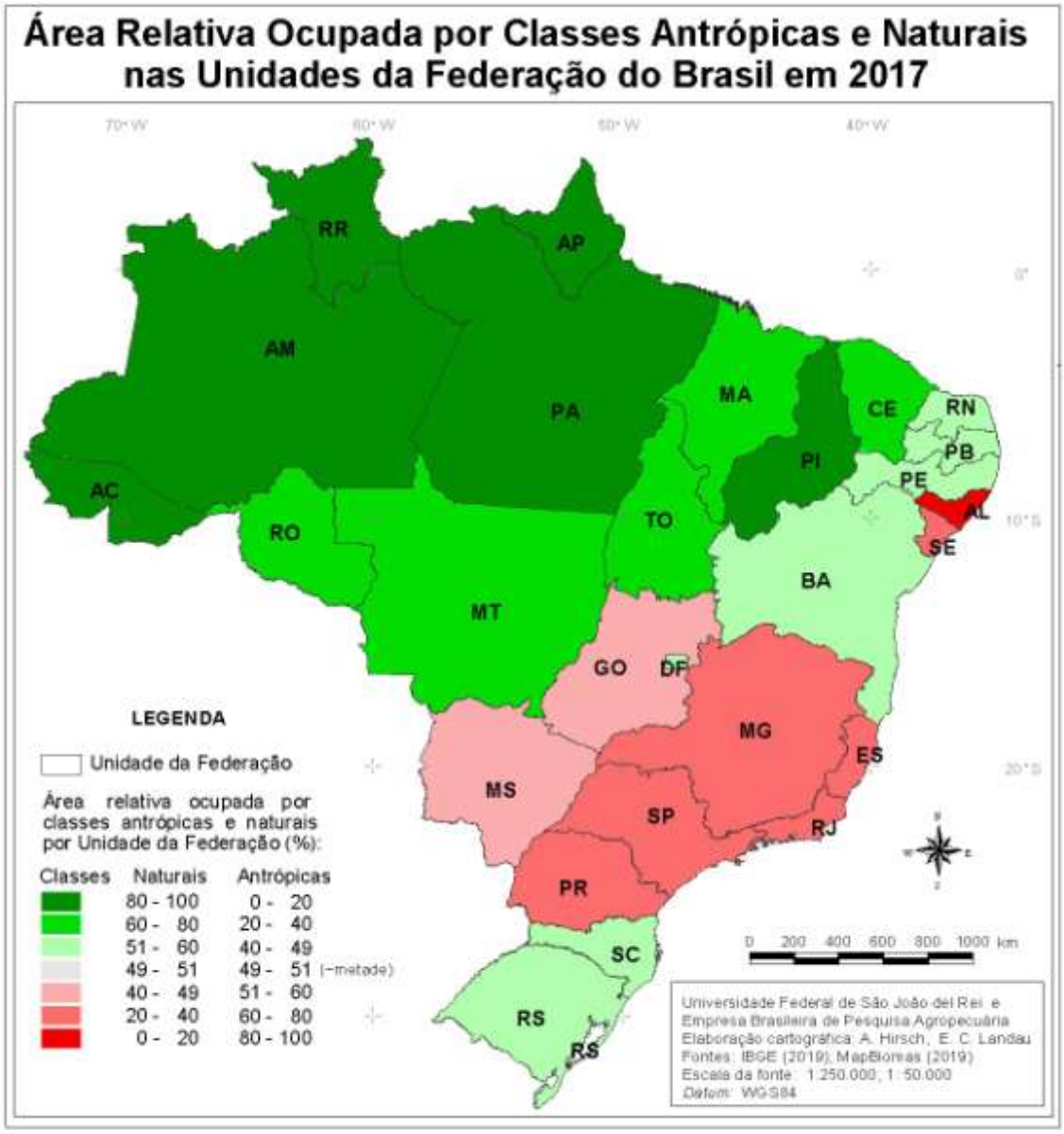


Figura 55.10. Mapa mostrando a distribuição espacial da predominância de Classes Antrópicas e Classes Naturais por Estado do Brasil, considerando os dados de 2017.

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte: IBGE (2019) e Projeto MapBiomas (2019).

Municípios

Cobertura Vegetal e Uso da Terra Atual

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que a cobertura vegetal e uso da terra em 2017 nos 10 municípios com maior área absoluta e maior área relativa, dentre todos os 5.570 municípios brasileiros e o Nível 1 de Classificação, é a descrita abaixo.

Considerando o **Grupo 1 – Floresta** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área absoluta**, os 10 municípios que se destacam são os a seguir, todos inclusos no bioma Amazônia. Em primeiro lugar aparece, obviamente, o maior município do Brasil, Altamira - PA (15.953.322 ha), com 15.013.777 ha ocupados por Floresta. Depois aparecem mais três municípios, todos com mais de 10 milhões de hectares ocupados por Floresta: Barcelos - AM (12.245.071 ha) com 11.044.704 ha, São Gabriel da Cachoeira - AM (10.918.297 ha) com 10.683.942 ha, e Oriximiná - PA (10.760.416 ha) com 10.270.473 ha. Os outros seis municípios possuem todos mais de seis milhões de hectares de Floresta, também todos concentrados no bioma Amazônia: Tapauá - AM (8.494.542 ha) com 8.286.740 ha, Atalaia do Norte - AM (7.643.507 ha) com 7.568.464 ha, Almeirim - PA (7.295.469 ha) com 7.061.261 ha, Jutaí - AM (6.945.735 ha) com 6.819.019 ha, São Félix do Xingu - PA (8.421.276 ha) com 6.641.716 ha, e Lábrea - AM (6.826.249 ha) com 6.291.931 ha.

Agora quanto ao **Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área absoluta**, os 10 municípios que se destacam são os descritos a seguir. O primeiro que se distingue dos demais é Corumbá - MS (6.496.291 ha), por possuir 3.300.877 ha do seu território ocupados por Formação Natural Não Florestal, e abrange praticamente todo o bioma Pantanal. Todos os outros municípios a seguir possuem entre 700 mil e 500 mil hectares ocupados por Formação Natural Não Florestal, a maioria deles concentrados no bioma Amazônia, com exceção de Mateiros, Cocalinho e Tangará da Serra situados no bioma Cerrado, e Cáceres situado no bioma Pantanal: Barcelos - AM (12.245.071 ha) com 700.208 ha, Mateiros - TO (968.163 ha) com 686.617 ha, Cocalinho - MT (1.651.636 ha) com 633.630 ha, Pacaraima - RR (802.839 ha) com 621.980 ha, Normandia - RR (696.676 ha) com 616.484 ha, Sant´Ana do Livramento - PA (694.163 ha) com 567.092 ha, Uiramutã - RR (806.561 ha) com 562.154 ha, Tangará da Serra - MT (1.159.886 ha) com 561.620 ha, e Cáceres - MT (2.459.315 ha) com 556.500 ha.

Considerando o **Grupo 3 – Agropecuária** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área absoluta**, os 10 municípios que se destacam são os descritos a

seguir. Dois dos municípios se diferenciam dos demais por apresentaram áreas territoriais muito grandes ocupadas por Agropecuária, um deles é São Félix do Xingu - PA (8.421.276 ha) com 1.571.278 ha no bioma Amazônia, e o outro é Ribas do Rio Pardo - MS (1.730.877 ha) com 1.213.129 ha no bioma Cerrado. Todos os outros municípios a seguir possuem entre 800 mil e 600 mil hectares ocupados por Agropecuária, a maioria situada no bioma Amazônia e o restante no bioma Cerrado: Paranatinga - MT (2.416.238 ha) com 796.143 ha, Porto Velho - RO (3.409.071 ha) com 746.845 ha, Marabá - PA (1.512.791 ha) com 720.680 ha, Juara - MT (2.262.233 ha) com 683.714 ha, São Desidério - BA (1.511.640 ha) com 670.597 ha, Cumaru do Norte - PA (1.708.508 ha) com 654.406 ha, Novo Repartimento - PA (1.539.867 ha) com 646.095 ha, e Santana do Araguaia - PA (1.159.134 ha) com 645.336 ha.

Agora quanto ao **Grupo 4 – Área Não Vegetada** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área absoluta**, os 10 municípios que se destacam são os descritos a seguir, a maioria representando capitais de Estado ou outros grandes centros urbanos. Em primeiro lugar vem dois municípios que sediam duas das maiores capitais estaduais do Brasil, ambas situadas no bioma Mata Atlântica, sendo um deles São Paulo - SP (152.103 ha) com 86.341 ha de Área Não Vegetada, e o outro Rio de Janeiro - RJ (120.021 ha) com 57.902 ha. Em seguida aparecem três outros municípios, todos situados no bioma Cerrado, Barreirinhas - MA (302.651 ha) com 54.425 ha, Diamantina - MG (389.168 ha) com 40.346 ha, e Santo Amarro do Maranhão - MA (160.119 ha) com 39.727 ha, sendo a classe de cobertura e uso da terra responsável no caso dos dois municípios do MA a formação arenosa dos Lençóis Maranhenses, e no caso do município mineiro, o afloramento rochoso. Em seguida vem Brasília - DF (578.028 ha) com 430.816 ha, situado no bioma Cerrado, e sendo a área urbana a principal classe responsável pela Área Não Vegetada. Em seguida vem outros dois municípios, um do bioma Pampa e outro do bioma Amazônia, Santa Vitória do Palmar - RS (524.364 ha) com 30.816 ha, e Porto Velho - RO (3.409.071 ha) com 30.464 ha, sendo a classe de cobertura e uso da terra responsável no caso do município gaúcho, as Praias e Dunas, e no caso da capital de RO, Outra Área Não Vegetada. Por último, aparece um município que sedia uma das grandes capitais estaduais do Brasil, Curitiba - PR (43.504 ha) com 28.492 ha, e um outro município do litoral gaúcho, Mostardas - RS (198.312 ha) com 27.564 ha. No caso da capital paranaense, a classe de cobertura e uso da terra responsável é a Área Urbana, no caso do município gaúcho, as Praias e Dunas.

Por último, considerando o **Grupo 5 – Corpo D'Água** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área absoluta**, os 10 municípios que se destacam por abrigarem rios largos, lagos e lagunas naturais, represas de hidrelétricas, tanques de

aquicultura, fozes de rios e/ou estuários, são os descritos a seguir: Barcelos - AM (12.245.071 ha) com 409.464 ha, Santarém - PA (1.789.898 ha) com 366.918 ha, Chaves - PA (1.308.471 ha) com 364.906 ha, Afuá - PA (837.285 ha) com 274.301 ha, Presidente Figueiredo - AM (2.541.225 ha) com 263.385 ha, Coari - AM (5.797.088 ha) com 251.381 ha, Parintins - AM (595.642 ha) com 224.543 ha, Prainha - PA (1.478.698 ha) com 181.425 ha, Corumbá - MS (6.496.291 ha) com 175929 ha, e Altamira - PA (15.953.322 ha) com 169.355 ha. Cabe mencionar aqui ainda a ocorrência no Brasil de dois grandes Corpos d'Água, os quais não pertencem especificamente a nenhum município, mas fazem parte do território nacional. O primeiro deles é a Lagoa dos Patos, que ocupa 1.075.298 ha, e o segundo é a Lagoa Mirim, cuja parte situada em território brasileiro ocupa 283.215 ha (no total são 374.900 ha), ambos situado na região litorânea do RS.

Por outro lado, agora considerando o **Grupo 1 – Floresta** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área relativa**, os 10 municípios que se destacam são os a seguir, distribuídos entre os biomas Amazônia e Caatinga. Em primeiro lugar aparecem Serra do Navio (99,65% da área relativa coberta por Floresta), Pedra Branca do Amapari (99,45%) e Laranjal do Jari (99,28%), três municípios vizinhos situados na região oeste do AP dentro do bioma Amazônia. Depois, aparece Atalaia do Norte (99,02%) situado na região mais oeste do AM e pertencente ao bioma Amazônia, o qual também possui uma das maiores áreas absolutas de Floresta. Em seguida aparecem dois municípios do bioma Caatinga, Guaramiranga (99,00%) e Pacoti (98,83%), os quais são vizinhos e situados no CE. Depois voltam a aparecer quatro municípios situados no bioma Amazônia: Santa Rosa do Purus (98,26%), situado no AC, e Pauini (98,65%), Itamarati (98,18%) e Jutaí (98,18%), os três vizinhos e situados no Estado do AM, sendo o último também um dos detentores de maior área absoluta de Floresta.

Agora quanto ao **Grupo 2 – Formação Natural Não Florestal** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área relativa**, os 10 municípios que se destacam são os descritos abaixo. Em primeiro lugar aparecem três municípios vizinhos situados na região centro-norte de RR e dentro do bioma Amazônia: Normandia (88,49% da área relativa ocupada por Formação Natural Não Florestal), Boa Vista (77,56%) e Pacaraima (77,47%). Depois aparece Santa Cruz do Arari - PA (85,01%), situado na Ilha de Marajó e também do bioma Amazônia. Após, aparecem três municípios vizinhos situados na região centro-leste de TO e dentro do bioma do Cerrado: São Félix do Tocantins (85,48%), Rio da Conceição (71,27%) e Mateiros (70,92%). Os três municípios restantes ficam todos situados no Estado do RS, dentro do bioma Pampa: Sant´Ana do Livramento (81,69%) e Quaraí (78,19%), municípios vizinhos na região da Campanha

Gaúcha, e Pinheiro Machado (70,00%), situado na região do Escudo Cristalino Riograndense e próximo dos dois anteriores.

Considerando **Grupo 3 – Agropecuária** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área relativa**, os 10 municípios que se destacam são os a seguir, distribuídos entre os biomas Mata Atlântica e Caatinga. Um município que aparece geograficamente isolado é Vicentina (98,29% de área relativa ocupada com Agropecuária), situado no bioma Mata Atlântica do Estado do MS. Depois aparecem três municípios da região leste de MG, todos situados dentro do bioma Mata Atlântica: Nova Módica (98,22%) e Jampruca (97,38%), municípios vizinhos, e Tumiritinga (97,33%), situado próximo dos dois anteriores. Em seguida aparecem três municípios da Região Nordeste do Brasil, todos situados no bioma Caatinga, na porção centro-oeste de AL: Olivença (98,16%), Monteirópolis (98,06%) e Carneiros (97,64%). Por último, aparecem três municípios do interior de SP, todos situados dentro do bioma Mata Atlântica: Santo Expedito (98,10%), Alfredo Marcondes (97,94%) e Emilianópolis (97,50%).

Agora quanto ao **Grupo 4 – Área Não Vegetada** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área relativa**, os 10 municípios que se destacam são os descritos a seguir, a maioria representando grandes centros urbanos ou capitais de Estado. Na grande maioria são municípios pertencentes à Região Metropolitana da Grande São Paulo, todos situados dentro do bioma Mata Atlântica: São Caetano do Sul (99,29% da área relativa ocupada com Área Não Vegetada), Osasco (87,90%), Taboão da Serra (86,29%), Diadema (85,32%), Carapicuíba (79,72%), Poá (74,11%) e Jandira (74,10%). Depois aparece geograficamente isolado o município de São João de Meriti (97,19%), pertencente a Região Metropolitana da Grande Rio de Janeiro, dentro do bioma Mata Atlântica. Os dois municípios restantes representam duas capitais de Estado, Fortaleza - CE (76,12%), dentro do bioma Caatinga, e Belo Horizonte - MG (74,79%), situado na zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado.

Por último, considerando o **Grupo 5 – Corpo D'Água** do Nível 1 de Classificação, em ordem decrescente de **área relativa**, os 10 municípios que se destacam por abrigarem rios largos, lagos e lagunas naturais, represas de hidrelétricas, tanques de aquicultura, fozes de rios e/ou estuários, são os descritos a seguir. Em primeiro lugar aparecem os municípios que abrangem a Baía de Todos os Santos, situada no litoral do Estado da BA: Madre de Deus (84,60% da área relativa ocupada por Corpos D'Água), Itaparica (78,17%), Salinas da Margarida (61,02%), Salvador (56,01%), e Saubara (48,74%). Depois aparece o município de Colares (60,57%), que abrange a maior parte da Baía de Marajó no Estado do PA. Logo depois vem o município de Arraial do Cabo (56,80%) que abrange a maior parte da Lagoa de Araruama, no litoral do Estado do RJ.

Por fim, aparecem os três municípios que abrangem a Baía de São Marcos, no litoral do Estado do MA: São José de Ribamar (54,70%), Bacurituba (48,48%) e Cajapió (46,77%).

Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais

Os dados atuais calculados pelo Projeto MapBiomas (2019) mostram que, em termos médios e considerando todos os municípios do Brasil, prevalece uma proporção de 30% da área relativa ocupada por Classes Antrópicas e 70% pelas Classes Naturais, as quais foram condensadas a partir das classes originais de cobertura vegetal e uso da terra conforme descrito na parte de Metodologia.

Considerando a **área absoluta,** os 10 municípios que apresentam a maior área ocupada por **Classes Antrópicas** são: São Félix do Xingu - PA, com 1.576.010 ha; Ribas do Rio Pardo - MS, com 1.315.225 ha; Paranatinga - MT, com 797.665 ha; Três Lagoas - MS, com 784.340 ha; Porto Velho - RO, com 777.309 ha; Marabá - PA, com 727.372 ha; Juara - MT, com 688.269 ha; São Desidério - BA, com 671.767 ha; Cumaru do Norte - PA, com 655.097 ha, e Rio Verde - GO, com 654.998 ha. Por outro lado, os 10 municípios que apresentam a maior área absoluta ocupada por **Classes Naturais** são: Altamira - PA, com 15.347.527 ha; Barcelos - AM, com 12.154.376 ha; São Gabriel da Cachoeira - AM, com 10.905.156 ha; Oriximiná - PA, com 10.689.373 ha; Tapauá - AM, com 8.484.358 ha; Atalaia do Norte - AM, com 7.639.756 ha; Almeirim - PA, com 7.208.063 ha; Jutaí - AM, com 6.935.846 ha; São Félix do Xingu - PA, com 6.845.064 ha, e Lábrea - AM, com 6.454.609 ha (Figuras 55.11a e 55.11b, e Figuras 55.12a e 55.12b).

Em termos de **área relativa** ocupada pelas **Classes Antrópicas** nos municípios, agrupados em classes de proporção, destacam-se quatro deles que caem na 1ª classe proporcional, ou seja, na dos municípios que apresentam mais de 99.00% da sua área ocupada por Classes Antrópicas: São João de Mereti - RJ (99,83%), São Caetano do Sul - SP (99,73%), Hortolândia - SP (99,53%), e Nilópolis - RJ (99,08%). Na 2ª classe proporcional, ou seja, na dos municípios que apresentam entre 95% e 98.99% da sua área ocupada com Classes Antrópicas, aparecem 146 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Santo Expedito - SP (98,93%), Alfredo Marcondes - SP (98,71%), Vicentina - MS (98,69%), Sumaré - SP (98,62%), Nova Guataporanga - SP (98,53%), Fátima do Sul - MS (98,51%), Olivença - AL (98,39%), Nova Módica - MG (98,37%), Monteirópolis - AL (98,31%), e Emilianópolis - SP (98,11%). Já na 3ª classe proporcional, ou seja, na dos municípios que apresentam entre 90.00% e 94.99% da sua área ocupada com Classes Antrópicas, aparecem 434 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Guzolândia - SP (94,98%), Santo Inácio - PR (94,97%), Santa Fé - PR (94,95%), Marinópolis - SP (94,94%), Quatinguá - PR (94,90%),

Marapoama - SP (94,89%), Taquaral - SP (94,84%), Murutinga do Sul - SP (94,84%), Nova Canaã Paulista - SP (94,84%), e Braúna - SP (94,83%). Na 4ª classe, ou seja, na dos municípios que apresentam entre 75.00% e 89.99% da sua área ocupada com Classes Antrópicas, aparecem 1.205 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Jesuânia - MG (89,99%), União de Minas - MG (89,98%), Bálsamo - SP (89,97%), Areado - MG (89,96%), Nuporanga - SP (89,96%), Conchal - SP (89,93%), Itapuí - SP (89,92%), Rancho Alegre - PR (89,91%), Rondinha - RS (89,90%), e Itaíba - PE (89,87%). Já a 5ª classe, ou seja, a dos municípios que apresentam entre 50.00% e 74.99% da sua área ocupada com Classes Antrópicas, é a que apresenta a maior frequência, com 1.461 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Candói - PR (74,99%), Carangola - MG (74,99%), Ribeirão Claro - SP (74,99%), Cachoeiro do Itapemirim - ES (74,97%), Glaucilândia - MG (74,95%), Glória do Goitá - PE (74,94%), Balneário Rincão - SC (74,94%), Iraí - RS (74,93%), Belo Vale - MG (74,91%), e Salto da Divisa - MG (74,91%) (Figuras 55.11a e 55.11b, e Figuras 55.12a e 55.12b).

Por outro lado, em termos de **área relativa** ocupada pelas **Classes Naturais** nos municípios, agrupados em classes de proporção, destacam-se 59 que caem na 1ª classe proporcional, ou seja, na dos municípios que apresentam mais de 99.00% da sua área ocupada por Classes Naturais, dos quais podem ser destacados: Atalaia do Norte - AM (99,95%), Serra do Navio - AP (99,94%), Santa Isabel do Rio Negro - AM (99,89%), São Gabriel da Cachoeira - AM (99,88%), Tapauá - AM (99,88%), Afuá - PA (99,88%), Jutaí - AM (99,86%), Itamarati - AM (99,83%), Coari - AM (99,82%), e Anajás - PA (99,81%). Na 2ª classe proporcional, ou seja, na dos municípios que apresentam entre 95% e 98.99% da sua área ocupada com Classes Naturais, aparecem 152 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Ipixuna - AM (98,99%), Pacoti - CE (98,95%), São Sebastião do Uatumã - AM (98,94%), Guaraqueçaba - PR (98,91%), Eirunepé - AM (98,90%), Anori - AM (98,86%), Almeirim - PA (98,80%), Marcos Parente - PI (98,79%), Colares - PA (98,68%), e Nhamundá - AM (98,64%). Já na 3ª classe proporcional, ou seja, na dos municípios que apresentam entre 90.00% e 94.99% da sua área ocupada com Classes Naturais, aparecem 178 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Nazária - PI (94,94%), Palmeiras - PI (94,89%), Iguape - SP (94,88%), Itapiranga - AM (94,82%), Bom Jardim da Serra - SC (94,82%), Tarrafas - CE (94,81%), Mirador - MA (94,81%), Tocantínia - TO (94,79%), Senador José Porfírio - PA (94,77%), e Novo Acordo - TO (94,75%). Na 4ª classe, ou seja, na dos municípios que apresentam entre 75.00% e 89.99% da sua área ocupada com Classes Naturais, aparecem 547 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Choró - CE (89,98%), Herval - RS (89,97%), Salinópolis - PA (89,97%), Avelino Lopes - PI (89,96%), Ibaretama

- CE (89,92%), Jacupiranga - SP (89,91%), Itaueira - PI (89,88%), Rodrigues Alves - AC (89,81%), São Bernardo - MA (89,77%), e Ilha Grande - PI (89,72%). Já a 5ª classe, ou seja, a dos municípios que apresentam entre 50.00% e 74.99% da sua área ocupada com Classes Naturais, é a que apresenta a segunda maior frequência, com 1.111 municípios, dos quais podem ser destacados os dez primeiros: Lagoa - PB (74,97%), Lajeado Novo - MA (74,90%), Ibirama - SC (74,89%), Itapiratins - TO (74,86%), Parelhas - RN (74,82%), Pirapemas - MA (74,82%), Junco do Seridó - PB (74,80%), Apiaí - SP (74,80%), Coribe - BA (74,78%), e Tomé-Açu - PA (74,77%) (Figuras 55.11a e 55.11b, e Figuras 55.12a e 55.12b).

Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra nos Últimos 30 Anos nos Municípios

Numa análise conjunta da dinâmica ocorrida na proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais nos Municípios durante as últimas três décadas surge um padrão geral que se repete, praticamente, em todos os conjuntos de municípios analisados: a partir de 1985 ocorre um aumento acentuado da conversão de Classes Naturais em Classes Antrópicas, o que perdura até o final das duas primeiras décadas (2000 – 2005), e a partir daí começa uma estabilização que dura ao longo da última década, ou seja, até 2017.

Considerando a dinâmica ocorrida na **área absoluta** ocupada por **Classes Antrópicas**, entre os 10 municípios que apresentam os maiores valores aparecem dois de forma bem destacada. O primeiro é Ribas do Rio Pardo - MS (área do município igual a 1.730.877 ha), no qual as Classes Antrópicas ocupavam mais de 600.000 ha em 1985, e a partir daí ocorreu um aumento gradual e constante até alcançar mais de 1.300.000 ha em 2005, quando iniciou uma estabilização em torno deste valor até 2017. O segundo município com maior dinâmica nos últimos 30 anos é São Félix do Xingu - PA (8.421.276 ha) o qual era coberto por menos de 50.000 ha de Classes Antrópicas em 1985, mas após isso houve um aumento desenfreado na conversão de Classes Naturais em Classes Antrópicas até alcançar, praticamente, 1.500.000 ha em 2010, quando iniciou uma tendência de estabilização em torno deste valor até 2017. Todos os outros oito municípios apresentam um comportamento semelhante ao do padrão geral, ou seja, um início em 1985 em torno de 100.000 ha ocupados por Classes Antrópicas, a partir daí ocorre um aumento gradual nos 20 anos seguintes até estas alcançarem uma área em torno de 500.000 ha por volta de 2005, e então inicia-se uma estabilização na década seguinte em torno de 700.000 ha até 2017. Estes municípios são os seguintes, em ordem decrescente de área absoluta convertida de Classes Naturais para Classes Antrópicas nas últimas três décadas: Porto Velho - RO (707.019 ha), Marabá - PA (618.431 ha),

Novo Repartimento - PA (580.322 ha), Juara - MT (573.581 ha), Cumaru do Norte - PA (563.912 ha), Altamira - PA (560.740 ha), Santana do Araguaia - PA (477.542 ha) e Brasnorte - MT (476.799 ha) (Figuras 55.13, 55.14, 55.15, 55.16 e 55.17).

Agora, considerando a dinâmica ocorrida na **área absoluta** ocupada por **Classes Naturais**, entre os 10 municípios que apresentam os maiores valores aparece um de forma bem destacada por possuir uma área muito grande. Este município é Cocos - BA (área do município igual a 1.014.056 ha), no qual mais de 30.000 ha passaram de Classes Antrópicas para Classes Naturais nas últimas três décadas. Outros seis municípios apresentam um dinâmica semelhante, ou seja, iniciam em 1985 em torno de 90.000 ha de Classes Naturais, depois nos 10 anos seguintes sofrem uma rápida subida para cerca de 100.000 ha, e a partir daí ocorre uma estabilização em torno de 110.000 ha até 2017. Estes municípios são os seguintes, em ordem decrescente de área absoluta que passou de Classes Antrópicas para Classes Naturais, ou seja, ocorreu uma revegetação nas últimas três décadas: Patrocínio - MG (287.437 ha), Coromandel - MG (331.313 ha), São Roque de Minas - MG (209.887 ha), Patos de Minas - MG (319.018 ha), Ponta Porã - MS (533.050 ha) e Pedra Azul - MG (159.468 ha). Os outros três municípios restantes apresentam um padrão menos variável durante as últimas três décadas e estabilizado em torno de 81.000 ha para Ibipeba - BA (138.200 ha), 53.000 ha para Joaíma - MG (166.420 ha) e 24.000 ha para Pereira Barreto - SP (97.423 ha) (Figuras 55.13, 55.14, 55.15, 55.16 e 55.17).

Por outro lado, ao levar em consideração a dinâmica ocorrida na **área relativa** de cada município ocupada por **Classes Antrópicas** nos últimos 30 anos, o padrão geral já descrito anteriormente fica ainda mais claro. Curiosamente, todos os 10 municípios que apresentam os maiores valores de conversão de Classes Naturais em Classes Antrópicas apresentam o mesmo comportamento durante as últimas três décadas. Em outras palavras, em 1985 todos apresentavam apenas cerca de 12% da área do município ocupada por Classes Antrópicas, e a partir daí sofrem um forte e contínuo aumento em duas décadas para cerca de 37% (em 1995 chega a três vezes o percentual original) e para 74% (em 2005 chega ao dobro do percentual da década anterior), e partir daí ocorre uma gradual estabilização em torno de 77% da área dos municípios ocupada por Classes Antrópicas. Estes 10 municípios que se encaixam dentro deste padrão são os seguintes, em ordem decrescente de área relativa convertida de Classes Naturais para Classes Antrópicas nas últimas três décadas: Eldorado do Carajás - PA (295.669 ha), Tucumã - PA (251.256 ha), Junco do Maranhão - MA (55.504 ha), Urupá - RO (83.175 ha), Maranhãozinho - MA (76.093 ha), Nova Guarita - MT (111.411 ha), Ipiranga do Norte - MT (346.707 ha), Plácido de Castro - AC (194.393 ha), Governador Nunes

Freire - MA (103.715 ha) e São Domingos do Araguaia - PA (139.248 ha) (Figuras 55.13, 55.14, 55.15, 55.16 e 55.17).

Agora considerando a dinâmica ocorrida na **área relativa** de cada município ocupada por **Classes Naturais** nas últimas três décadas, o padrão geral descrito acima não fica tão claro, e predomina um comportamento mais oscilatório. Entre os 10 municípios deste agrupamento existe um, Alcântaras - CE (área do município igual a 13.861 ha), o qual em 1985 já possuía 80% da sua área relativa ocupada por Classes Naturais, cujo valor passou para 95% na década seguinte (1995), e então permaneceu estabilizado em torno deste valor até 2017. O segundo município, São José do Seridó - RN (17.450 ha), iniciou em 1985 em torno de 55% da sua área relativa ocupada por Classes Naturais, e a partir daí apresenta um aumento gradual até atingir mais de 75% em 2005, mas então mostra uma queda para 65% na década seguinte (2015), e então um novo aumento para mais de 70% em 2017. Então surgem três municípios que apresentam um comportamento muito semelhante, com praticamente metade da área relativa ocupada por Classes Naturais em 1985, um aumento até em torno de 70% na década seguinte (1995), e a partir de então uma queda gradual até atingir cerca de 60% em 2015, e então um rápido aumento novamente para 70% em 2017. Estes três municípios são os seguintes: Jardim do Seridó (36.764 ha) e Santana do Seridó (18.843 ha), municípios vizinhos, e São José do Sabugi (20.689 ha), todos do RN e próximos entre si. Em sexto lugar aparece Parari - PB (20.770 ha), que apresenta uma queda acentuada de 40% para 20% entre 1985 e 1990 na área relativa ocupada por Classes Naturais, e a partir daí uma lenta recuperação nos 20 anos seguintes até atingir novamente os 40% em 2010, depois uma queda leve para 30% em 2015, e um então um aumento rápido para cerca de 60% em 2017. Por último, aparecem mais quatro municípios com um comportamento semelhante, já que os quatro iniciam 1985 com cerca de 20% da área relativa ocupada por Classes Naturais, depois um aumento gradual para um valor próximo de 35% em 1995, seguido de uma queda para cerca de 25% em 2005, um leve aumento para um valor em torno de 30% em 2010, uma leve queda para cerca de 33%, terminando com um novo aumento até um valor próximo de 35% em 2017. Estes quatro municípios são os seguintes: Conceição do Almeida (28.484 ha) e Sapeaçu (13.122 ha), ambos da BA e municípios vizinhos, Alhandra - PB (18.267 ha) e Pereira Barreto - SP (97.423 ha) (Figuras 55.13, 55.14, 55.15, 55.16 e 55.17).

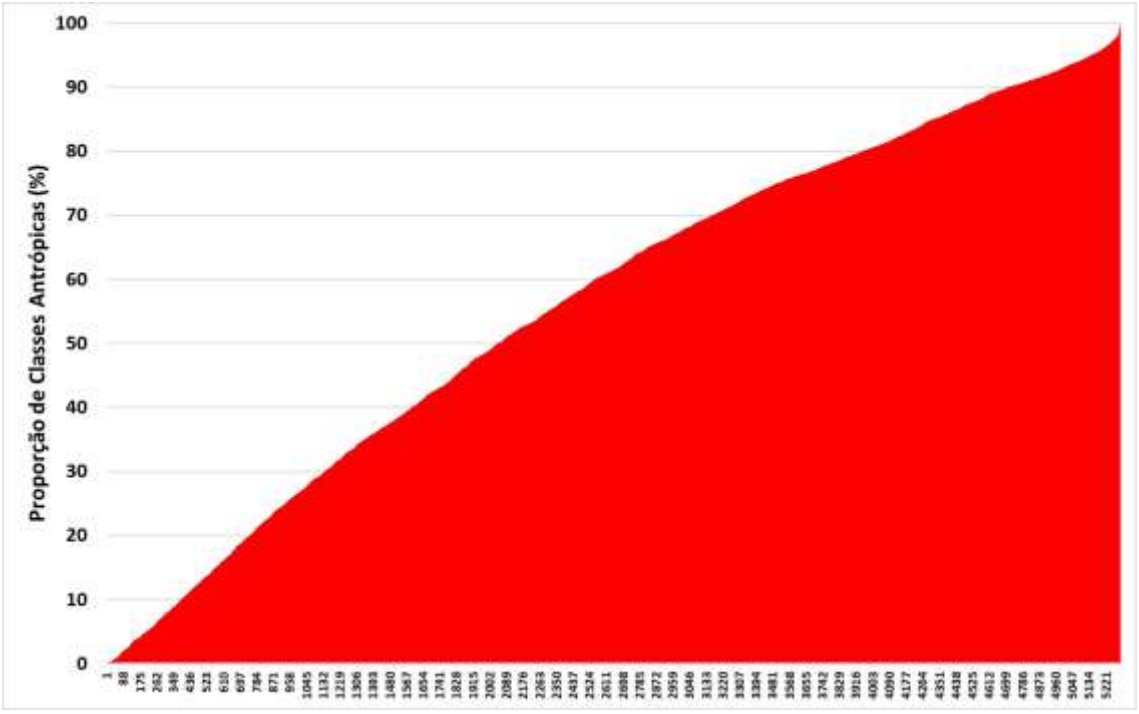


Figura 55.11a. Proporção de Classes Antrópicas (%) para todos os Municípios, ordenados em ordem crescente, e considerando os dados de 2017.

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

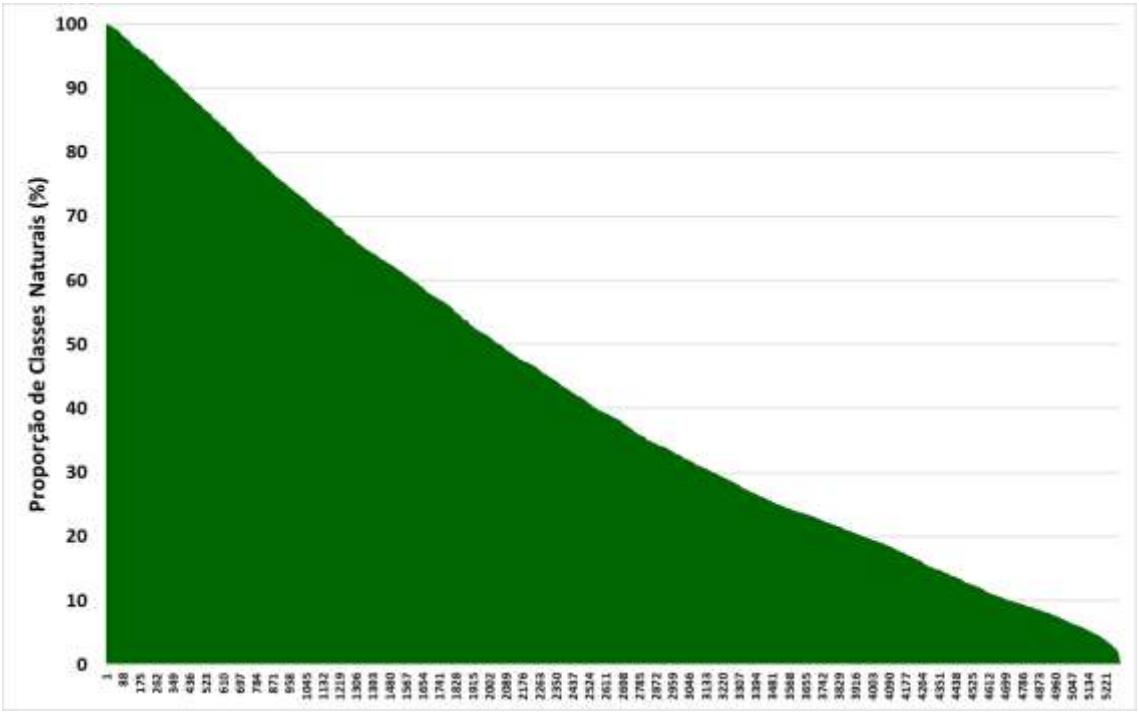


Figura 55.11b. Proporção de Classes Naturais (%) para todos os Municípios, ordenados em ordem decrescente, e considerando os dados de 2017.

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

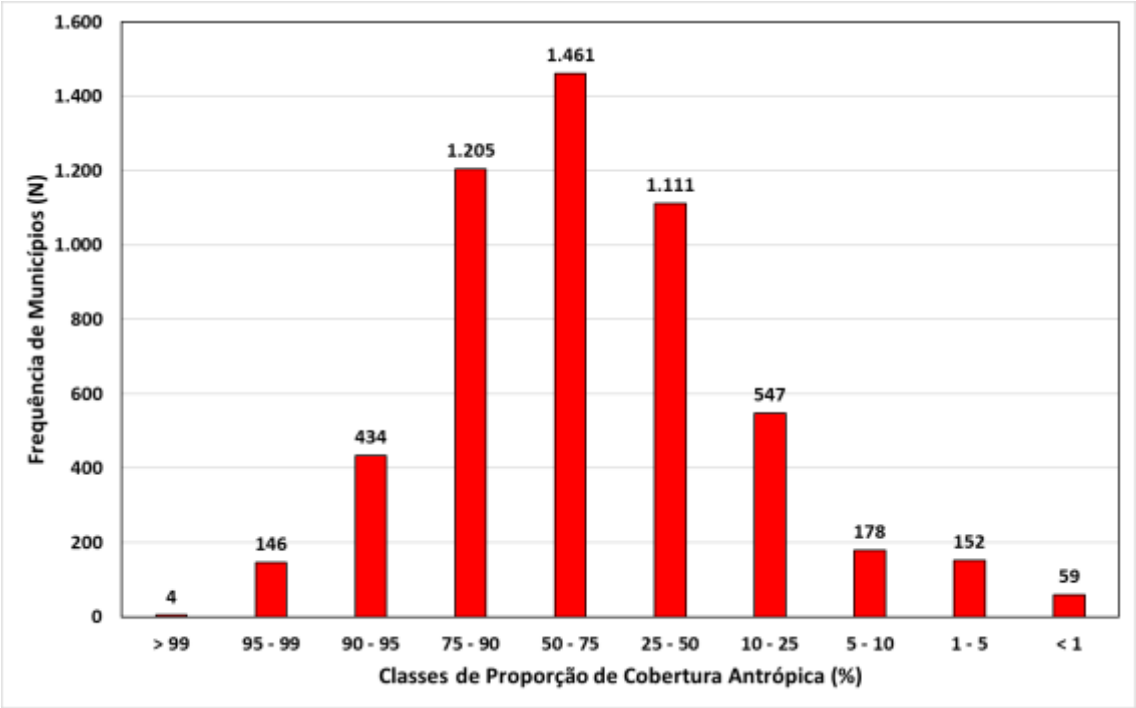


Figura 55.12a. Frequência de Municípios por Classes de Proporção de Cobertura Antrópica (%), considerando os dados de 2017.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

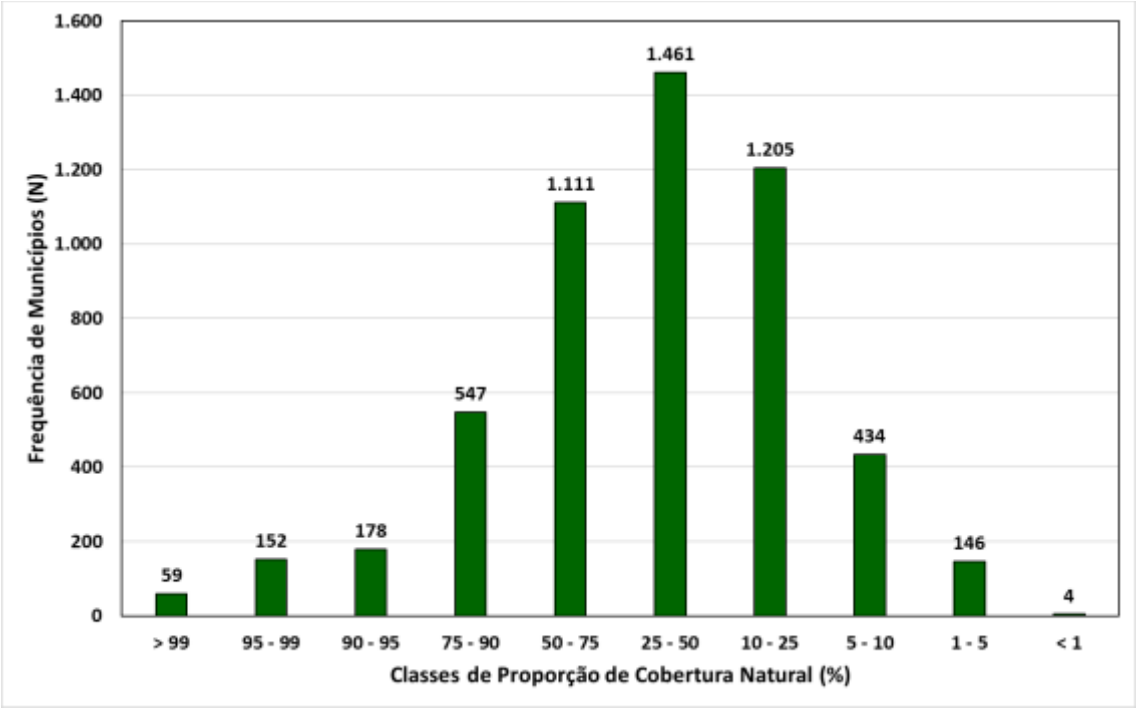


Figura 55.12b. Frequência de Municípios por Classes de Proporção de Cobertura Natural (%), considerando os dados de 2017.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

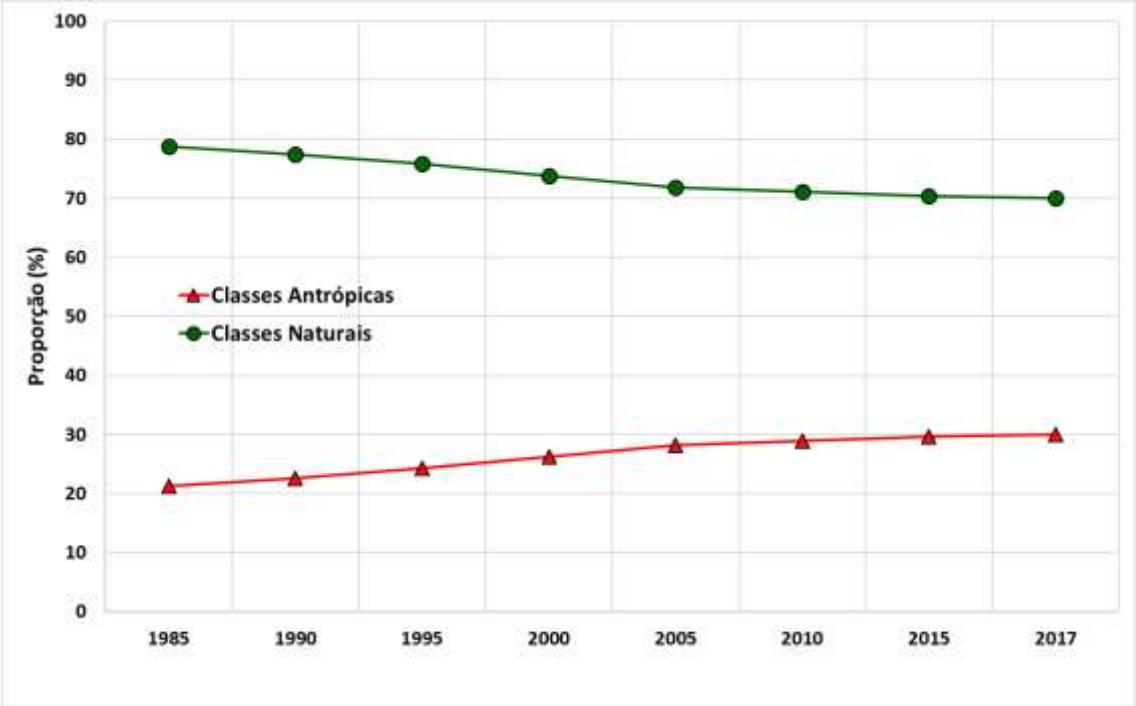


Figura 55.13. Dinâmica da Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais nos Municípios em cada quinquênio, em termos de área ocupada relativa, considerando os dados das últimas três décadas.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

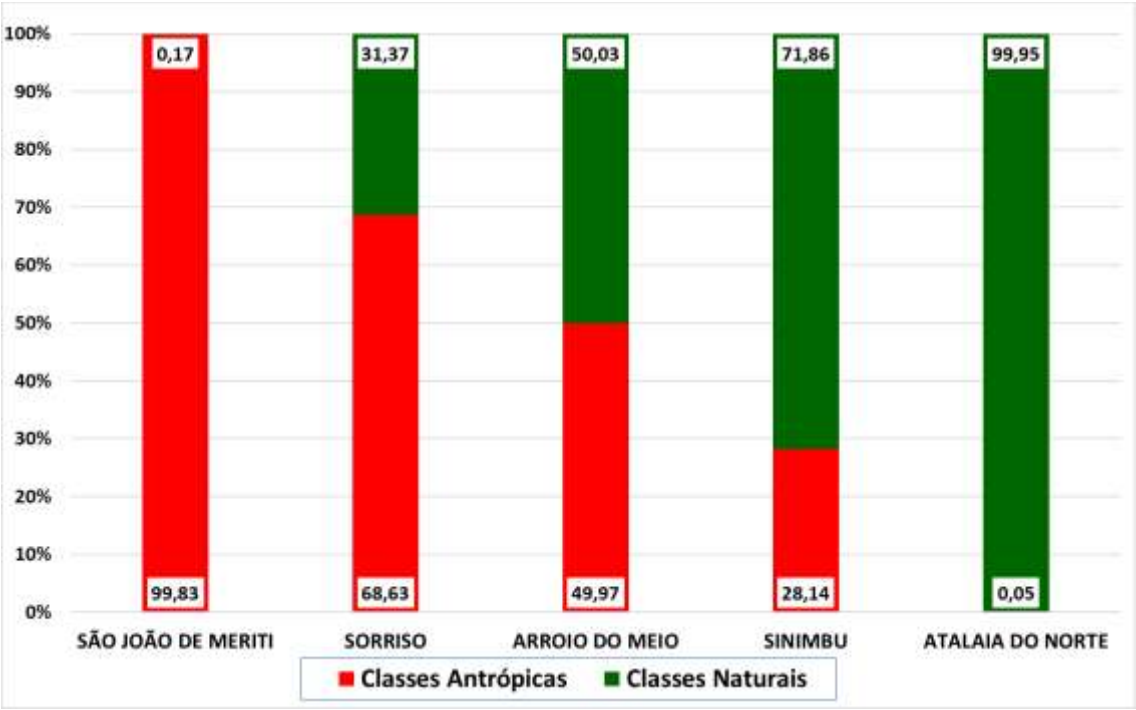


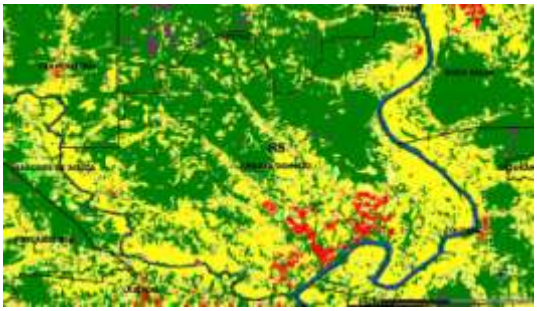
Figura 55.14. Municípios-Exemplo tomados como referência para ilustrar os casos extremos e intermediários de Proporção de Classes Antrópicas e Naturais: a) São João de Meriti - RJ, b) Sorriso - MT, c) Arroio do Meio - RS, d) Sinimbu - RS e e) Atalaia do Norte - AM.
Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

1:450.000

a) Atalaia do Norte - AM
(N = 99,95% - A = 0,05%)

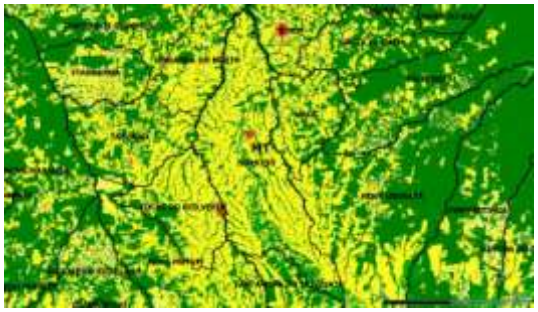
1:60.000

b) Sinimbu - RS
(N = 71,86% - A = 28,14%)



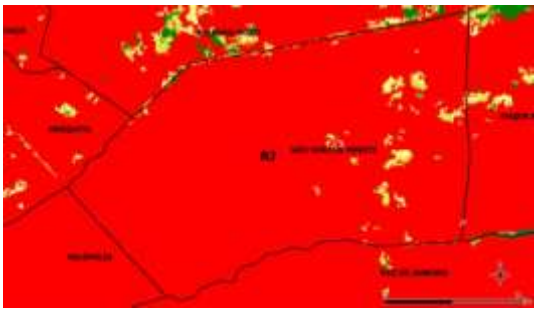
1:76.000

c) Arroio do Meio - RS
(N = 50,03% - A = 49,97%)



1:417.000

d) Sorriso - MT
(N = 31,37% - A = 68,63%)



1:37.000

e) São João de Mereti - RJ
(N = 0,17% - A = 99,83%)

Universidade Federal de São João del-Rei e
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Elaboração Cartográfica:
André Hirsch
Elena Charlotte Landau

Base Cartográfica:
IBGE (2019)
Projeto MapBiomas (2019)

Escala: variável, conforme anotado
Datum: WGS84

Figura 55.15. Mapas mostrando Municípios-Exemplo tomados como referência para ilustrar os casos extremos e intermediários de Proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais: a) Atalaia do Norte - AM, b) Sinimbu - RS, c) Arroio do Meio - RS, d) Sorriso - MT e e) São João de Meriti - RJ).

Elaboração: André Hirsch. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

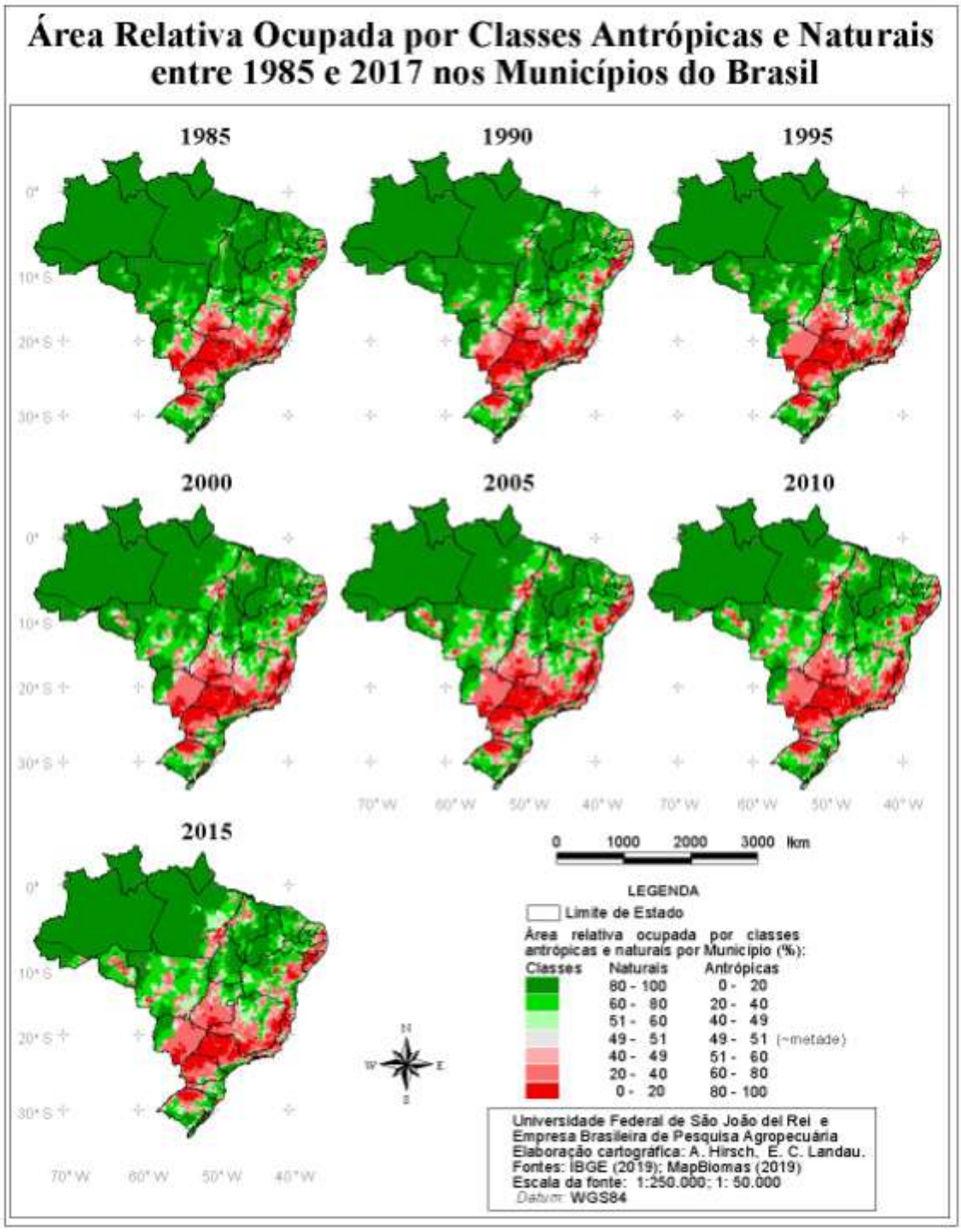


Figura 55.16. Mapa mostrando a distribuição espacial da predominância de Classes Antrópicas e Classes Naturais por Município do Brasil nas últimas três décadas (1985 a 2017).

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte: IBGE (2019) e Projeto MapBiomas (2019).

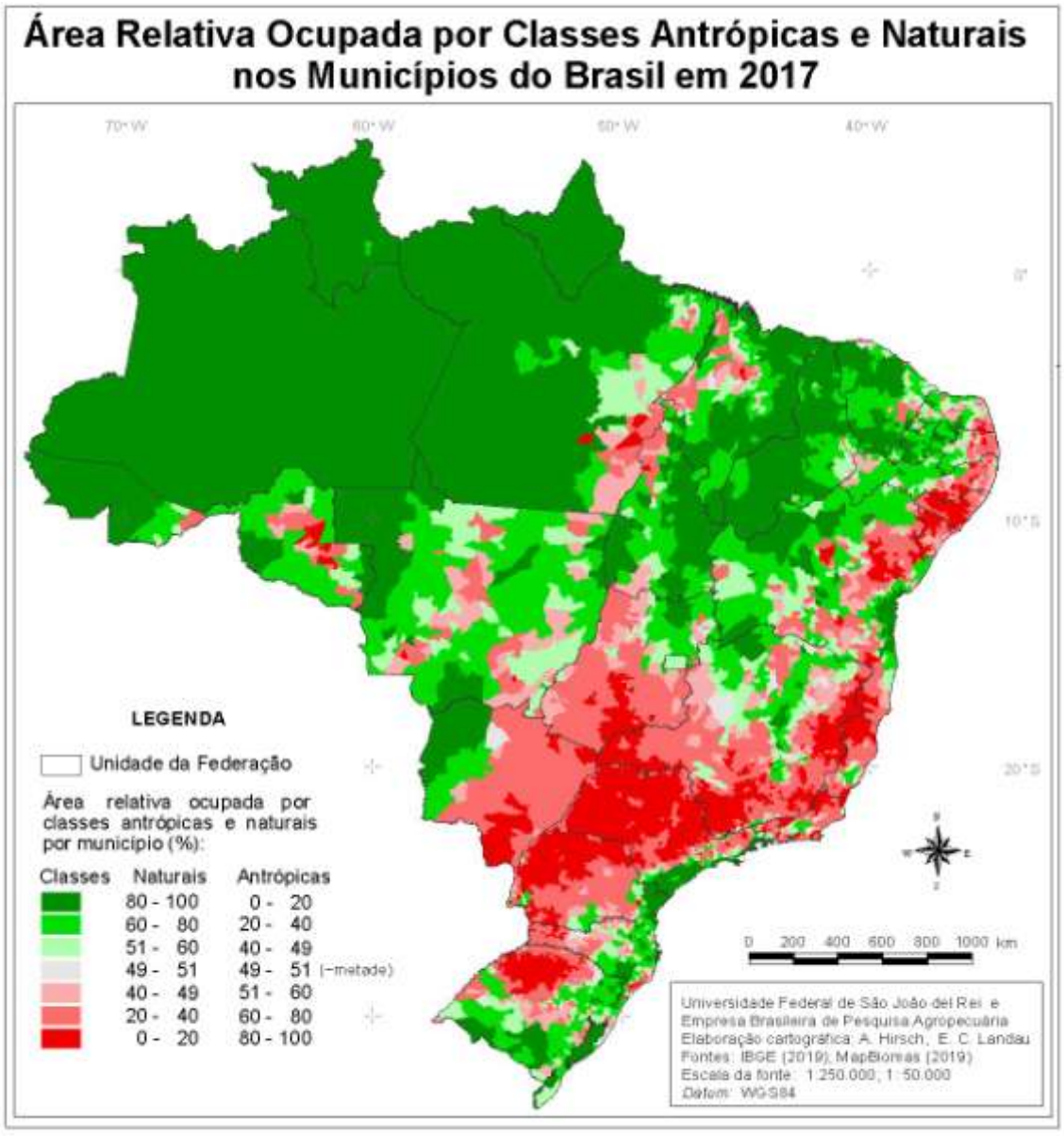


Figura 55.17. Mapa mostrando a distribuição espacial da predominância de Classes Antrópicas e Classes Naturais por Município do Brasil, considerando os dados de 2017.

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte: IBGE (2019) e Projeto MapBiomas (2019).

Histórico de Antes do Projeto MapBiomas

A interpretação de imagens de satélite de forma adequada e a utilização da metodologia mais eficiente podem trazer resultados muito benéficos quando é necessário trabalhar numa paisagem altamente dinâmica. O atual grau e velocidade do impacto das atividades antrópicas sobre a cobertura vegetal nativa, muitas vezes ocupada por espécies já ameaçadas de extinção, torna premente a aquisição do máximo de informações sobre a biodiversidade e a matriz da paisagem onde ela está inserida, e no menor espaço de tempo possível (Hirsch, 2003).

Já houve algumas iniciativas anteriores para mapear a cobertura vegetal e o uso da terra cobrindo todo o território brasileiro. Uma das primeiras iniciativas foi implementada pela Fundação SOS Mata Atlântica a qual, em parceria com o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e o Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) começou a mapear o bioma Mata Atlântica a partir de 1985, produzindo como resultado os Atlas dos Remanescentes de Mata Atlântica e Ecossistemas Associados. Os produtos foram gerados em formato impresso e digital (arquivos vetoriais *shapefiles*), com recorte seguindo a articulação das cartas topográficos do IBGE na escala de 1:250.000 de acordo com a Carta Internacional ao Milionésimo (CIM), e com base em imagens de satélite Landsat 5 TM (sensor *Thematic Mapper*), em períodos de cinco em cinco anos, usando técnicas manuais e semiautomáticas de interpretação e classificação supervisionadas (Evolução..., 1993).

Uma outra iniciativa foi realizada em 2004, quando o Ministério do Meio Ambiente lançou seis editais para o mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra em todo o Brasil, o que foi executado através do Programa PROBIO (Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira), a qual abrangeu, pela primeira vez, todos os seis biomas que cobrem o território brasileiro. Da mesma forma, os produtos foram gerados em formato impresso e digital (arquivos vetoriais *shapefiles* e PDF), com recorte seguindo a articulação das cartas topográficos do IBGE na escala de 1:250.000 de acordo com a CIM, e com base em imagens de satélite Landsat 7 ETM+ (sensor *Enhanced Thematic Mapper* +), mas de um único período, tendo como 2002 o ano-base das imagens Landsat, e usando técnicas semiautomáticas de interpretação e classificação supervisionadas (Brasil, 2007a, 2007b).

Depois destas inciativas, cabe mencionar a tentativa do IBGE, em parceria com o MMA, para mapear a cobertura vegetal e uso da terra no Brasil em anos mais recentes, especificamente, 1996, 2000, 2007, 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018. Estes mapeamentos se baseiam nas informações coletadas pelo IBGE por distrito censitário e numa grade estatística de 1 km^2. Cruzando os dados oficiais obtidos através dos censos

populacionais, censos agropecuários e atividades econômicos predominantes em cada distrito censitário, com imagens de satélite Landsat 8 OLI / TIRS (sensor *Operational Land Imager* / *Thermal InfraRed Sensor*), foi possível determinar as mudanças na cobertura vegetal e uso da terra nos diferentes períodos analisados para cada uma das cerca de 8,7 milhões de células da grade estatística. Posteriormente, estas imagens de satélite também foram usadas pelo IBGE para validar ou não as classes de cobertura vegetal e uso da terra nos mapas produzidos em anos anteriores (IBGE, 2018).

Em 2012 surgiu o CAR (Cadastro Ambiental Rural), criado pela Lei nº 12.651/2012, instituído legalmente pelo novo Código Florestal do Brasil no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima) e implantado por meio da Instrução Normativa nº2 de 05/05/2014 do Ministério do Meio Ambiente. O CAR, o SICAR (Sistema de Cadastro Ambiental Rural) e o PRA (Programa de Regularização Ambiental) consistem em uma base de dados estratégica para o controle, monitoramento, combate ao desmatamento e planejamento ambiental e econômico. Pelo fato de os dados cadastrados pelos donos de propriedades rurais serem de caráter declaratório, ocorre muita sobreposição das áreas declaradas como vegetação nativa, Reserva Legal e/ou Áreas de Preservação Permanente (APP) com Unidades de Conservação (11% da área declarada), Áreas Embargadas (9% da área declarada) e Terras Indígenas (3% da área declarada), além do somatório das áreas declaradas pelos proprietários dos Estados ser maior que a própria área oficial das Unidades da Federação, segundo informações disponibilizadas no próprio sítio do SICAR (Brasil, 2019; Brandão et al., 2016). Por este motivo, dentre outros aspectos, o grande desafio do CAR no Brasil será sua fase de validação pelos órgãos ambientais competentes, e os dados anuas processados com resolução espacial de 30 m pelo Projeto MapBiomas abrangendo as últimas três décadas para todo o território brasileiro poderão contribuir de forma decisiva para uma melhor transparência da política ambiental e conservacionista do Brasil.

Referências

ARAÚJO, H. M.; SILVA, P. A. A.; HIRSCH, A.; FERRAZ, L. C. B. Diagnóstico espacial dos agricultores orgânicos certificados na área de atuação do Projeto CVT-MG Guayi - Spatial diagnosis of certified organic farmers on the scope of CVT-MG Guayi. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 1-6, 2015.

BILENCA, D.; CODESIDO, M.; GONZÁLEZ FISCHER, C.; PÉREZ CARUSI, L.; ZUFIAURRE, E.; ABBA, A. Impactos de la transformación agropecuária sobre la biodiversidad en la Província de Buenos Aires. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, v. 14, n. 2, p. 189-198, 2012.

BRANDÃO, A. B.; BACCAS, D.; AREAL, G. R. E.; MARTINS, M. R. S.; LIMA, M. G.; BRITO, R. S. P. B.; FERREIRA, T. G. Principais aspectos da nova regulamentação do Cadastro Ambiental Rural (CAR). **Revista do BNDES**, v. 45, p. 197-241, 2016. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9354>. Acesso em: 19 dez. 2019.

BRASIL. Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998. Promulga a convenção sobre diversidade biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. **Diário Oficial da República Federativa [do] Brasil**. Brasília, DF, 17 mar. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm>. Acesso em: 22 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biomas**. Brasília, DF, 2007a. Relatório final. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/>. Acesso em: 19 dez. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasília, DF, 2007b. Relatório final. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>. Acesso em: 19 dez. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural**: imóveis. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>. Acesso em: 19 dez. 2019.

CHOMITZ, K.; FONSECA, G. A. B.; ALGER, K.; STOMS, D.; HONZÁK, M.; LANDAU, E. C.; THOMAS, T.; THOMAS, W.; DAVIS, F. W. Viable reserve networks arise from individual landholder responses to conservation incentives. **Ecology and Society**, v. 11, n. 2, 2006. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art40/>. Acesso: 22 maio 2019.

DOBROVOLSKI, R.; LOYOLA, R. D.; MARCO JÚNIOR, P. de; DINIZ-FILHO, J. A. F. Agricultural expansion can menace Brazilian protected areas during the 21st century. **Natureza & Conservação**, v. 9, n. 2, p. 208-213, 2011.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ArcGIS**: the mapping and analytics platform: v. 10.2. Redlands, 2013. Disponível em: <http://www.esri.com/software/arcgis>. Acesso em: 23 maio 2019.

EVOLUÇÃO dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período de 1985 a 1990: relatório. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993. 46 p.

FAO. **Como alimentar a crescente população humana**. Roma, 2016. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-como-alimentar-a-crescente-populacao-global>. Acesso em: 22 maio 2019.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 7 mar. 2019a

GOOGLE. **Google Earth Engine**. Disponível em: <https://earthengine.google.com/>. Acesso em: 7 mar. 2019b.

HIRSCH, A. Habitat fragmentation and priority areas for primate conservation in the Rio Doce Basin, Minas Gerais. **Neotropical Primates**, v. 11, n. 3, p. 195-196, 2003.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 10 maio 2019.

IBGE. **IBGE apresenta nova área territorial brasileira**: 8.515.767,049 km². Rio de Janeiro, 2012. Agência IBGE Notícias. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>. Acesso em: 3 maio 2019.

IBGE. **Cidades**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>. Acesso em: 9 out. 2019.

IBGE. **Malha municipal digital 2018**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=sobre />. Acesso em: 12 dez. 2019.

INTERNATIONAL DATA BASE. **World population information**. Maryland: U.S. Bureau of the Census, 2019. Disponível em: <http://www.census.gov/ipc/www/idbnew.html>. Acesso em: 22 maio 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Programa CBERS - China Brasil Earth Resource Satellite - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres**. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/>. Acesso em: 8 mar. 2019.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing**: a remote sensing perspective. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 318 p.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. Curitiba: MundoGEO, 2009. 318 p.

LANDAU, E. C.; HIRSCH, A.; MUSINSKY, J. Vegetation cover and land use in the Atlantic coastal forest of Southern Bahia, Brazil, based on satellite imagery: a comparison among municipalities. In: THOMAS, W. W. (Ed.). **The Atlantic Coastal Forest of Northeastern Brazil**. New York: The New York Botanical Garden, 2008. p. 221-244.

LANDAU, E. C.; MOURA. L.; GUIMARÃES, D. P.; HIRSCH, A. **Dinâmica espaço-temporal da produção de milho, soja e café no Estado de Minas Gerais entre 1990 e 2016**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 79 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 162).

LANDAU, E. C.; PIMENTA, F. M.; GUIMARÃES, D. P.; HIRSCH, A.; SEVERNINI, L. F.; NERY, R. N.; NEVES, A. E. **GeoPortal Embrapa Milho e Sorgo**: plataforma para disponibilização de bases de dados de informações multidisciplinares georreferenciadas. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 80 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 157).

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456 p.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. **Quantum GIS v. 2.18 Las Palmas.** Vancouver, 2016. Disponível em: <http://qgis.org/>. Acesso em: 13 maio 2019.

PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P. **Servidores de mapas**: programação para disponibilizar dados geográficos multidisciplinares utilizando tecnologias livres. Brasília, DF: Embrapa; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 216 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90050/1/Servidores-de-Mapas.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção v. 3.1 da série anual de mapas de cobertura e uso do solo no Brasil**. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 8 mar. 2019.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747 p.

TEIXEIRA, C. P.; HIRSCH, A.; PERINI, H.; YOUNG, R. J. Marsupials from space: fluctuating asymmetry, geographical information systems and animal conservation. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 273, n. 1589, p. 1007-1012, 2006.

UNITED NATIONS. **Rio 92 general assembly**. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <https://www.un.org/documents/ga/conf151/spanish/aconf15126-3annex3s.htm>. Acesso em: 22 maio 2019.

WACKERNAGEL, M.; SCHULZ, N. B.; DEUMLING, D.; CALLEJAS-LINARES, A.; JENKINS, M.; KAPOS, V.; MONFREDA, C.; LOH, J.; MYERS, N.; NORGAARD, R.; RANDERS, J. Tracking the ecological overshoot of the human economy. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 14, p. 9266-9271, 2002.

WULDER, M. A.; WHITE, J. C.; LOVELAND, T. R.; WOODCOCK, C. E.; BELWARD, A. S.; COHENE, W. B.; FOSNIGHT, E. A.; SHAW, J.; MASEK, J. G.; ROY, D. P. The global Landsat archive: status, consolidation, and direction. **Remote Sensing of Environment**, v. 185, p. 271-283, 2016.

Serviços ecossistêmicos

Inseto (mamangaba)
polinizando flor
Linha São João, Sinimbu - RS
(25 dez. 2018)
Foto: Elena Charlotte Landau

Capítulo 56

Serviços Ecossistêmicos e Agricultura

Marcela Costa Ferreira
Anderson Oliveira Latini

O que são Serviços Ecossistêmicos?

A superfície terrestre é constituída por diversos recursos naturais como os solos, a água, o ar e os próprios ecossistemas, todos essenciais para o funcionamento da economia global, para a garantia da qualidade de vida e para a manutenção de todos os organismos vivos na Terra (Comissão Europeia, 2011). Desde muitos anos, economistas vêm se referindo a vários destes recursos[1], como "serviços" prestados por "agentes naturais", porém, apenas no início da década de 1960 surgiram os primeiros estudos sobre a Economia Ambiental, objetivando compreender o valor econômico do meio ambiente (Gómez-Baggethun et al., 2010).

À medida em que as pesquisas científicas começaram a indicar a dependência que a sociedade possui em relação aos sistemas naturais, estes serviços atraíram maior atenção das pessoas. Foi assim que, já no final da década de 70, objetivando aumentar o interesse público pela conservação dos recursos naturais, surgiram as primeiras nomeações das *funções benéficas* realizadas pelos ecossistemas como *benefícios* ou *serviços* (Gómez-Baggethun et al., 2010). Uma vez que ainda eram necessários avanços nos conhecimentos ecológicos da época, a noção destes benefícios e serviços não era clara como é atualmente. Apenas por volta dos anos 1980 o conceito de serviços ecossistêmicos (SE) foi introduzido, vindo a ser utilizado novamente apenas na década de 90, quando a nomenclatura, a teoria envolvida e a prática, incluindo suas aplicações, ganharam intensidade e passaram a integrar a literatura científica e a operar principalmente por meio do paradigma econômico (Gómez-Baggethun et al., 2010; Vihervaara et al., 2010), favorecendo a monetização e a mercantilização das funções do ecossistema (Gómez-Baggethun et al., 2010).

Embora o conceito de SE seja extremamente valioso para o desenvolvimento social e econômico de forma sustentável, ainda hoje, não é devidamente disseminado e

[1] Recurso é um termo utilizado para referenciar qualquer elemento que, a partir do seu uso por organismos ou pelas pessoas, reduz a sua disponibilidade. Do ponto de vista humano, os recursos comumente são limitados e precisam ser manejados de forma racional na tentativa de prolongar a sua disponibilidade no tempo.

apresenta definições distintas (Whately; Hekowhitz, 2008). Os benefícios disponibilizados ao Homem pelos ecossistemas naturais, sob a forma de alimentos, água potável, regulação climática, dentre outros, além de serem nomeados SE (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Sukhdev et al., 2010; Berghöfer, 2011; Vilela et al., 2018), como aqui foi feito, podem ser nomeados serviços ambientais (SA), já que ambos têm sido amplamente utilizados para designar os mesmos processos (Vihervaara et al., 2010; Whately; Hekowhitz, 2008). Por exemplo, no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA[2]) distingue SE de SA apontando o primeiro, SE, como o conjunto de benefícios que a natureza entrega às pessoas e o segundo, SA, como atividades que as pessoas executam que beneficiam os ecossistemas e que afetam positivamente a disponibilidade de SE. Apesar desta distinção feita pelo MMA, estudos usando o mesmo significado para os dois conceitos, SE e SA, são comuns. Contudo, como a maior parte dos estudos tem como foco central os benefícios dos ecossistemas para o bem-estar humano, neste capítulo será utilizado o conceito de SE como tradicionalmente foi proposto pelo TEEB[3] (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Sukhdev et al., 2010; Berghöfer, 2011), atribuindo à categoria dos SE apenas os benefícios finais diretamente relacionados ao bem-estar humano (Haines-Young; Potschin, 2017).

Foi a partir da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2001 e 2005), realizada com o objetivo de estabelecer bases científicas necessárias para a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais, que se tornaram mais claras as diversas definições relacionadas aos ecossistemas e a seus benefícios associados (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Desde então, o número de publicações sobre SE aumentou bastante, e a relevância científica e política deste conceito começou a ser aceita globalmente (Vihervaara et al., 2010). Atualmente, os SE estão inseridos no centro da estrutura de desenvolvimento sustentável, em razão das mudanças evidentes das perspectivas econômicas para as ecológicas. Todavia, para apoiar adequadamente as práticas sustentáveis é fundamental que se diminuam as controvérsias e que se melhorem as suas abordagens (Yang et al., 2018).

[2] A Constituição da República Federativa do Brasil prevê que o meio ambiente deve ser preservado e defendido pelo Poder Público, e tal previsão justifica a existência do MMA, que é responsável pela promoção do conhecimento, da proteção e da recuperação do meio ambiente, além de reger o uso dos recursos naturais e estimular a valorização dos serviços ambientais e do desenvolvimento sustentável em políticas públicas da sociedade.

[3] TEEB é o termo utilizado para abreviar “The Economics of Ecosystems and Biodiversity” que trata de uma iniciativa global que objetiva “tornar os valores da natureza visíveis” através do seu reconhecimento, da demonstração da sua existência e importância e pela captura do valor monetário da natureza em todo o planeta. Mais detalhes podem ser encontrados no site do TEEB: http://www.teebweb.org/.

Uma vez que a literatura científica sobre SE frequentemente apresenta ambiguidades nas definições de termos-chave, como de processos, de funções e de serviços ecossistêmicos, é importante distinguir estes termos. Originalmente, SE foram classificados em quatro categorias e dentre estas categorias estava a de *serviços de suporte*, ilustrados pela formação dos solos, além do processo da fotossíntese e os ciclos biogeoquímicos de nutrientes (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Sukhdev et al., 2010; Berghöfer, 2011). Porém, com o avanço das pesquisas sobre o assunto, ficou evidente que estes são processos ou funções, e que constituem meios de disponibilizar os inúmeros serviços (Wallace, 2007).

Na ecologia, funções ecossistêmicas referem-se ao conjunto de processos ecossistêmicos que operam dentro de um sistema ecológico, independentemente da sua utilidade aos seres humanos (Gómez-Baggethun et al., 2010). As funções ecossistêmicas também podem ser consideradas como o resultado das complexas interações entre elementos bióticos e abióticos constituintes dos ecossistemas (Wallace, 2007) e um sinônimo dos processos ecossistêmicos (Fu et al., 2013; Wallace, 2007), como serão tratadas neste estudo (Figura 56.1).

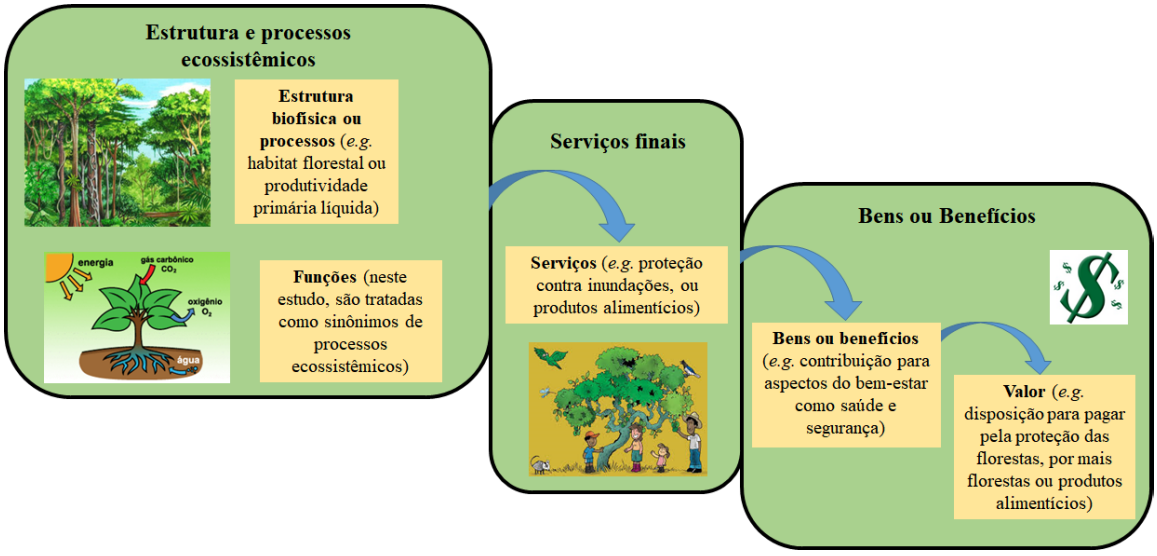


Figura 56.1. Relação entre estrutura, processos, serviços e bens e benefícios derivados dos ecossistemas naturais.

Fonte: Adaptado de Haines-Young e Potschin (2017).

O que de fato ocorre é que os processos ou funções naturais que estão disponíveis e que garantem o funcionamento dos ecossistemas são redefinidos como “serviços ecossistêmicos” quando apresentam “saídas” com potencial para serem usados pelo

Homem (Hueting et al., 1998). Os SE, por sua vez, originam os "bens e benefícios" que são, em última análise, qualquer coisa que possua valor para as pessoas. No entanto, às vezes, as "saídas" dos ecossistemas são tangíveis[4], apresentando valor monetário e, por isso, são representados como bens, por exemplo, madeira processada para o mercado. Já outras vezes os resultados podem ser intangíveis e, nesses casos, descritos como benefícios, por exemplo, o desenvolvimento cognitivo e a recreação (Haines-Young; Potschin, 2017).

Uma revisão feita por Wallace (2007) aponta que as inconsistências vão além dos termos utilizados, estando presentes na estrutura hierárquica da classificação usada. Apesar de existir outras formas, a recente Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) considera três categorias de serviços e tem como foco as saídas finais dos ecossistemas, sendo elas naturais, seminaturais ou altamente modificadas, todas diretamente relacionadas ao bem-estar da sociedade (Haines-Young; Potschin, 2017) (Tabela 56.1). Porém, segundo a CICES, esta deve ser considerada uma classificação potencial de serviços finais, uma vez que o contexto interfere na definição. Por exemplo, se utilizada como fonte de bebida a água, pode ser considerada um serviço final, porém, se o foco estiver no serviço da pesca recreativa, o peixe será o serviço final.

Com o aumento da importância do estudo dos sistemas ecológicos (Fu et al., 2013) e da conservação das áreas naturais com foco nos bens e serviços para a sociedade (Scherl et al., 2006), torna-se fundamental o entendimento dos processos que os sustentam para o melhor gerenciamento destes serviços (Fu et al., 2013). Assim, a identificação e a vinculação de valores aos SE, bem como aos processos que os sustentam pode ser considerada uma importante estratégia na tomada de decisões para o estabelecimento de medidas de conservação (Wallace, 2007) e de políticas públicas ambientais. Portanto, de um ponto de vista econômico e objetivando a conservação, SE são considerados "capital natural" da sociedade e devem ser identificados, mensurados e quantificados, tanto em termos monetários como também em termos não monetários (Berghöfer, 2011).

[4] Na economia do meio ambiente, os recursos naturais disponíveis totais rendem benefícios tangíveis e intangíveis ao Homem. Os tangíveis são os físicos, sendo considerados bens. Os intangíveis são imateriais, não existindo fisicamente, porém, não menor importância, e são considerados benefícios.

Tabela 56.1: Definições e classificação de alguns SE fundamentais.

Categorias (serviços)	Definição	Bens / Benefícios finais	
Serviços de provisão	Inclui todos os produtos alimentícios, não alimentícios e saídas energéticas, que as pessoas obtêm da natureza	Produtos alimentícios e não alimentícios	Alimento, água potável, fibras e sementes, plantas medicinais, madeira / lenha
		Saídas energéticas	Energia solar, energia eólica
Serviços de regulação e manutenção	Benefícios obtidos, provenientes da regulação e manutenção do ambiente feita pelos ecossistemas e / ou pelos seres vivos, que afetam a saúde, segurança, ou conforto dos seres humanos	Remediação de resíduos, substâncias tóxicas e outras perturbações de origem antropogênica	Biorremediação por microrganismos, algas e animais (por exemplo, limpeza de águas residuais); filtração / sequestro / estoque / acumulação por microrganismos, algas, plantas e animais; redução de cheiro, ruído e impactos visuais
		Regulação de fluxos básicos e eventos extremos (por exemplo, tempestades)	Controle de taxas de erosão; amortecimento e atenuação de movimentos de massas (por exemplo sedimentos); ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água (incluindo controle de inundação)
		Manutenção do ciclo de vida, proteção de habitats e proteção do *pool* genético[5]	Polinização e dispersão de sementes; manutenção de populações e de habitats (incluindo proteção do *pool* genético)
		Controle de pragas e doenças	Redução da incidência (áreas protegidas pelo tipo de sistema vivo)
		Regulação da qualidade do solo, da água e da atmosfera	Regulação da qualidade do solo pelos processos de intemperismo, decomposição e fixação; regulação das condições químicas da água; regulação climática global através da redução de gases do efeito estufa
Serviços culturais	Benefícios culturais, estéticos e espirituais obtidos a partir do contato com a natureza (paisagens naturais ou seminaturais)	Patrimônio cultural, beleza cênica e de conservação da paisagem, lazer, recreação	

Fonte: Adaptado de Haines-Young e Potschi (2017) e Brasil (2019).

[5] *Pool* genético abrange o conjunto de toda a informação genética de quaisquer populações, mas, normalmente, refere-se a uma espécie particular.

O reconhecimento dos serviços ecossistêmicos

Os benefícios obtidos dos ecossistemas, essenciais para o funcionamento da economia global, para a garantia da qualidade de vida e para a manutenção da vida na terra (Comissão Europeia, 2011), foram utilizados como se fossem inacabáveis e gratuitos por muito tempo, e por isso não eram devidamente apreciados (Yang et al., 2018). Contudo, nos últimos anos, percebeu-se que o modo de uso atual não é uma opção viável, sendo necessário desenvolver formas de usos mais eficientes destes benefícios (Comissão Europeia, 2011).

Estudos ambientais vêm apontando que SE são direta e negativamente afetados pela deterioração dos ecossistemas naturais. Esta constatação parte do princípio que para estes serviços serem disponibilizados é importante a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas já que as funções ecossistêmicas estão diretamente relacionadas à conservação dos seus elementos (Celentano et al., 2017; Gross et al., 2005; Ren et al., 2017; Sukhdev et al., 2010) e significativamente mais disponíveis em ecossistemas naturais preservados em comparação aos degradados (Celentano et al., 2017).

A disponibilização de SE depende, portanto, da composição, estrutura e funções ou processos de um ecossistema (Fu et al., 2013; Haines-Young; Potschin, 2017; Wallace, 2007). A composição compreende os tipos e a abundância de elementos bióticos e abióticos em um determinado ecossistema; a estrutura, refere-se à distribuição e ao arranjo apresentado pelos elementos em um determinado ecossistema; e as funções ou processos ecossistêmicos são as interações entre os elementos bióticos e os abióticos constituintes dos ecossistemas (Wallace, 2007). É importante assinalar que a composição, a estrutura e os processos ecossistêmicos podem representar a resistência e a resiliência de um ecossistema (Fu et al., 2013), bem como serem utilizados como importantes medidas das propriedades do ecossistema, determinando a sua capacidade em fornecer serviços (Fu et al., 2013; Haines-Young; Potschin, 2017).

Porém, se por um lado há o reconhecimento de que os ecossistemas naturais deveriam ser conservados porque a sociedade é sustentada pelos vários SE provenientes das interações entre composição, estrutura e processos dos sistemas ecológicos (Fu et al., 2013), por outro, estas áreas estão sob constante ameaça pelo modo como o Homem as utiliza. Sabe-se que o primeiro passo para proteger os ecossistemas e seus recursos naturais associados é conhecer e compreender o papel que desempenham (FAO, 2019b), tornando-se fundamental o estabelecimento de políticas e estratégias de conservação e, nesta perspectiva, é preciso compreender o

valor dos benefícios que a sociedade recebe da natureza, para, assim, mobilizar investimentos para sustentá-los e valorizá-los.

Entretanto, o valor de um ecossistema não é facilmente medido. Por mais que um grande número de SE seja contemplado na estimativa total do valor de um ecossistema, há ainda uma subestimação, em razão da complexidade dos ecossistemas e da dificuldade de se medir todos os seus processos ecológicos. É fato que os SE estão diretamente relacionados a uma estrutura e composição[6] (elementos bióticos e abióticos) particular do ecossistema, bem como à intensidade com que processos ecossistêmicos ocorrem no ambiente, porém, para o gerenciamento adequado dos recursos naturais, SE devem ser descritos em termos da estrutura e da composição de elementos (ativos) dos ecossistemas (vide descrição feita por Balvanera et al., 2006), dado que, embora elementos dos ecossistemas sejam difíceis de medir, existem mais informações sobre estes, estrutura e composição em geral dos ecossistemas, do que sobre processos de ecossistemas particulares; é particularmente difícil medir múltiplos fluxos e ciclos que se ligam à composição e estrutura de ecossistemas particulares; frequentemente o Homem subestima os processos ecossistêmicos e gerencia um limitado subconjunto de processos; e por fim, geralmente o Homem mede o seu bem-estar em termos quantitativos e não em quão adequadamente estão funcionando os processos nos ecossistemas (Wallace, 2007).

Neste sentido, tem sido estudada a relação entre a biodiversidade e os SE disponibilizados pelas áreas naturais. Biodiversidade ou diversidade biológica pode ser definida como a diversidade intraespecífica, a diversidade interespecífica que compõe as diferentes comunidades, e, por último, a diversidade de ecossistemas que se constituem através da combinação de espécies (Gross et al., 2005; Brasil, 2000). E se por um lado a biodiversidade provém das interações ecológicas, por outro, as interações ecológicas podem ser consequência da biodiversidade dos ecossistemas. Uma meta-análise realizada por Balvanera et al. (2006) revelou efeitos positivos da biodiversidade (medida através da riqueza de espécies, riqueza de grupos funcionais, índices de similaridade e de diversidade) sobre determinadas propriedades dos ecossistemas diretamente relacionadas a SE específicos, ilustrou efeitos da biodiversidade sobre a disponibilidade de SE e sugeriu que a sua perda deve comprometer a disponibilidade destes SE (Figura 56.2). De modo geral, as medidas utilizadas para a avaliação dos ecossistemas se baseiam nos componentes bióticos (por exemplo, através dos descritores de

[6] A composição de um ecossistema pode desempenhar papel fundamental na produção dos Serviços Ecossistêmicos. Por exemplo, a introdução de um peixe exótico diminui a abundância de espécies nativas de valor para a população local, interferindo inclusive no fornecimento de SE neste nível.

comunidades como as medidas de biodiversidade) ou nos componentes abióticos (como o total de nutrientes do solo), sendo particularmente interessantes para relacionar propriedades ecossistêmicas e SE específicos. Por consequência, a aferição dos componentes bióticos e abióticos torna-se ferramenta interessante para avaliar a disponibilidade de SE.

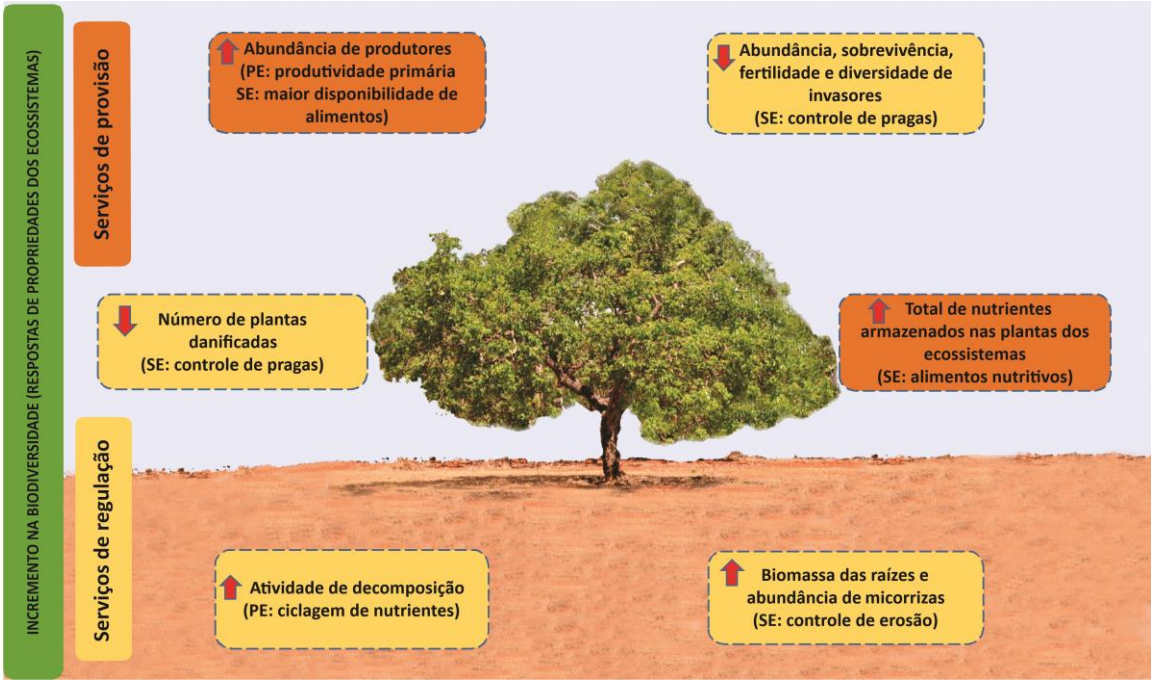


Figura 56.2. Esquema elaborado a partir de resultados obtidos em uma meta-análise (Balvanera et al., 2006), em que os autores avaliaram alguns efeitos do incremento da biodiversidade (neste estudo biodiversidade refere-se à diversidade de plantas) e respostas das propriedades ecossistêmicas (PE) e serviços ecossistêmicos (SE) associados.

Elaboração: Marcela C. Ferreira e Anderson O. Latini.

Entretanto, apesar disso, nem sempre a biodiversidade é utilizada de forma coerente nas avaliações ecossistêmicas, por vezes sendo tratada como sinônimo de SE ou então como bem tangível, reguladora de processos ou até mesmo SE (Mace et al., 2012). Assim, a biodiversidade, relacionada à variabilidade intraespecífica, à interespecífica ou à diversidade de ecossistemas (Gross et al., 2005; Brasil, 2000), é também considerada capital natural e presta SE subjacentes à nossa economia, frequentemente negligenciados ao serem considerados, em sua maioria, como gratuitos ou simplesmente por não serem identificados (Berghöfer, 2011).

Valor e otimização dos Serviços Ecossistêmicos

A primeira estimativa de valor financeiro dos SE mundiais apontou 33 trilhões de dólares anuais (Costanza et al., 1997), e existe uma atualização mais recente da ordem de 145 trilhões de dólares (Costanza et al., 2014). No entanto, como já comentado, esses valores podem estar reduzindo à medida em que se deterioram os ecossistemas, seja em razão de fontes de impacto recorrentes, seja por mudanças de postura de políticos e consequentemente de setores da sociedade em relação à importância de sua conservação (Escobar, 2019a, 2019b).

Independentemente da causa, a ação de degradação de recursos naturais em prol do desenvolvimento econômico é imatura e insustentável em termos sociais, ambientais e até mesmo econômicos. Esta interpretação se encaixa perfeitamente na ação de queima de áreas naturais para a abertura de novas áreas agrícolas, o que ocorre há décadas na Amazônia Brasileira (Domingues; Bermann, 2012). Há muito é conhecido que a umidade derivada da evapotranspiração da Amazônia Brasileira flui para o Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, garantido chuvas, água de consumo humano, a manutenção dos sistemas naturais e de recursos importantes para a produção de alimentos (Fearnside, 2004).

Ou seja, a redução de contínuos florestais, além dos prejuízos à biodiversidade e da degradação de terras, tem implicações nas mudanças climáticas, não delegadas somente ao aumento da concentração de gases do efeito estufa. Quanto menos áreas contínuas de floresta, menor será a captura de umidade do oceano para o continente, e menor será a retenção desta umidade na região (Makarieva et al., 2013). As consequências, juntamente com o aquecimento da atmosfera, podem estar associadas aos períodos cada vez maiores de estiagem, temperaturas mínimas maiores no inverno, e pior distribuição das chuvas, todas de impacto direto na produção agrícola (Costa et al., 2018).

Assim, a atitude de abertura ilegal de áreas para o agronegócio esbarra nas consequências de sua imaturidade e insustentabilidade: a ausência dos SE prestados em função da presença da Amazônia Brasileira pode desencadear impactos regionais, sobre o transporte, a geração de energia, a saúde e a pesca, mas também perdas econômicas na produção de alimentos, que podem alcançar a soma de trilhões de dólares nos próximos 30 anos no centro-sul do País (Lapola et al., 2018).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO – *Food and Agriculture Organization*) tem se ocupado de questões como estas. A FAO auxilia os países em seus desafios agrícolas e almeja alcançar um mundo sem fome, sem

desnutrição e sem pobreza, recomendando que os agricultores utilizem práticas conservacionistas para manterem (ou aumentarem) a produtividade das suas lavouras e manterem a capacidade produtiva para os próximos ciclos culturais (FAO, 2011). As recomendações da FAO baseiam-se em reduzir ao máximo o distúrbio mecânico aos solos, em manter uma cobertura permanente e em diversificar as espécies dentro do sistema produtivo (Figura 56.3). Estas recomendações basicamente sugerem a manutenção do sistema produtivo o menos perturbado possível, ou seja, com a maior quantidade de elementos (espécies) e de processos naturais, ou ainda, com a maior parte dos SE disponibilizados ao sistema produtivo de alimentos. O uso do sistema plantio direto, de compostos orgânicos, de resíduos de lavoura na cobertura e da rotação e sucessão de culturas estão entre as práticas preconizadas pela FAO e que, usadas em conjunto ou em separado, auxiliam na disponibilização de SE e na sustentabilidade da propriedade rural (FAO, 2017).

Foto: Anderson Oliveira Latini

Figura 56.3. Aspecto de uma propriedade rural (Fazenda Vista Alegre, Capim Branco-MG) em que se aplicam técnicas de agricultura conservacionista para a diversificação de espécies, redução de distúrbio mecânico e manutenção de cobertura permanente. Na imagem é ilustrado um sistema de integração lavoura-floresta.

Estes tipos de recomendações não são de exclusividade da FAO e vêm se tornando discurso comum entre linhas de ação e agências que visam a resiliência da agricultura. Assim, o não uso de queimadas, a restauração de áreas de florestas, a diversificação agrícola, o uso de plantas adaptadas a eventos climáticos extremos como as disponíveis em comunidades tradicionais são exemplos de recomendações para tornar produtores e sistemas produtivos mais resilientes ao futuro incerto, tanto pela literatura científica (Lapola et al., 2018) como por agências do governo. A agricultura conservacionista e as interações de comunidades tradicionais e ambiente natural, assim como entre o ambiente natural e os agroecossistemas, têm sido e precisam ser cada vez mais objetos de trabalho dos Ministérios do Meio Ambiente e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil.

As ações do produtor rural na direção do preconizado pela FAO podem estimular a manutenção ou a otimização dos SE dentro dos sistemas produtivos de alimentos. Entre os vários SE que a diversificação e a menor perturbação destes sistemas otimiza estão os fornecidos por insetos, que têm o seu papel de polinizadores reconhecidamente importante dentro das propriedades rurais (Marco Júnior; Coelho, 2004; Garibaldi et al., 2013; Malerbo-Souza; Halak, 2012; Rizzardo et al., 2012; Saunders, 2018). Contudo, a polinização não é o único SE provido pelos insetos. Estes animais ainda podem otimizar a ciclagem de nutrientes, melhorar a qualidade d'água, realizar o controle de pragas, servir de alimento para animais e para pessoas, ou seja, uma variedade tão grande de propósitos que têm sido aclamados como mecanismos que auxiliam no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável[7] (Dangles; Casas, 2019).

Valoração e pagamento pelos Serviços Ecossistêmicos

A necessidade de dar valor aos recursos naturais, e aos SE associados, vem do fato de que estes não são infinitos: como estes são exploráveis, degradáveis e neste caso necessitam também de custos para sua reparação, então torna-se importante a sua valoração econômica para fins de negociação de ações que os preservem (Mota, 2009). Apesar da valoração dos recursos naturais e dos SE ter tomado real impulso há cerca de 15 anos, desde então, metade dos estudos de valoração ambiental considerando áreas florestais foram feitos no Reino Unido, Estados Unidos ou China e retirando-se a União Europeia (UE). O Brasil é somente o sétimo país em obtenção destes estudos, representando 5% do apresentado pela UE (Acharya et al., 2019). Tal diferença pode ser

[7] Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são 17 e são parte de uma Agenda para se transpor desafios para a sustentabilidade do planeta e para o desenvolvimento humano e foram firmados em setembro de 2015 pelos Estados membros das Nações Unidas (Nilsson et al., 2016).

explicada pela gestão de recursos: na UE, por exemplo, a Agência Ambiental Europeia geriu recursos para institucionalizar os SE nos seus países membros, estimulando a capacitação e o desenvolvimento de projetos de implementação de ações ligadas aos SE (European Environmental Agency, 2019).

Comumente, para se aferir e valorar os SE é necessário que se combinem diferentes métodos que se ajustem às especificidades dos diferentes casos, como por exemplo, somente identificar os SE, inventariar o suprimento e a demanda e associar os SE a diferentes públicos (Dunford et al., 2018). Assim, a tarefa de atribuir valores a determinados SE e integrá-los à perspectiva da economia não é trivial (Mota, 2009), e o pesquisador se depara, de imediato, com uma realidade variável acerca da disponibilidade de dados e da capacidade de seu inventário, o que influi sobre a determinação do método de valoração a ser utilizado.

Exemplificando, os métodos de valoração contingente conseguem aferir, por meio de entrevistas, o nível de preocupação e a disposição das pessoas em pagar pelo ambiente natural conservado, e, consequentemente, por seus benefícios associados (Loeblein; Teixeira, 2018; Ouverney et al., 2018). Outros métodos usados podem ainda tratar do inventário de algum benefício direto obtido das áreas naturais, como o estoque de Carbono mantido nestas áreas, que depende de estudos da florística e fitossociologia das áreas de interesse (Oliveira et al., 2019) e implicações podem ser obtidas considerando-se Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (mercado climático) para tal valoração (Reis Júnior et al., 2015). É possível ainda, entre outras possibilidades, verificar o valor econômico total do recurso ambiental avaliado, somando o valor de uso direto (matéria-prima, biorremediação, lazer), o valor de uso indireto (relacionado com as funções ecológicas), o valor de opção (relacionado à preferência do usuário em manter o recurso para o futuro) e o valor de existência (que independe do uso e depende mais do altruísmo das pessoas) (Mota, 2009).

À medida em que a valoração se desenvolve em todo o planeta, também se desenvolve o pagamento pelos SE disponíveis, em especial, o pagamento pelo provimento de água (Bennett; Ruef, 2019). No Brasil, tal processo é nomeado pagamento por serviços ambientais (PSA). Os programas de PSA Conservador das Águas (Extrema-MG, com primeiro contrato em 2007), Produtor de Água (Joanópolis e Nazaré Paulista-SP, com primeiro contrato em 2010), Mina d'água (Piracaia-MG, com primeiro contrato em 2012) e Bolsa Verde (Estado de Minas Gerais, com primeiro contrato em 2010) estão entre os pioneiros no País. Tais programas são muito importantes já que registram experiências pioneiras e fomentam o desenho de novos programas no Brasil. Por exemplo, em 15 anos de existência do Programa Conservador das Águas, o município de

Extrema, em parceria com a ONG The Nature Conservancy (TNC) e o Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG), criou uma rede de parceiros que contribuíram com recursos financeiros, recursos materiais, treinamento e monitoramento das ações que permitiram a negociação de contratos entre prefeitura e dezenas de produtores privados (que são economicamente remunerados) para atividades de restauração de áreas sem cobertura vegetal, em especial, nascentes (Richards et al., 2015).

O Programa Produtor de Água se tornou uma vitrine que alia conservação ambiental e produção de benefícios aos produtores rurais. O programa recebeu representantes de mais do que 6 centenas de municípios que tentaram replicar a sua experiência, mas, que têm grandes dificuldades. Contudo, o programa foi mais longe: com o apoio de ONGS ele se expandiu e derivou o Plano Conservador da Mantiqueira, almejando a restauração florestal em 280 municípios dos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro e ainda i) a formação de um corredor ecológico; ii) a criação de planos municipais e regionais de gestão; iii) o aumento da resiliência dos municípios; iv) o fortalecimento da governança ambiental; e v) a melhora da capacidade de produção de SE nestes municípios (Prefeitura Municipal de Extrema, 2016).

Apesar de tantos resultados positivos, não é raro que estes programas colham produtos aquém do que poderiam. Isso é comum em razão, principalmente, do ainda fraco arcabouço legal e da incipiente estrutura de incentivos que é pouco capaz de estimular ações privadas, sem a necessidade de novos incentivos econômicos para os proprietários rurais (Richards et al., 2017). Relações com benefícios que vão além do pagamento financeiro constituem fator essencial que desencadeia sucesso, segundo estudo sobre 40 diferentes programas de PSA na América Latina (Grima et al., 2016).

Legislação e Serviços Ecossistêmicos

O conceito de SE tem fácil penetração no meio científico na América Latina, inclusive como um agente integrador de desenvolvimento econômico e conservação ambiental (Balvanera et al., 2012). Apesar disso, este conceito não é tão frequente nas decisões privadas e públicas desta região (Weyland et al., 2019). Por isso, mesmo havendo casos de percepção de SE e entendimento de seus benefícios por produtores rurais como na Zona da Mata de Minas Gerais (Teixeira et al., 2018) ou ainda nas redondezas do município de Goiânia-GO (Lima; Bastos, 2019), experiências como o programa de PSA de Extrema não são comuns. O raro e difícil diálogo entre políticos e pesquisadores, com os primeiros subutilizando o conteúdo disponível e os últimos não conseguindo produzir um conhecimento de fácil compreensão, é, talvez, a principal

justificativa para o raro uso destes conhecimentos no meio privado e público (Weichselgartner; Kasperson, 2010).

Apesar disso, o termo “serviço ecossistêmico” tem aumentado a sua frequência em textos legislativos brasileiros, o que inegavelmente deve contribuir para o desenvolvimento de aspectos legais relacionados ao seu reconhecimento e ao PSA (Altmann; Stanton, 2018). De fato, em setembro de 2019, foi aprovado o PL 312/2015 que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA). Segundo o texto, as ações de manutenção, recuperação e melhoria da cobertura vegetal, assim como o combate à fragmentação de habitats e a formação de corredores de conservação de biodiversidade e de recursos hídricos serão tratados como prioridade pelo PNPSA. Espera-se então, que, após apreciação pelo Senado Federal, o PNPSA seja implementado e auxilie os produtores rurais em reconhecer que as suas culturas agrícolas e as suas propriedades não dependem somente dos insumos que adquirem no mercado, mas, também de SE. Da mesma forma, o PNPSA também deve auxiliar aos produtores a reconhecerem-se como executores de SA que possibilitam benéficos a eles e à sociedade. E por último, quando estes têm o ônus, sozinhos, de manterem as suas áreas naturais que produzem SE a beneficiários localizados em uma área fora dos domínios territoriais das propriedades rurais, então é justo que o PNPSA possibilite a sua compensação.

Recentes mudanças no Código Florestal, Lei 12.651/12, tornaram possível que um produtor rural não detentor de 20% exigidos de sua área em forma de Reserva Legal, recupere metade desta área com qualquer cultura perene e que abandone para regeneração natural a outra metade da área (que pode levar a uma regeneração muito lenta ou desencadear uma continuidade de perda de suas qualidades químicas e físicas). Em uma visão imediata e simplificada do produtor esta solução é agradável, já que ele não necessitará investir recursos financeiros para se ajustar legalmente. Contudo, o produtor precisa ser hábil em reconhecer que a melhor recuperação possível desta área de Reserva Legal não o torna somente cumpridor da legislação, mas, o torna executor de um importante SA (em função da recuperação ambiental) e promotor indireto de SE (e.g. polinização, controle de pragas, decomposição, infiltração d’água) que beneficiam a ele e à sociedade que o cerca. Se o PL 312/2015 esclarecer tal razão para o produtor recuperar a sua Reserva Legal ao invés de recuperar metade dela com qualquer espécie perene e abandonar a outra metade para regeneração lenta, como permite o Código Florestal, então a agricultura estará vivendo um momento de incremento de maturidade, reduzindo os seus impactos sobre a paisagem e produzindo ainda mais benefícios para a sociedade.

Quando isso ocorrer, frases raras de se ouvir do produtor rural se tornarão mais comuns. Em setembro de 2019, um dos autores pôde testemunhar um destes momentos: no município de Capim Branco-MG, durante um trabalho de campo na propriedade Vista Alegre, o produtor Marcone Xavier, em meio a cerca de 30 pessoas e apontando para um fragmento florestal afirmou: “o dia em que 10% dos processos naturais daquela mata estiverem presentes aqui na minha lavoura, eu estou feito...”. Esta propriedade faz parte de uma classe de tamanho de propriedades agrícolas que tem forte ligação com o uso de práticas agrícolas conservacionistas e de práticas de recuperação e conservação ambiental (Latini et al., 2019), e a intenção do Marcone foi indicar que “aqueles processos” são benéficos a ele e às suas culturas agrícolas, permitindo que ele obtenha produtos de qualidade sem o uso de agrotóxicos ou de adubos químicos. Com a adoção destas técnicas de cultivo (Figura 56.3) estes produtores se encontram no caminho que objetiva o Marcone: em direção a obter os 10% dos processos que citou. Alcançarão? Essa é uma incógnita, mas, com certeza eles obtêm muitos benefícios dos SE derivados dos SA que prestam em suas propriedades.

Referências

ACHARYA, R. P.; MARASENI, T.; COCKFIELD, G. Global trend of forest ecosystem services valuation: an analysis of publications. **Ecosystem Services**, v. 39, article 100979, 2019.

ALTMANN, A.; STANTON, M. S. The densification normative of the ecosystem services concept in Brazil: analyses from legislation and jurisprudence. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 282-293, 2018.

BALVANERA, P.; PFISTERER, A. B.; BUCHMANN, N.; HE, J. S.; NAKASHIZUKA, T.; RAFFAELLI, D.; SCHMID, B. Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. **Ecology Letters**, v. 9, n. 10, p. 1146-1156, 2006.

BALVANERA, P.; URIARTE, M.; LEÑERO, L. A.; ALTESOR, A.; DE CLERCK, F.; GARDNER, T.; HALL, J. et al. Ecosystem services research in Latin America: the state of the art. **Ecosystem Services**, v. 2, p. 56-70, 2012.

BENNETT, G.; RUEF, F. **Alliances for green infrastructure**: state of watershed investment. Disponível em: <https://www.forest-trends.org/publications/charting-new-waters-2/>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BERGHÖFER, A.; MADER, A.; PATRICKSON, S.; CALCATERRA, E.; SMIT, J.; BLIGNAUT, J.; DE WIT, M.; ZYL, H. van. **Manual for cities**: ecosystem services in urban management. Geneva: TEEB, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre diversidade biológica**. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Serviços ecossistêmicos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/serviços-ecossistêmicos.html>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CELENTANO, D.; ROUSSEAU, G. X.; ENGEL, V. L.; ZELARAYÁN, M.; OLIVEIRA, E. C.; ARAÚJO, A. C. M.; MOURA, E. G. de. Degradation of riparian forest affects soil properties and ecosystem services provision in Eastern Amazon of Brazil. **Land Degradation & Development**, v. 28, n. 2, p. 482-493, 2017.

COMISSÃO EUROPEIA. **Uma Europa eficiente em termos de recursos**: iniciativa emblemática da Estratégia Europa 2020. Bruxelas, 2011. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex:52011DC0021>. Acesso em: 20 maio 2019.

COSTA, T. C. e C. da; MATRANGOLO, W. J. R.; SILVA, I. H. F. da; ALMEIDA, L. G. de; ARAÚJO, N. G.; FERRAZ, L. de C. L. **Sistema agroflorestal**: uma estratégia para recuperação ambiental. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 27 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 231).

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R. de; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. van den. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, R.; GROOT, R. de; SUTTON, P.; PLOEG, S. der; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, n. 1, p. 152-158, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>. Acesso em: 13 out. 2019.

DANGLES, O.; CASAS, J. Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals. **Ecosystem Services**, v. 35, p. 109-115, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.002>. Acesso em: 10 out. 2019.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012.

DUNFORD, R.; HARRISON, P.; SMITH, A.; DICK, J.; BARTON, D. N.; MARTIN-LOPEZ, B.; KELEMEN, E.; JACOBS, S. et al. Integrating methods for ecosystem service assessment: experiences from real world situations. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 499-514, 2018.

ESCOBAR, H. "**A little bit of everything is burning**": a NASA scientist dissects Amazon fires. Disponível em: <https://www.sciencemag.org/news/2019/08/little-bit-everything-burning-nasa-scientist-dissects-amazon-fires>. Acesso em: 11 out. 2019a.

ESCOBAR, H. **Deforestation in the Amazon is shooting up, but Brazil's president calls the data 'a lie**'. Disponível em: <https://www.sciencemag.org/news/2019/07/deforestation-amazon-shooting-brazil-s-president-calls-data-lie>. Acesso em: 11 out. 2019b.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **EU biodiversity strategy 2020**. Disponível em: <https://www.eea.europ.eu>. Acesso em: 10 fev. 2019.

FAO. **Conservation agriculture**. Rome, 2017.

FAO. **Organização das Nações Unidas para a alimentação e a agricultura**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/fao/>. Acesso em: 11 jun. 2019a.

FAO. **Protecting ecosystem services and biodiversity**: FAO's mission and solutions. Disponível em: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/en/>. Acesso em: 9 jun. 2019b.

FAO. **Save and grow**: a policemaker´s guide to the sustainable intensification of smallholder crop production. Roma, 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i2215e.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2019.

FEARNSIDE, P. M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 203, p. 63-66, 2004. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/3804448/CIENCIA-HOJE-vol-34-n-203-A-Agua-de-Sao-Paulo-e-a-Floresta-Amazonica>. Acesso em: 12 fev. 2019.

FU, B.; WANG, S.; SU, C.; FORSIUS, M. Linking ecosystem processes and ecosystem services. **Environmental Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 4-10, 2013.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M. A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Science**, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; GROOT, R. de; LOMAS, P. L.; MONTES, C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, v. 69, n. 6, p. 1209-1218, 2010.

GRIMA, N.; SINGH, S. J.; SMETSCHKA, B.; RINGHOFER, L. Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: analysing the performance of 40 case studies. **Ecosystem Services**, v. 17, p. 24-32, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.11.010>. Acesso em: 13 fev. 2019.

GROSS, T.; JOHNSTON, S.; BARBER, C. V. **A convenção sobre diversidade biológica**: entendendo e influenciando o processo. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and guidance on the application of the revised structure**. Nottingham: Fabis Consulting, 2017. Disponível em: <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

HUETING, R.; REIJINDERS, L.; BOER, B. de; LAMBOOY, J.; JANSEN, H. The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 31-35, 1998.

LAPOLA, D. M.; PINHO, P.; QUESADA, C. A.; STRASSBURG, B. B. N.; RAMMIG, A.; KRUIJT, B.; BROWN, F.; OMETTO, J. P. H. B.; PREMEBIDA, A.; MARENGO, J. A.; VERGARA, W.; NOBRE, C. A. Limiting the high impacts of Amazon forest dieback with no-regrets science and policy action. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 115, n. 46, p. 11671-11679, 2018.

LATINI, A. O.; FERREIRA, M. C.; SILVA, J. L. Small rural establishments in Brazil: allied in recovery and environmental conservation practices. **Ecosystem Services Partnership Newsletter**, v. 10, 2019. Disponível em: <https://www.es-partnership.org/small-rural-establishments-in-brazil-allied-in-recovery-and-environmental-conservation-practices/>. Acesso em: 13 mar. 2019.

LIMA, F. P.; BASTOS, R. P. Perceiving the invisible : formal education a ff ects the perception of ecosystem services provided by native areas. **Ecosystem Services**, v. 40, article 101029, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101029>. Acesso em: 14 mar. 2019.

LOEBLEIN, F.; TEIXEIRA, M. D. de J. Valoração contingente do parque Tia Nair (Brasil): comparação das técnicas Open-Ended e Bidding Games. **Economía Sociedad y Territorio**, v. 18, n. 57, p. 429-454, 2018.

MACE, G. M.; NORRIS, K.; FITTER, A. H. Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 27, n. 1, p. 19-26, 2012.

MALERBO-SOUZA, D. T.; HALAK, A. L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, v. 40, n. 1, p. 1-11, 2012.

MAKARIEVA, A. M.; GORSHKOV, V. G.; LI, B. L. Revisiting forest impact on atmospheric water vapor transport and precipitation. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 111, n. 1/2, p. 79-96, 2013.

MARCO JÚNIOR, P. de; COELHO, F. M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures’ pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, n. 7, p. 1245-1255, 2004.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being**: synthesis. Washington: Island Press, 2005.

MOTA, J, A. **O valor da natureza**: economia e política dos recursos ambientais. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

NILSSON, M.; GRIGGS, D.; VISBECK, M. Policy: map the interactions between sustainable development goals. **Nature**, v. 534, p. 320-322, 2016.

OLIVEIRA, C. P. de; FRANCELINO, M. R.; DAHER, M.; LELE, P. S. dos S.; ANDRADE, F. C. de. Comparação de modelos estatísticos para estimativa da biomassa de árvores, e estimativa do estoque de carbono acima do solo em Cerrado. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 255-269, 2019.

OUVERNEY, I. R.; MOTTA, R. S. da; ORTIZ, R. A.; COELHO, P. S. Condicionantes da disposição de participar e aceitar pagamentos por serviços ambientais: um estudo de caso no Brasil. **Revista de Economia Contemporanea**, v. 21, n. 3, p. 1-27, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE EXTREMA. **Conservador da Mantiqueira**. Extrema, 2016. Disponível em: <https://conservadordamantiqueira.org/>. Acesso em: 13 maio 2019.

REN, Y.; LÜ, Y.; FU, B.; ZHANG, K. Biodiversity and ecosystem functional enhancement by forest restoration: a meta-analysis in China. **Land Degradation & Development**, v. 28, n. 7, p. 2062-2073, 2017.

REIS JÚNIOR, J. A. dos; RIBEIRO, M. de S.; JABBOUR, C. J. C.; BELLEN, H. M. van. Análise da potencialidade de benefícios pelos projetos MDL. **Revista Brasileira de Gestão de Negocios**, v. 17, n. 56, p. 1149-1165, 2015.

RICHARDS, R. C.; KENNEDY, C. J.; LOVEJOY, T. E.; BRANCALION, P. H. S. Considering farmer land use decisions in efforts to 'scale up' Payments for Watershed Services. **Ecosystem Services**, v. 23, p. 238-247, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.12.016>. Acesso em: 12 mar. 2019.

RICHARDS, R. C.; REROLLE, J.; ARONSON, J.; PEREIRA, P. H.; GONÇALVES, H.; BRANCALION, P. H. S. Governing a pioneer program on payment for watershed services: Stakeholder involvement, legal frameworks and early lessons from the Atlantic forest of Brazil. **Ecosystem Services**, v. 16, p. 23-32, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.09.002>. Acesso em: 12 mar. 2019.

RINCÓN-RUIZ, A.; ARIAS-ARÉVALOB, P.; HERNÁNDEZ, R. M. N.; COTLER, H.; CASO, M. A.; MELI, P.; TAURO, A.; AKERBERG, V. D. A.; AVILA-FOUCAT, V. S. et al. Applying integrated valuation of ecosystem services in Latin America: insights from 21 case studies. **Ecosystem Services**, v. 36, n. 45, article 100901, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100901>. Acesso em: 14 maio 2019.

RIZZARDO, R. A. G.; MILFONT, M. O.; SILVA, E. M. S. da; FREITAS, B. M. Apis mellifera pollination improves agronomic productivity of anemophilous castor bean (Ricinus communis). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias**, v. 84, n. 4, p. 1137-1145, 2012.

SAUNDERS, M. E. Ecosystem services in agriculture: understanding the multifunctional role of invertebrates. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 20, n. 2, p. 298-300, 2018.

SCHERL, L. M.; WILSON, A.; WILD, R.; BLOCKHUS, J.; FRANKS, P.; MCNEELY, J. A.; MCSHANE, T. O. **As áreas protegidas podem contribuir para a redução da pobreza ?**: oportunidades e limitações. Cambridge: IUCN, 2006.

SUKHDEV, P.; WITTMER, H.; SCHRÖTER-SCHLAACK, C.; NESSHÖVER, C.; BISHOP, J.; BRINK, P. ten; GUNDIMEDA, H.; KUMAR, P.; SIMMONS, B.; NEUVILLE, A. **A economia dos ecossistemas e da biodiversidade**: integrando a economia da natureza: uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. Geneva: TEEB, 2010.

TEIXEIRA, H. M.; VERMUE, A. J.; CARDOSO, I. M.; CLAROS, M. P.; BIANCHI, F. J. J. A. Farmers show complex and contrasting perceptions on ecosystem services and their management. **Ecosystem Services**, v. 33, p. 44-58, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.08.006>. Acesso em: 13 mar. 2019.

VIHERVAARA, P.; RÖNKÄ, M.; WALLS, M. Trends in ecosystem service research: early steps and current drivers. **Ambio**, v. 39, n. 4, p. 314-324, 2010.

VILELA, G. F.; BENTES, M. P. de M.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; MARQUES, D. K. S.; SILVA, J. C. B. (Ed.). **Vida terrestre**: contribuições da Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2018. (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 15).

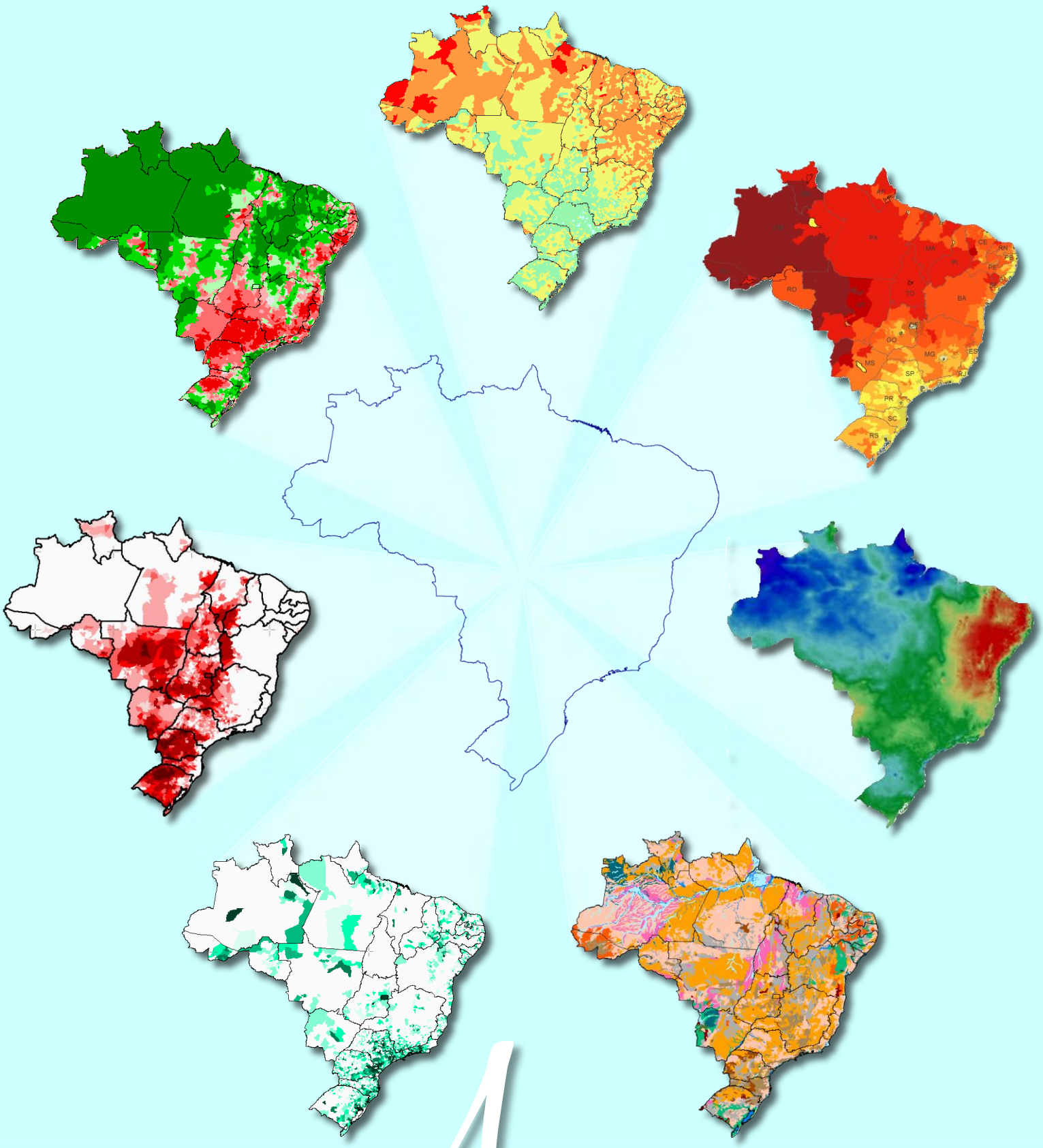
WALLACE, K. J. Classification of ecosystem services: problems and solutions. **Biological Conservation**, v. 139, n. 3/4, p. 235-246, 2007.

WEICHSELGARTNER, J.; KASPERSON, R. Barriers in the science-policy-practice interface: toward a knowledge-action-system in global environmental change research. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 2, p. 266-277, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.11.006>. Aceso em: 13 mar. 2019.

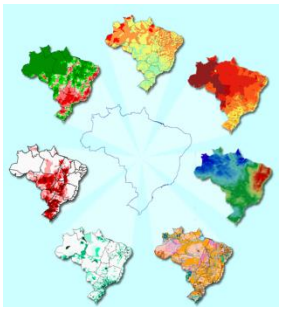
WEYLAND, F.; MASTRANGELO, M. H.; AUER, A. D.; BARRAL, M. P.; NAHUELHUAL, L.; LARRAZÁBAL, A.; PARERA, A. F.; CADAVID, L. M. B.; LÓPEZ-GÓMEZ, C. P.; PALACIO, C. V. Ecosystem services approach in Latin America: from theoretical promises to real applications. **Ecosystem Services**, v. 35, p. 280-293, 2019.

WHATELY, M.; HEKOWHITZ, M. **Serviços ambientais**: conhecer, valorizar e cuidar: subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.

YANG, Q.; LIU, G.; CASAZZA, M.; CAMPBELL, E. T.; GIANNETTI, B. F.; BROWN, M. T. Development of a new framework for non-monetary accounting on ecosystem services valuation. **Ecosystem Services**, v. 34, p. 37-54, 2018.



Análise integrada



Seleção de mapas temáticos
incluídos no livro, sobre:
Índice de Desenvolvimento Humano - IDHM
Módulos Fiscais
Precipitação anual
Classes de Solos
Produtores Orgânicos Cadastrados
Área Plantada com Soja
Ocupação por Classes Antrópicas e Naturais

Elaboração: Elena Charlotte Landau e
Gilma Alves da Silva

Capítulo 57

Análise Integrada da Dinâmica da Produção Agropecuária e da Paisagem Natural no Brasil nas Últimas Décadas

Elena Charlotte Landau
André Hirsch
Gilma Alves da Silva
Larissa Moura
Gabriele Moreira Valadares
Jéssica Letícia Abreu Martins

O aumento da população humana e modificações de comportamento dos consumidores têm resultado na demanda crescente por alimentos e bens de consumo, com consequente pressão para aumento da produção na agropecuária e mudanças do uso da terra nos diversos ecossistemas naturais brasileiros. Nas últimas décadas, a agricultura nacional tem passado por mudanças consideráveis, observadas tanto em relação à dinâmica de ocupação do espaço agrícola por diferentes culturas, quanto a tecnologias recentes e à migração rural-urbana da população, com consequências de ordem econômica, social, ambiental, logística, tecnológica e cultural. Incentivos para a intensificação da produção, como o plantio de mais de uma safra anual numa mesma área, o aumento da produtividade, a diminuição de custos, o estímulo ao uso de tecnologias mais sustentáveis, e a adoção de determinadas políticas socioeconômicas têm impulsionado a ocorrência de mudanças consideráveis no espaço rural brasileiro. Assim, algumas regiões que eram relativamente importantes em termos de área plantada, produção, produtividade ou outras características, deixaram de sê-lo; outras mantiveram sua importância relativa, e ainda há as que passaram a ser importantes a partir de certo período.

A análise da variação geográfica, de tendências de mudanças e das possíveis implicações destas contribuem para o conhecimento e consequente direcionamento de esforços para estimular ações visando o aumento da produção sustentável, a agregação de valor nas cadeias produtivas agrícolas, a convergência tecnológica e de conhecimentos na agricultura, o desenvolvimento socioeconômico e a diminuição de desigualdades. Em diversas cadeias produtivas, o Brasil exporta produtos sem

processamento e importa produtos processados, deixando de aproveitar potenciais ganhos sociais e econômicos adicionais. O potencial de aumentar a produção agrícola com forte preservação ambiental também pode alcançar importantes avanços em termos de sustentabilidade. Da forma semelhante, o desenvolvimento e a aplicação de processos, métodos, sistemas e produtos com foco no incremento da segurança alimentar e também na saúde possibilitam a redução de impactos ambientais e contribuem para a mitigação das desigualdades sociais e econômicas (adaptado de Embrapa, 2018). Nesse contexto, a análise geográfica da dinâmica de ocupação territorial no País representa um subsídio para a definição de futuras tomadas de decisões estratégicas de planejamento adequado, pesquisas e proposta de programas específicos. Assim, esta publicação, com informações agrupadas em quatro volumes, representa uma contribuição para uma visão multidisciplinar mais ecossistêmica e abrangente sobre o espaço rural brasileiro, visando facilitar a compreensão integrada da dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no País nas últimas décadas. Esta obra também servirá de base para a formação de profissionais e estudantes de diversas áreas do conhecimento, e poderá auxiliar na identificação de áreas com ambientes favoráveis para a ocorrência de doenças ou pragas presentes em diversas culturas, além de subsidiar o planejamento adequado de estratégias territoriais inteligentes, políticas públicas e futuras tomadas de decisão em prol da sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida no Brasil.

Variação da destinação territorial para a produção agropecuária e cobertura natural

Nas últimas décadas foi observado o aumento considerável de áreas do território brasileiro destinadas para a produção agropecuária. De acordo com o IBGE, entre 1990 e 2016, as áreas plantadas com culturas temporárias[1] aumentaram de 7.171.708 ha para 7.912.862 ha (10,33%); as áreas destinadas para a colheita de culturas permanentes aumentaram de 45.980.738 ha para 71.912.862 ha, e a área plantada com silviculturas chegou a 9.868.590 ha em 2016[2] (7.457.676 ha com eucalipto, 2.003.855 ha com pinus e 407.059 ha com outras silviculturas) (Figura 57.1). Somando as áreas plantadas ou destinadas para a colheita de culturas agrícolas temporárias e permanentes entre 1990 e 2016 observou-se um aumento de quase 50% (49,28%), sendo que em 1990 essas áreas representavam 53.152.446 ha (6,24%) do território nacional; e em 2016, somavam 79.345.828 ha (9,32%) das áreas do País. Com a expansão das áreas destinadas para agricultura e o concomitante aumento das produtividades da maioria das culturas

[1] Definições de culturas temporárias, permanentes, etc. foram apresentadas no **Capítulo 8** (vol.2).
[2] O IBGE disponibiliza dados sobre as áreas plantadas com silviculturas desde 2013.

plantadas, a produção agrícola teve um aumento significativo nas últimas décadas. No entanto, a área ocupada com pastagens diminuiu nas últimas décadas (-10,02%), tendo passado de 175.978.336 ha em 1995/1996 para 158.349.913 ha em 2017 (respectivamente, de 20,67% para 18,59% do território nacional) (Figura 57.2).

O tamanho dos rebanhos e dos efetivos das principais espécies de animais de criação também aumentaram consideravelmente nas últimas décadas (em termos de valor da produção brasileira). O tamanho do rebanho de bovinos aumentou próximo de 50% entre 1990 e 2016 (48,33%), tendo passado de 147.102.314 unidades animais em 1990 (19.072.907 vacas ordenhadas, 128.029.407 outros bovinos) a 218.190.768 unidades animais (UA) ou número de cabeças em 2016 (19.559.095 vacas ordenhadas, 198.631.673 outros bovinos) (Figura 57.3), representando um aumento da densidade média nacional de bovinos de aproximadamente 17 cabeças por quilômetro quadrado para 26 cabeças por quilômetro quadrado; ou seja, quase que dobrou em menos de 30 anos.

O efetivo de galináceos mais do que dobrou no período entre 1990 e 2016 (aumento de 143,71%), tendo passado de 546.235.505 UA em 1990 (174.508.355 galinhas e 371.727.150 outros galináceos) para 1.347.626.192 UA em 2016 (220.080.706 galinhas e 1.127.545.486 outros galináceos) (Figura 57.4), representando um aumento da densidade média nacional de galináceos entre aproximadamente 64 cabeças por quilômetro quadrado e 158 cabeças por quilômetro quadrado.

O total de suínos aumentou de 33.623.186 UA em 1990 para 40.053.184 UA em 2016 (19,12%) (Figura 57.3), representando um aumento da densidade média nacional entre aproximadamente 4 cabeças por quilômetro quadrado e 5 cabeças por quilômetro quadrado.

Várias espécies de animais de criação que representaram valores nacionais de produção relativamente menores que os já citados diminuíram em termos de efetivos de animais. Entre 1990 e 2016, os efetivos de ovinos variaram entre 20.014.505 UA e 18.403.184 UA (-8,05%), o de caprinos decresceu entre 11.894.587 UA e 9.817.007 UA (-17,47%), o total de equinos variou entre 6.121.515 UA e 5.576.136 UA (-8,91%) e o de bubalinos caiu de 1.397.097 UA a 1.371.089 UA (-1,86%) (Figuras 57.3). No entanto, o número de codornas aumentou consideravelmente de 2.464.016 UA para 13.697.630 UA (455.91%) (Figura 57.4).

A produção de mel de abelha mais do que dobrou no período, tendo aumentado de 16.181.289 kg em 1990 para 36.677.393 kg em 2016 (145,21%), enquanto que a de

casulos do bicho-da-seda diminuiu de 16.270.820 kg para 2.855.320 kg no mesmo período (-82,45%) (Figura 57.5).

Considerando conjuntamente as áreas plantadas e as destinadas para a colheita de culturas agrícolas, entre 1990 e 1999 os Estados com as maiores extensões cultivadas foram os da Região Sul, com destaque para o Paraná e o Rio Grande do Sul (7.698.380 ha e 7.180.710 ha, respectivamente); de 2000 a 2009, as áreas plantadas aumentaram praticamente em todos os Estados brasileiros, mantendo o Paraná e o Rio Grande do Sul as maiores áreas plantadas (9.208.370 ha e 7.623.100 ha, respectivamente) (Figura 57.7). Já entre 2010 e 2016, verificou-se o aumento proporcionalmente maior das áreas cultivadas na Região Centro-Oeste, período em que as maiores áreas médias plantadas no período corresponderam aos Estados do Mato Grosso e Paraná (12.254.470 ha e 10.317.170 ha, respectivamente). Em nível municipal, entre 1990 e 1999 foi observada uma concentração de municípios com as maiores áreas médias anuais plantadas com culturas agrícolas situadas no noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no oeste do Paraná e Santa Catarina, e no centro-norte de São Paulo, todos com mais do que 50% da área plantada (Figura 57.8). A partir do ano 2000 observou-se a expansão de plantios para municípios situados na região central do Estado do Mato Grosso e sudoeste do Mato Grosso do Sul.

As Unidades da Federação e municípios que representaram as áreas de maior concentração de silviculturas, pastagens e criação dos efetivos de bovinos, galináceos, suínos e colmeias de abelhas foram apresentadas nos **Capítulos 43 a 50**. Aproximadamente 65% da produção nacional de borracha (*Hevea brasiliensis,* Euphorbiaceae) tem sido proveniente do Estado de São Paulo nos últimos anos. Mais de 1/3 dos plantios de **eucalipto** (diversos géneros de Myrtaceae) têm se concentrado nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia. Os plantios de **pinus** (*Pinus* spp.) para a obtenção de carvão tem se concentrado no Mato Grosso do Sul, e, para outras finalidades, nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Pastagens** plantadas e naturais ocupam aproximadamente 70% das áreas antropizadas do Brasil, representando a base de sustentação da atividade pecuária. Entre as gramíneas forrageiras tropicais, aproximadamente 75% da produção de sementes são de *Brachiaria* spp., e 24% correspondem à espécie *Panicum maximum*, A criação de **bovinos** (*Bos taurus*, Bovidae) é uma das atividades de maior relevância econômica para o Brasil, principalmente, para a produção de carne e leite. Nos últimos anos, os maiores efetivos de bovinos têm se concentrado principalmente no Mato Grosso, onde predomina a pecuária de corte. As maiores frequências e densidades de vacas ordenhadas foram registradas nos Estados de Minas Gerais e Santa Catarina.

Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná têm sido os maiores produtores estaduais de leite. A criação de **galinhas** (*Gallus gallus domesticus*, Phasianidae) viabiliza a produção de carne e ovos. Nas últimas décadas, a avicultura de corte tem predominado nos três Estados da Região Sul, e a de postura, no Estado de São Paulo. A criação de **suíno**s (*Sus scrofa domesticus*, Suidae) é essencialmente para a produção de carne A maior concentração foi verificada nos Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. A **apicultura,** criação de abelhas *da espécie Apis melllifera* (Apidae), permite a produção de diversos apiderivados: **mel, cera**, **pólen apícola, própoplis, geleia real** e a **apitoxina**. Os Estados com as maiores densidades médias de colmeias nos últimos anos foram Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Piauí e Ceará, que também têm se destacando em termos de produção de mel.

Em termos de cobertura vegetal e uso da terra no Brasil, de acordo com o Projeto MapBiomas (2019) os números atuais mostram que em 2017 as áreas de Floresta ocupavam 529.383.997 ha (62,17% do território brasileiro), Agropecuária cobria 245.613.919 ha (28,84%), Formação Natural Não Florestal ocupava 54.151.353 ha (6,36%), Corpos d'Água cobria 17.589.974 ha (2.07%) e Área Não Vegetada ocupava 4.791.689 ha (0,56%). Em termos proporcionais, o território brasileiro era ocupado em 30,01% (255.531.839 ha ou 2.555.318,39 km^2) da área por Classes Antrópicas (Floresta Plantada, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Agricultura ou Pastagem, Infraestrutura Urbana, Mineração, Outras Áreas Não Vegetadas, e Aquicultura) e, de forma complementar, em 69,99% (595.999.703 ha ou 5.959.997,03 km^2) por Classes Naturais (Floresta Natural, Área Úmida Natural Não Florestal, Formação Campestre, Apicum, Outra Formação Natural Não Florestal, Praia e Duna, Afloramento Rochoso, e Rios, Lagos e Oceano) totalizando 851.531.543 ha (8.515.315,43 km^2). O bioma que aparece isoladamente como o mais afetado pela ação humana é claramente o da Mata Atlântica, no qual as Classes Antrópicas já ocupavam 64,50% em 1985, e este padrão se mantem muito estável ao longo das últimas três décadas, chegando a 66,81% em 2015 e a 66,76% em 2017. Cerrado, Caatinga e Pampa têm mostrado um crescimento gradativo e constante da ocupação por Classes Antrópicas, passando de 30% em 1985 para 40% em 2017. Pantanal e Amazônia apresentam uma proporção de Classes Antrópicas bem menor, mas com um crescimento relativamente rápido, passando de 5% em 1985 para 13% em 2017 (Figura 57.6). Os resultados do Projeto MapBiomas (2019) não permitem avaliar o estágio de conservação das florestas ou de regeneração das áreas naturais, nem sobre a qualidade da água dos cursos e corpos d'água, dados essenciais para poder estimar o grau de conservação ambiental em cada bioma ou área do País.

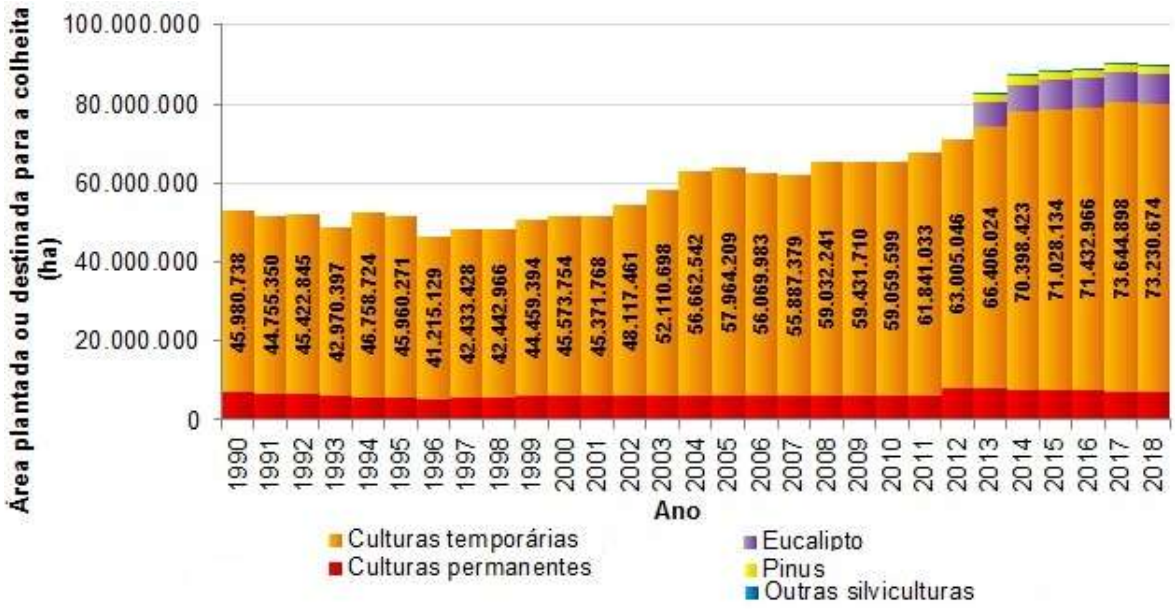


Figura 57.1. Variação anual das áreas plantadas com culturas temporárias, das destinadas para a colheita de culturas permanentes e silviculturas entre 1990 e 2018 no Brasil. Estatísticas sobre silviculturas com início em 2013.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).

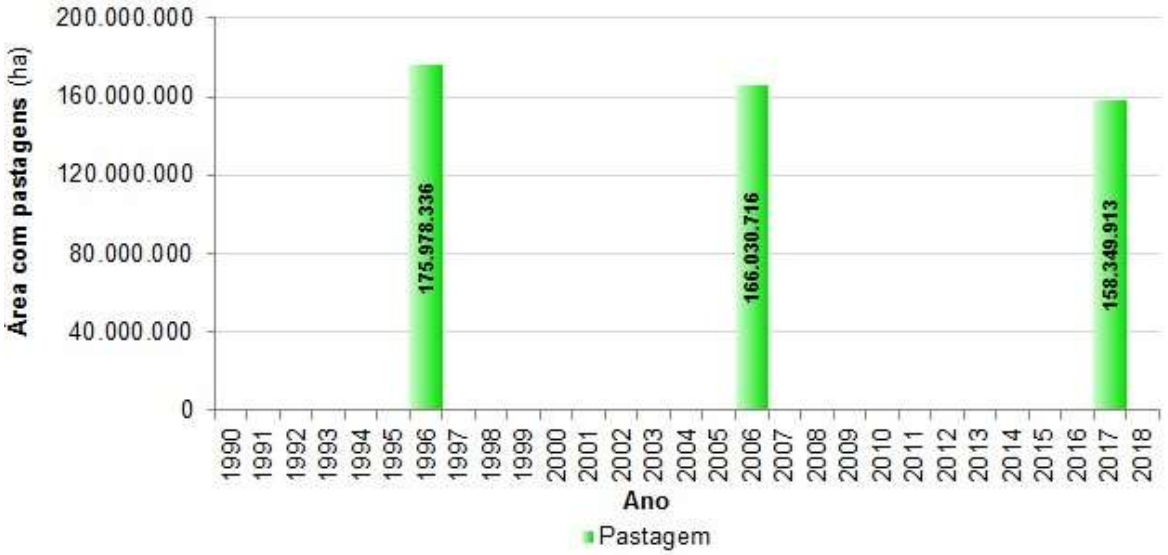


Figura 57.2. Área ocupada por pastagens no Brasil em 1995/6, 2006 e 2017 no Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2018a, 2018b, 2018c).

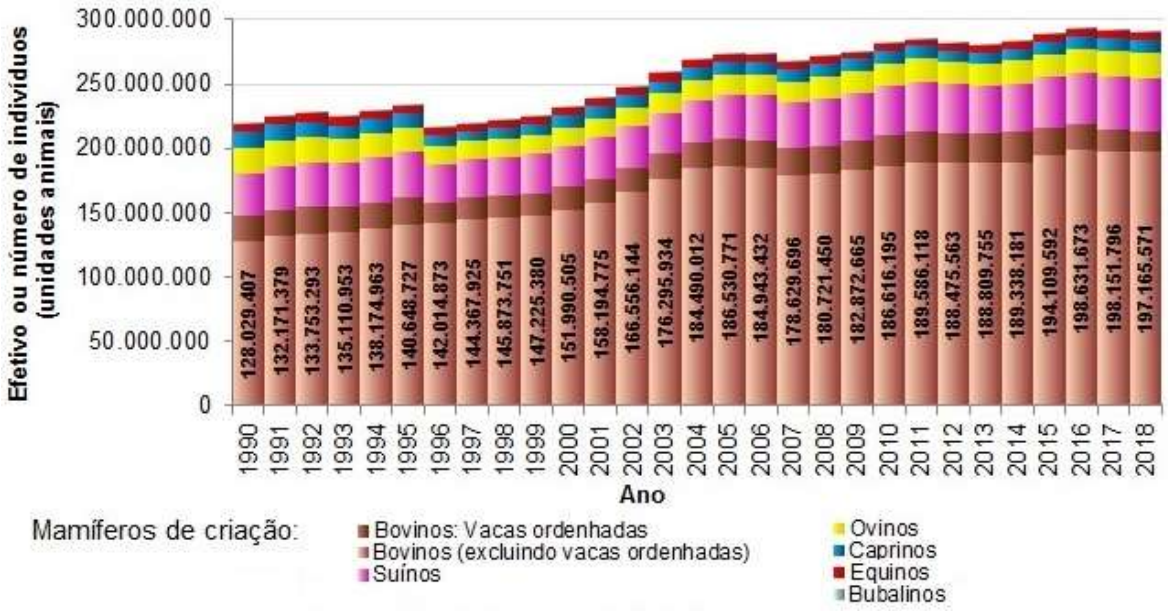


Figura 57.3. Variação anual dos efetivos de bovinos, suínos, ovinos, caprinos, equinos e bubalinos no Brasil entre 1990 e 2018.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).

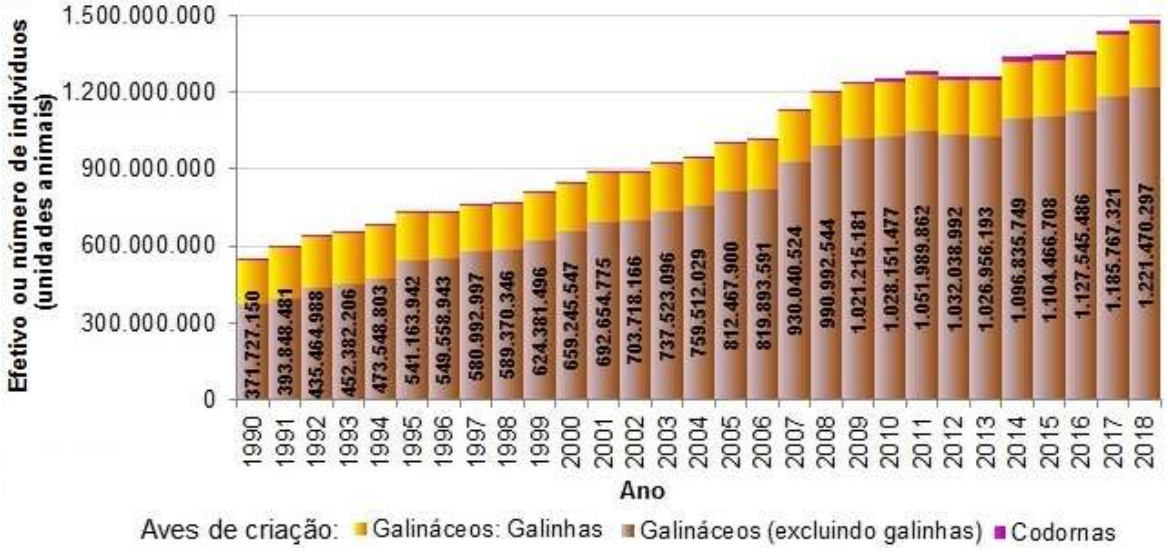


Figura 57.4. Variação anual dos efetivos de galináceos e codornas no Brasil entre 1990 e 2018.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).

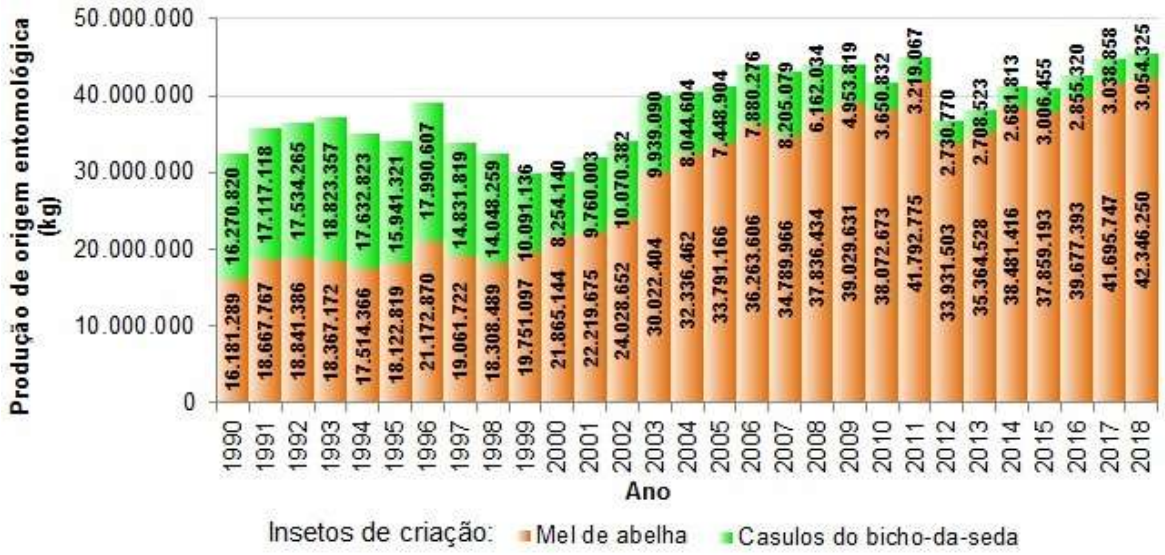


Figura 57.5. Variação anual da produção de mel e de casulos do bicho-da-seda no Brasil entre 1990 e 2018 no Brasil.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2019a).

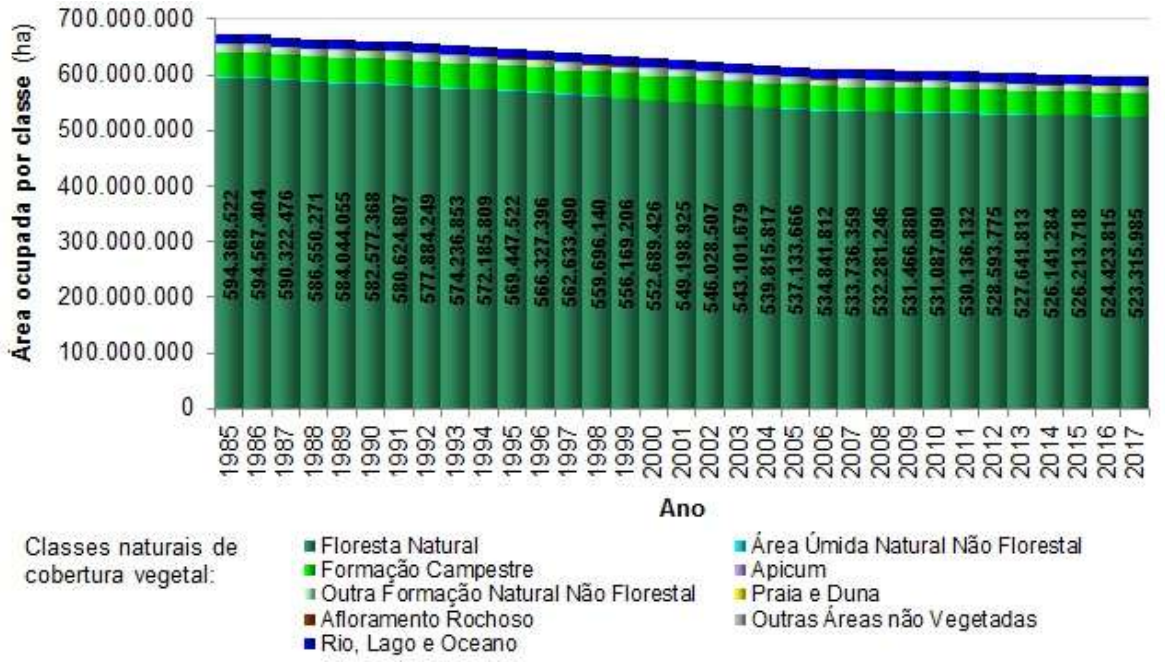


Figura 57.6. Variação anual da área ocupada por classes naturais de cobertura vegetal e uso da terra no Brasil entre 1990 e 2017.

Elaboração: André Hirsch e Elena C. Landau. Fonte dos dados: Projeto MapBiomas (2019).

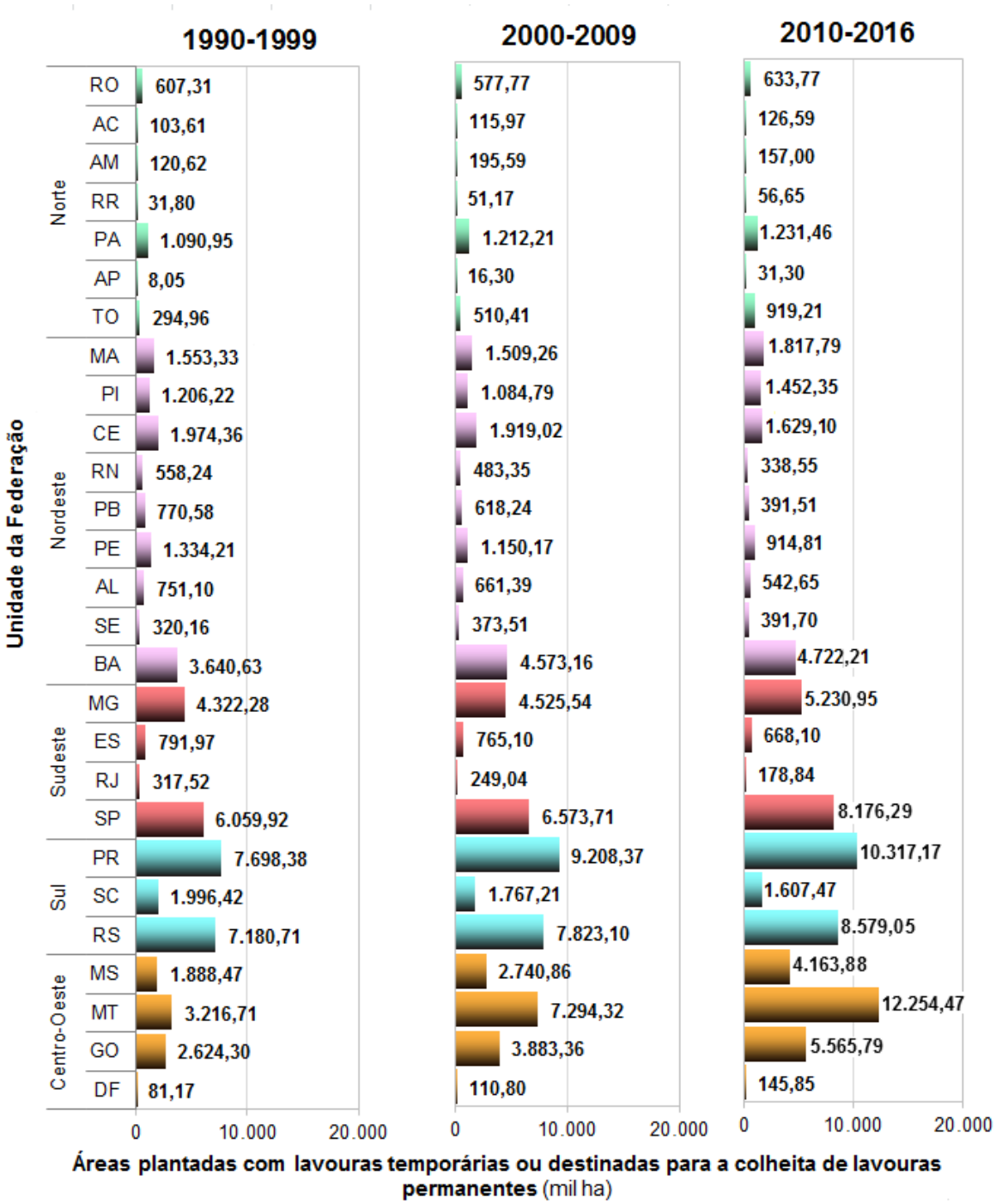


Figura 57.7. Somatório das áreas médias anuais plantadas com culturas temporárias e áreas médias anuais destinadas para a colheita de culturas permanentes por Unidade da Federação do Brasil entre 1990 e 2016.

Elaboração: Elena C. Landau e Gilma A. da Silva. Fonte dos dados: IBGE (2017).

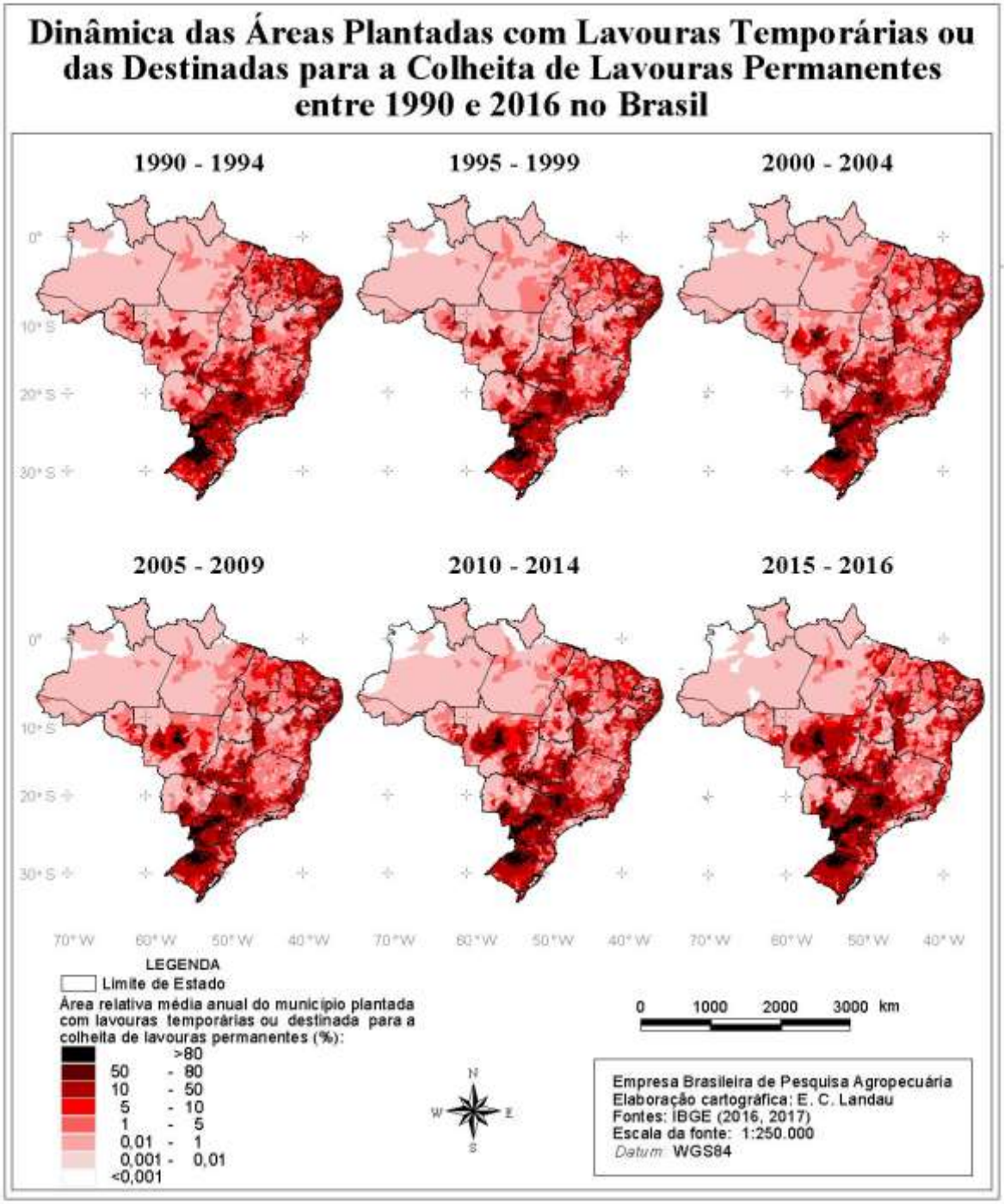


Figura 57.8. Somatório das áreas médias anuais plantadas com culturas temporárias e áreas médias anuais destinadas para a colheita de culturas permanentes por município do Brasil entre 1990 e 2016.

Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: IBGE (2016, 2017).

Características e dinâmica de ocupação do espaço agrícola: Síntese

A seguir é apresentada uma síntese dos principais aspectos abordados nos capítulos do livro, abrangendo a dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil a partir de 1990.

A análise da **dinâmica de ocupação do espaço agrícola** compreende o estudo do movimento geográfico de características das áreas rurais ao longo do tempo. Diversas metodologias têm sido adotadas em estudos de dinâmica de ocupação do espaço agrícola, como as citadas no **Capítulo 1**. A definição da(s) metodologia(s) a ser(em) considerada(s) em cada caso dependerá do objetivo de cada estudo e das variáveis de interesse disponíveis ou possíveis de serem obtidas. Nesta publicação, as variáveis consideradas e as metodologias adotadas para a análise da dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural nas últimas décadas são apresentadas no **Capítulo 8** (Volume 2) ou nos Capítulos específicos.

Atualmente, o Brasil é uma potência mundial na produção de alimentos, por ser o terceiro maior produtor de grãos, possuir o segundo maior rebanho bovino (incluindo bubalinos) e ter o maior rebanho comercial, decorrente da superação dos percalços defrontados na formação histórica do País. A história do Brasil é permeada por uma série de ciclos econômicos que, em cada lugar e a seu tempo, tiveram um papel fundamental para a definição das suas fronteiras e para a vocação deste como um dos maiores celeiros do mundo. Nesse sentido, o **Capítulo 2** (Volume 1) apresenta uma **breve história da agropecuária brasileira**, descortinando os ciclos econômicos dos principais produtos que contribuíram para a identidade do País ao longo dos séculos, desde o extrativismo vegetal do período pré-colonial até a formação de um agronegócio pujante que “nada contra a maré” da atual crise econômica global. Mudanças climáticas e a degradação ambiental representam uma série de desafios e incertezas para a presente geração e, principalmente, para as futuras gerações. No entanto, a breve história contada no Capítulo 2 indica que a pesquisa agropecuária e o empreendedorismo dos produtores brasileiros têm “dado conta do recado”, impulsionando a evolução histórica do setor.

O **Brasil** apresenta uma área de 8.515.758,7 km², e uma população residente estimada de aproximadamente 210 milhões de habitantes em 2019. Seu **território** é dividido em 27 Unidades da Federação (ou Unidades Federativas), representadas por 26 Estados e um Distrito Federal, reunidos em cinco grandes Regiões Geográficas: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Os Estados são subdivididos em municípios, que representam a menor unidade político administrativa do País. Os municípios são agrupados em Microrregiões, que, por sua vez, são agrupadas em Mesorregiões. Em

termos biogeográficos, o País apresenta seis grandes **Biomas**: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, com características macroclimáticas, ambientais, fitofisionomias e espécies da flora e fauna características de cada um. Em termos demográficos, é notória a maior parcela da população residente em áreas urbanas, e as maiores densidades demográficas preponderantemente em municípios próximos ao litoral. No referente às **características socioeconômicas** da população, observam-se carências representativas, principalmente em grande parte dos municípios das Regiões Nordeste e Norte, relativas a condições de desenvolvimento humano da população (IDH), em termos de rendimento médio nominal, renda média *per capita* (PIB*pc*), educação e acesso a serviços adequados de saneamento básico, o que demanda ações abrangentes para a efetiva melhoria da qualidade de vida nesses lugares. Informações mais detalhadas sobre esses temas podem ser consultadas no **Capítulo 3** (Volume 1).

A **agricultura familiar** representa uma forma de produção agropecuária realizada em estabelecimentos rurais pequenos, sob gerenciamento e com mão de obra representada principalmente por membros da família, em que pelo menos a metade da renda provém de atividades realizadas no estabelecimento. Em 2017, o segmento teve participação significativa na produção de alimentos para consumo interno, respondendo por 48% do valor da produção de café e banana, nas culturas temporárias; 80% do valor de produção da mandioca, 69% do de abacaxi e 42% da produção do feijão, entre outros. Representou 76,82% dos estabelecimentos rurais, ocupando 23,03% da área total de estabelecimentos agropecuários do País, gerando 23% do Valor Bruto da Produção agropecuária nacional (VBP) e ocupando 10,1 milhões (67%) de trabalhadores rurais do Brasil. Quase a metade (47,18%) dos estabelecimentos familiares foi registrada na Região Nordeste, em municípios com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) relativamente baixo, onde predominam estabelecimentos familiares com tamanho médio inferior a um módulo fiscal, provavelmente comprometendo a sustentabilidade da maioria desses agricultores. Além disso, mais de 1/3 (34,76%) dos estabelecimentos classificados como familiares em 2017 foi registrado nas Regiões Sudeste e Sul, em municípios com IDH relativamente mais alto. A agricultura familiar brasileira está associada à policultura, sendo extremamente diversificada (dos pontos de vista econômico, comercial, tecnológico, cultural, ambiental, etc.), demandando o desenvolvimento de tecnologias adequadas para diferentes realidades locais. Pela sua importância no fornecimento de alimentos e matérias-primas no mercado interno, além do pessoal ocupado na produção, a agricultura familiar representa um fator fundamental em políticas públicas de segurança alimentar. E, diante da tendência mundial pela busca de

alimentos mais saudáveis, também é uma valiosa opção nacional para a produção de alimentos seguindo práticas que preservem o meio ambiente e a biodiversidade, visando o desenvolvimento sustentável. Informações adicionais sobre a agricultura familiar no Brasil foram apresentadas no **Capítulo 4** (Volume 1).

O bom desenvolvimento das culturas agrícolas depende em grande parte de **condições edáficas** (do **solo**) e climáticas favoráveis, como temperatura, precipitação e fotoperíodo, aliadas a outras características ambientais e às técnicas de manejo adotadas. Os **solos** resultam da interação entre características originais de composição da rocha-mãe e da ação posterior de fatores abióticos (clima) e bióticos (organismos, ação antrópica) ao longo do tempo, sendo condicionado por variações de relevo e de dinâmica da água na paisagem. Mais de 60% do território nacional é ocupado por latossolos (31,9%) e argissolos (29,3%), apresentando condições para uso agrícola. Em diversos locais, a baixa fertilidade demanda o manejo correto para potencializar o desenvolvimento dos plantios agrícolas. Em áreas mais íngremes, é prioritária a adoção de técnicas de conservação do solo e da água para evitar erosão. Dadas as variações locais e temporais de propriedades químicas e físicas dos solos e da demanda de cada cultura, recomenda-se a realização periódica de análises de solos nas áreas a serem cultivadas, bem como a orientação técnica por um profissional habilitado que dê indicações sobre o manejo adequado para a obtenção de maior rentabilidade com menores custos econômicos, sociais e ambientais. Informações mais detalhadas sobre a variação dos solos do Brasil e suas potencialidades agrícolas são apresentadas no **Capítulo 5** (Volume 1).

O agronegócio brasileiro contribui para cerca de ¼ do Produto Interno Bruto do País e apresenta tendência constante de expansão nas últimas décadas. Além da oferta de alimentos para o abastecimento interno a preços baixos, o setor agropecuário contribui para o superávit da balança comercial brasileira. Os ganhos em produtividade estão relacionados ao uso de sistemas de produção mais eficientes incluindo os ganhos advindos do uso de sementes geneticamente melhoradas, nutrição de plantas, mecanização das lavouras e os avanços na área de climatologia agrícola e geotecnologias. **Variações climáticas** tendem a acelerar ou limitar o desenvolvimento das culturas agrícolas (temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento, radiação solar, evapotranspiração). A disponibilidade hídrica proporcionada pelo regime pluviométrico contribui para que cerca de 95% da produção agrícola do Brasil seja obtida com a prática da agricultura de sequeiro; isto é, sem a necessidade de irrigação. Em importantes regiões agrícolas do Brasil as condições climáticas permitem ainda o cultivo de uma segunda safra anual, denominada de

safrinha. Os avanços tecnológicos contribuem para os ganhos em produtividade e qualidade dos alimentos produzidos, no entanto, são acompanhados de aumentos nos custos de produção. Dessa forma, grande ênfase deve ser dada à minimização dos riscos de perdas e os conhecimentos das condições climatológicas se tornam relevantes. Os impactos climáticos afetam diretamente a produtividade agrícola através de estiagens, alagamentos, vendavais e granizo, e indiretamente, pela proliferação e disseminação de pragas e doenças. O conhecimento das relações solo-água-planta-atmosfera e das condições ideais para o desenvolvimento das culturas agrícolas depende da disponibilidade de bases de informações climatológicas. Nesse sentido, o Brasil dispõe atualmente de importante rede de estações meteorológicas automáticas, rede de estações pluviométricas e fluviométricas e radares meteorológicos terrestres, além das bases de dados de origem orbital. A sistematização das informações climatológicas em consonância com os requerimentos das culturas agrícolas permitiu a implementação do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (Zarc), importante ferramenta para nortear as épocas ideais de cultivo em todo o território nacional, assim como também as áreas do crédito rural, seguro agrícola ou o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). Informações mais abrangentes sobre a variabilidade de características climáticas e de fontes de obtenção de dados para subsídio do conhecimento de características climáticas que favoreçam a produção agrícola são apresentadas no **Capítulo 6** (Volume 1).

Zoneamentos são instrumentos de planejamento que visam orientar ou regular o uso e a ocupação do território, subsidiando a indicação de práticas permitidas ou vedadas em cada local e/ou época do ano, definidas a partir da integração de um conjunto de dados e regras relevantes. No Brasil, diversos tipos de zoneamento têm sido utilizados para orientar a produção agrícola ou mesmo políticas públicas para a gestão do uso da terra. Os mais conhecidos são o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc), o Zoneamento de Aptidão Agrícola (ZAA) e o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE). O Zarc objetiva a identificação e indicação de épocas potencialmente aptas para o plantio de culturas agrícolas nas diferentes áreas do País. Baseia-se principalmente na identificação de épocas com características climáticas e do solo que potencialmente ofereçam menores riscos de perda de safra, variando conforme a cultura agrícola e ciclo das cultivares consideradas (precoce, normal ou tardia). O ZAA visa indicar o grau de aptidão de um local para a produção agrícola. O ZEE estabelece medidas e padrões de proteção ambiental visando assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos, do solo e a diversidade biológica, em busca do desenvolvimento sustentável e a melhoria

das condições de vida da população. Informações mais detalhadas ao respeito são apresentadas no **Capítulo 7** (Volume 1).

Em determinadas áreas geográficas há relação espacial, temporal ou de dependência entre a produção de culturas agrícolas e a criação de animais, o que gera grande diversidade de sistemas de produção (rotação de culturas, consórcio) e manejo. Isso acaba por influenciar características do meio, como variações geográficas e/ou temporais de características econômicas (como custos locais e preços pagos aos produtores em função da relação oferta-demanda de produtos) ou estruturais (variação de estímulos para a criação de animais integrantes de determinadas cadeias produtivas, ocorrência de paisagens propícias ou limitantes à dispersão ou sobrevivência de espécies benéficas ou prejudiciais, adoção de técnicas de controle natural ou artificial de pragas e doenças de culturas agrícolas, etc.). Assim, apesar da complexidade de cada agroecossistema, a disponibilização de dados nacionais até o nível municipal e por cultura agrícola ou por espécie de animal de criação possibilita a análise individual dessas espécies de interesse agropecuário, permitindo fazer inferências e planejamento de estratégias nacionais nessa escala.

Para a **análise da dinâmica da produção agrícola** nas últimas décadas no Brasil foram selecionadas as culturas agrícolas, silvícolas e animais de criação com dados municipais disponíveis para os anos entre 1990 e 2016 (ou período a partir de 1990) que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE, atingiram valor da produção nacional maior do que R$ 500 milhões em 2016. Foram analisados comparativamente dados nas escalas geográficas nacional, regional, estadual, microrregional e municipal sobre área plantada ou destinada para a colheita, produção, áreas de maior concentração da produção, rendimento médio, valor da produção, valor da produção *per capita* e valor do produto (valores deflacionados pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna: IGP-DI/FGV). No caso das espécies de animais de criação foram analisados dados sobre os efetivos (número de unidades animais), densidade populacional (taxa de lotação), produção de derivados e produtividade média de subprodutos. Maior detalhamento sobre as **metodologias** adotadas para a organização, análises estatísticas e apresentação padronizada dos resultados das análises referentes às culturas agrícolas e silvícolas consideradas no livro são apresentados no **Capítulo 8** (Volume 2). Metodologias e fontes consideradas para outras análises sobre a produção agropecuária e sobre características do território nacional foram apresentadas nos próprios capítulos. Síntese dos principais padrões observados por cultura agrícola é apresentada a seguir.

O **abacaxi** (*Ananas comosus,* Bromeliaceae) é utilizado principalmente para consumo humano *in natura* ou na forma industrializada. Os resíduos decorrentes da industrialização podem ser destinados para a alimentação animal ou outros usos. Em 2016 o Brasil foi o segundo maior produtor mundial da fruta. O plantio ocorre predominantemente entre o final da estação seca e durante a estação chuvosa. Entre 1990 e 2016, foi observado aumento da área destinada para a colheita, do rendimento médio e, consequentemente, da produção nacional. Os Estados que têm se destacado na produção da fruta são Pará, Paraíba e Minas Gerais. Nos últimos anos, acima de 25% da produção brasileira de abacaxi tem se concentrado numa área de 51.927,1 km^2, representada pelas microrregiões de Conceição do Araguaia (PA), Uberlândia (MG) e Litoral Norte (PB). O valor médio da fruta tem variado basicamente entre R$ 1,00 e 1,50, apresentando tendência de redução das diferenças de preços entre Regiões geográficas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 9** (Volume 2).

O **algodão herbáceo** (*Gossypium hirsutum*, Malvaceae*)* representa mais de 98% do algodão comercial produzido no Brasil, sendo destinado principalmente para a utilização de fibras na indústria têxtil (algodão em pluma) ou outros usos, como extração de óleos comestíveis e biocombustíveis (principalmente caroço de algodão). As áreas de concentração da produção da cultura variaram consideravelmente nas últimas décadas. Na década de 1990, a maior concentração da produção ocorria nos Estados do Paraná e de São Paulo, mas a partir da década de 2000 foi verificada maior concentração nos Estados do Mato Grosso e no Extremo Oeste da Bahia. Em decorrência de combinação de fatores climáticos, econômicos e ocorrência da praga do bicudo-do-algodoeiro, entre 1990 e 2016 foi observada tendência de aumento da área plantada nas Regiões Centro-Oeste e Nordeste, porém redução nas Regiões Sul e Sudeste. Quanto ao rendimento médio foi observada tendência média de aumento no País, principalmente nos Estados onde a produção tem se concentrado nos últimos anos. O valor pago pelo algodão tem aumentado nas principais regiões produtoras, porém apresentado tendência de diminuição nas Regiões Sul e Sudeste, onde as áreas plantadas também têm sido progressivamente reduzidas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 10** (Volume 2).

O **alho** (*Allium sativum*, Amaryllidaceae) é utilizado para a alimentação humana, tanto como tempero quanto para uso medicinal. A parte comercial que se aproveita do alho são os bulbos, que são formados por pequenos bulbilhos (conhecidos popularmente como dentes). A área plantada com alho no Brasil apresentou tendência média de queda entre 1990 e 2016. As principais Regiões onde se planta alho no Brasil são a Sul, a Sudeste e a Centro-Oeste, em especial os Estados de Goiás, Rio Grande do Sul, Minas

Gerais e Santa Catarina. O rendimento médio aumentou no período, mas a produção oscilou consideravelmente no Brasil. O valor do quilo do alho nos principais Estados produtores chegou a R$ 8,51 em Minas Gerais, R$ 7,41 no Rio Grande do Sul, R$ 7,22 no Paraná e R$ 6,57 em Goiás. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 11** (Volume 2).

O **amendoim** (*Arachis hypogaea*, Fabaceae) é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo. No Brasil tem grande importância agrícola, sendo destinada principalmente para a produção de grãos, óleo, farelo ou biodiesel. É rica em proteínas e vitaminas, sendo assim consumida *in natura* ou processada. No Brasil são plantadas duas safras anuais: a 1ª, chamada "safra das águas", e a 2ª, denominada "safra da seca". A obtenção de produtividades mais elevadas depende principalmente da ocorrência de temperaturas adequadas, e da disponibilidade de nutrientes e de umidade suficientes, principalmente a partir do início do florescimento, época mais crítica. Excesso de umidade, no entanto, favorece a susceptibilidade das plantas à ação de fungos, bactérias e outros agentes patogênicos. O maior desafio no sistema de produção do amendoim é controlar a aflatoxina, que é uma micotoxina produzida por fungos do gênero *Aspergillus,* tóxica quando ingerida. Mais de 90% da produção brasileira de amendoim concentra-se no Estado de São Paulo, nas microrregiões de Jaboticabal (SP), Tupã (SP) e Marília (SP). Entre 1990 e 2016 foram observadas tendências médias de aumento da área plantada, rendimento médio e produção nacionais. Fatores como a possibilidade de semeadura direta em áreas de renovação de canavial colhido sem queima prévia (na Região de Ribeirão Preto) e de reforma de pastagens (no Oeste do Estado) têm favorecido a expansão da cultura no Estado de São Paulo, onde o valor médio da produção *per capita* em 2010-2016 foi de R$ 7,59 por habitante, indicando a importância econômica relativa média que a cultura teve para a população do Estado nos últimos anos analisados. Neste, o valor médio anual pago aos produtores em 2010-2016 foi de R$ 1,53, um dos menores valores médios estaduais, o que provavelmente reflete a maior oferta em relação à demanda local. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 12** (Volume 2).

O **arroz** (*Oryza* spp, Poaceae) representa um alimento básico para grande parte da população humana, sendo cultivado predominantemente na Ásia. O Brasil é o maior produtor de arroz fora da Ásia, ocupando a nona colocação no panorama mundial. Entre 1990 e 2016, a cultura foi plantada em todos os Estados brasileiros, porém os que concentram a maior parte da produção são os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde predomina o cultivo irrigado por inundação. Embora a área plantada tenha diminuído nas últimas décadas, principalmente em regiões em que prevalecem cultivos

de sequeiro, ocorreu um aumento do rendimento médio, sendo verificada pequena tendência geral de aumento da produção, assim como do valor da produção. O valor pago aos produtores tem apresentado leve tendência de queda nas últimas décadas, principalmente nos Estados que concentram a maior parte da produção da cultura. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 13** (Volume 2).

A **banana** (*Musa spp*., Musaceae) é uma das frutas mais consumidas em todo o mundo, principalmente *in natura*, para a alimentação. É uma cultura que traz retorno rápido ao produtor, além de ser possível sua produção e comercialização durante o ano inteiro. A bananeira se desenvolve bem em climas tropicais, com calor constante, chuvas bem distribuídas e elevada umidade relativa. Em 2016, o Brasil foi o quarto maior produtor da fruta, com mais de 17 milhões de toneladas produzidas. A maior parte da produção nacional provém de municípios das Regiões Sudeste e Nordeste, tendo como importantes polos produtores o Vale do Ribeira-SP, norte de Minas Gerais, norte de Santa Catarina e Juazeiro-BA/Petrolina-PE, garantindo o fornecimento do produto durante todo o ano. O Estado da Bahia é o que tem destinado maior área para a colheita de banana. As áreas nacionais destinadas à colheita da banana têm diminuído ao longo dos anos, mas o rendimento médio e a produção têm aumentado consideravelmente nas últimas décadas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 14** (Volume 2).

A **batata-doce** (*Ipomoea batatas*, Convolvulaceae) é utilizada principalmente na alimentação humana. É considerada uma cultura rústica por causa da facilidade de plantio, resistência ao ataque de pragas e adaptação a solos pobres. A baixa lucratividade e o pouco investimento em tecnologias fazem com que a produção aumente lentamente. Apesar da tendência de diminuição da área plantada no País, o aumento dos rendimentos médios tem possibilitado o incremento a partir de 1996 e leve tendência de aumento do valor do produto após 2003. Os Estados de onde provêm a maior parte da produção são Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Sergipe. As microrregiões com a maior concentração da produção de batata-doce nas últimas décadas são Agreste de Itabaiana (SE), Porto Alegre (RS) e Santa Cruz do Sul (RS). Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 15** (Volume 2).

A **batata-inglesa** (*Solanum tuberosum*, Solanaceae) é uma das principais hortaliças cultivada no Brasil. Sua produção ocorre principalmente em regiões com temperaturas médias entre 18°C e 22°C. No Brasil são plantadas três safras anuais: a 1ª safra (safra das águas), de dezembro a março; a 2ª (safra da seca), de abril a agosto; e a 3ª (safra de inverno), entre setembro e novembro, sendo esta última irrigada. Há plantios destinados ao consumo ou produção de sementes. Entre 1990 e 2016 foi observada

tendência média de queda da área plantada com batata-inglesa no País, porém aumento do rendimento médio e da produção nacional. Entre 2003 e 2016, a 1ª safra tem apresentado maiores áreas plantadas e produção, ao contrário da 3ª safra. Já em termos de rendimento médio, a 3ª safra tem se destacado em relação às anteriores. Os Estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás e Santa Catarina têm se destacado como os maiores produtores de batata-inglesa nas últimas décadas. Entre as microrregiões de maior concentração da produção da cultura nas últimas décadas têm se destacado a de Pouso Alegre (MG), São Mateus do Sul (PR), no caso das duas primeiras safras, e a de São João da Boa Vista (SP) e Araxá (MG) no caso da 3ª safra. Os valores médios pagos aos produtores pela saca de 60 kg de batata-inglesa apresentaram tendência de declínio entre 1994 e 2016 (valores deflacionados pelo IGP-DI), variando entre R$ 1,00 e R$ 1,30 nos principais Estados produtores da cultura em 2010-16. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 16** (Volume 2).

O **cacau** (*Theobroma cacao*, Malvaceae) é utilizado na alimentação humana, representando a matéria-prima principal para a produção de chocolate (a partir de suas sementes: amêndoas). Requer o plantio preferencialmente em áreas sombreadas, pelo que tem sido frequentemente plantado em sistema agroflorestal, possibilitando maior sustentabilidade ambiental regional. Entre 1990 e 2016, o cultivo tem se concentrado principalmente no sul do Estado da Bahia, norte do Espírito Santo, em vários municípios dos Estados do Pará e Rondônia. O rendimento médio tem aumentado na Região Norte, porém, diminuído no Nordeste. Na década de 1990, foi observada diminuição progressiva da produção, principalmente relacionada com a incidência devastadora da doença "vassoura-de-bruxa" no sul da Bahia, situação mais controlada nas décadas seguintes, em que foi verificada tendência de aumento interanual até 2015. Os valores médios da saca de 60 kg pagos aos produtores (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018) apresentaram variações consideráveis entre 1994 e 2016, sendo observada tendência média de queda no Estado da Bahia e de aumento nos Estados da Região Norte. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 17** (Volume 2).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de **café**. São cultivadas principalmente duas espécies: **café arábica** (*Coffea arabica*, Rubiaceae), que produz café de maior requinte e qualidade, e **café canephora**, também denominado **conilon ou café robusta** (*Coffea canephora* sin. *Coffea robusta*, Rubiaceae), utilizado para a fabricação de cafés solúveis, que apresenta menor acidez e maior teor de cafeína, e na fabricação de *blends*, com o café arábica. Embora existam várias espécies do gênero *Coffea*, *C. arabica* e *C. canephora* representam, respectivamente, quase 70% e 30% da produção mundial. No Brasil, as áreas destinadas para a colheita de café nas últimas

décadas têm representado em torno de 77% de café arábica e 23% de café canephora. O cultivo de café arábica predomina em Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo, e o de café canephora concentra-se principalmente no norte do Espírito Santo e em Rondônia. Os maiores rendimentos médios têm sido observados nos Estados com as maiores áreas plantadas. Nos últimos anos, a maior parte da produção de café arábica concentrou-se principalmente em microrregiões do Estado de Minas Gerais (Varginha, São Sebastião do Paraíso e Manhuaçu), e a de café canephora, do Estado do Espírito Santo (principalmente nas microrregiões de Nova Venécia, Linhares e Colatina). Os valores de venda do café têm variado consideravelmente nos últimos anos, sendo que o valor da saca de 60 kg de café arábica tem sido em torno de 25-30% maior que o de café canephora, o qual tem apresentado tendência de aumento nos últimos anos. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 18** (Volume 2).

A **cana-de-açúcar** (*Saccharum* spp., Poaceae) é uma cultura semiperene, com possibilidade de vários cortes ao longo dos anos de cultivo. O Brasil é o maior produtor mundial da cultura, gerando principalmente açúcar e etanol. Temperaturas elevadas, boa disponibilidade de água e de radiação solar favorecem o desenvolvimento das plantas. Entre 1990 e 2016, foi observada tendência média de aumento da área destinada para a colheita, do rendimento médio e da produção nacionais. Quase 60% da produção de cana-de-açúcar provêm do Estado de São Paulo, embora ocorram plantios em quase todo o País, porém em baixa densidade. Quanto ao valor pago aos agricultores na maioria das regiões produtoras, tem sido observada certa estabilidade ou pequena queda nas últimas décadas. Entre os principais Estados produtores de cana-de-açúcar, os maiores valores médios nos últimos anos têm sido observados em Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Maranhão e Bahia. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 19** (Volume 2).

A **cebola** (*Allium cepa*, Amaryllidaceae) é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo. A cultura foi inicialmente produzida na Região Sul do País, e ao longo dos anos foi ganhando espaço nas demais Regiões brasileiras, fato que se deu pelo estudo e desenvolvimento de novas cultivares capazes de se adaptar a outros climas. Mesmo com a diminuição da área plantada de 1990 a 2016, o Brasil é destaque como um dos maiores produtores de cebola, sendo que Santa Catarina, Bahia, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná e Minas Gerais são os Estados com maiores áreas de produção. O rendimento médio tem aumentado nas últimas décadas, em decorrência de investimentos em técnicas de manejo, desenvolvimento de cultivares híbridas mais tolerantes ao déficit hídrico e com resistência ao ataque de doenças e pragas. Os valores do produto têm diminuído nas últimas décadas. Nas Regiões Sul e Sudeste, os valores têm sido

menores. Valores mais elevados têm sido pagos em municípios da Região Nordeste. Características climáticas locais permitem que o produtor se programe para produzir cebola nos períodos de menor oferta do produto no mercado, obtendo preços mais elevados. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 20** (Volume 2).

O **coco-da-baía** (*Cocos nucifera,* Palmae), também denominado coco-da-Bahia ou apenas coco, é originário da Ásia sendo utilizado para alimentação humana (água de coco, polpa), em diversos tipos de indústrias e para fins artesanais, havendo variedades destinadas para os diferentes usos. As principais variedades são o coqueiro gigante, utilizado para a produção de coco seco, e o coqueiro anão, para a produção de coco verde. Em 2016, o Brasil foi o quarto maior produtor mundial, com uma produção de quase 2,65 milhões de toneladas. O plantio das mudas deve acontecer durante o período chuvoso, podendo ocorrer cultivos consorciados com outras culturas agrícolas ou animais de criação. Há plantações de coco em quase todos os Estados tropicais brasileiros, verificando-se maior concentração na faixa litorânea desses Estados, principalmente nos Estados da Bahia, Sergipe e Ceará. Entre 1990 e 2016 foram observados aumentos representativos do rendimento médio dos plantios e da produção de coco, porém queda considerável do valor do produto, principalmente nas Regiões com maior produção de coco. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 21** (Volume 2).

A **erva-mate** (*Ilex paraguariensis*, Aquifoliaceae) é uma cultura de grande importância econômica e social, principalmente para a Região Sul do Brasil, que tem concentrado mais de 99% da produção nacional de 1990 a 2016. Folhas e ramos da planta são utilizados na preparação de bebidas como o chimarrão, chá-mate e *tererê*; sendo, além disso, usados para a produção de alimentos e cosméticos. Em 2016, o Brasil foi o maior produtor mundial de erva-mate. Entre 1990 e 2016, a colheita de erva-mate foi concentrada principalmente no Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, tendo sido registradas pequenas extensões com plantios no sudeste do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. A produção anual aumentou entre 1990 e 2001, tendo apresentado queda entre 2002 e 2004, e posterior tendência média de aumento até 2016. A microrregião com maior densidade de produção nas últimas décadas foi Guaporé (RS), de onde proveio 27,7% da produção nacional de 2010-2016. Além dessa, antes de 2010, outras microrregiões destacaram-se adicionalmente em termos de densidade média de produção, quais sejam: Santa Cruz do Sul (RS), em 1990-1999, e União da Vitória (PR), em 2000-2009. Os municípios brasileiros com maior produção relativa em 1990-1994 foram Venâncio Aires-RS, Ilópolis-RS e Mato Leitão-RS (respectivamente, 48, 46 e 38 quilos por hectare da área do município); e em 2015-2016 foram Ilópolis-RS, Arvorezinha-RS, Anta Gorda-RS (respectivamente com 562, 234 e 59 quilos por hectare do

município). Entre 2014 e 2016, o preço médio pago aos produtores da Região Sul pela erva-mate variou entre R$ 0,89 por quilo e R$ 1,33 por quilo. Em municípios como Ilópolis-RS foi observada tendência de cultivo no sistema orgânico ou agroflorestal, na busca de maior qualidade e preço de venda. Nas últimas décadas, o preço pago aos agricultores tem influenciado no aprimoramento do manejo das áreas plantadas ou na substituição desta pelo plantio de outras culturas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 22** (Volume 2).

O **feijão** (*Phaseolus vulgaris,* Fabaceae) é um dos principais componentes da alimentação brasileira. É cultivado em todo o território nacional, ocorrendo três safras anuais no País: a 1ª safra ou "safra das águas" (plantada de outubro a dezembro), a 2ª safra ou "safra da seca" (plantada de fevereiro a março) e a 3ª safra ou "safra irrigada" (plantada de maio a julho e posteriormente irrigada). Entre 1990 e 2016, foi observada diminuição próxima de 45% da área plantada com feijão no Brasil. Padrão semelhante foi observado em relação à 1ª safra entre 2003 e 2016, safra em que se concentra a maior parte dos plantios no País. Apesar disso, foi observada tendência de aumento do rendimento médio nos últimos anos e em todas as safras, resultando em variações interanuais consideráveis nas últimas décadas, apresentando pequena tendência média de aumento de produção de feijão no período. Em nível regional, a maior parte da produção anual de feijão entre 1990 e 2016 ocorreu nas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste, assim como observado para as 1as e 2as safras anuais, principalmente dos Estados do Paraná e Minas Gerais e Bahia. No caso da 3ª safra, quase toda a produção (irrigada) provém das Regiões Sudeste e Centro-Oeste, principalmente de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Mato Grosso. Quanto ao valor médio pago aos agricultores pela venda do produto, nota-se grande variação nas últimas décadas, sendo verificada pequena tendência média de diminuição dos valores nas áreas em que ocorre maior produção da cultura. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 23** (Volume 2).

O **fumo** (*Nicotiana tabacum, Solanaceae*) produz folhas grandes que, sendo enroladas, beneficiadas, trituradas ou moídas podem ser utilizadas para inalar, fumar, na forma de bola de mascar, inseticida natural, como componente de remédios na indústria farmacêutica e outros fins. Entre 1990 e 2016 tem sido plantado principalmente na Região Sul do País, de onde proveio 97% da produção nacional em 2010-2016. Na década de 1990, mais de um quarto da produção nacional (26,66%) concentrou-se em 38.244,3 km^2, representados pelas microrregiões de Santa Cruz do Sul (RS), Ituporanga (SC) e Arapiraca (AL). Em 2010-2016, mais de um quarto da produção do País proveio de 83.348,4 km^2, relativos às microrregiões de Santa Cruz do Sul (RS), Ituporanga (SC),

Irati (PR) e Rio Negro (PR). Apesar da proibição da propaganda pública no País e em diversos outros países, o Brasil vem se mantendo como o segundo maior produtor e maior exportador mundial de fumo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 24** (Volume 2).

A **goiaba** (*Psidium guajava*, Myrtaceae) é originária da América do Sul, sendo atualmente plantada também em regiões tropicais e subtropicais de diversos países. Atualmente é considerada uma fruta de importância agrícola no Brasil, seja para o seu consumo *in natura* ou após processamento para a produção de sucos, doces, geleias, etc., com alto valor comercial. Entre 1990 e 2016, a área de produção da fruta mais do que dobrou, chegando a uma produção de goiaba de 414.960 toneladas em 2016. Em 1990-1999 mais de ¼ de produção nacional de fruta concentrava-se na microrregião de Jaboticabal (SP), com as microrregiões de Petrolina (PE) e Campinas (SP) também tendo ganho maior importância relativa entre 2000-2016 em termos de concentração da produção nacional. O valor médio da fruta tem apresentado pequena tendência média de aumento entre 2001 e 2016, com valores médios variando principalmente entre R$ 0,95 por quilo e R$ 1,50 por quilo nos principais Estados produtores do País. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 25** (Volume 2).

A **laranja** (*Citrus sinensis*, Rutaceae) é uma fruta provavelmente originária do sul da Ásia. O Brasil é o maior produtor mundial, com 17,25 milhões de toneladas produzidas em 2016. Dependendo da variedade, a colheita pode ocorrer em diferentes épocas do ano. Entre 1990 e 2016, mais de 80% da produção de laranja tem se concentrado principalmente no Estado de São Paulo, seguido pelo de Sergipe. De maneira geral, considerando o período analisado, tem sido observada tendência de diminuição da área destinada à colheita da cultura nas últimas décadas, porém de aumento do rendimento médio, da produção e do valor da produção. As áreas de maior concentração da produção da cultura situam-se principalmente no norte do Estado de São Paulo, nas proximidades de Mogi Mirim (SP) e Limeira (SP). Quanto aos valores médios do quilo de laranja pagos aos produtores (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018) foi observado que, na maioria dos casos, os valores mais altos foram pagos em locais distantes de áreas de produção, e valores mais baixos, nos Estados com maior produção ou vizinhos destes. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 26** (Volume 2).

Várias espécies de **limão** (*Citrus* spp., Rutaceae) são cultivadas no Brasil. As mais comuns são os limões verdadeiros (*Citrus limon* - Eureka, Siciliano, Lisboa e Fino), os que são muito utilizados para porta-enxerto (*Citrus limonia* - Cravo e *Citrus volkamericana* - Volkamericano); e as limas ácidas, que são consideradas como se fossem limões

(*Citrus aurantifolia* - Galego e *Citrus latifolia* - Tahiti). Sua utilização principal é na culinária na forma *in natura* e na produção de suco concentrado. Apesar de variável ao longo dos anos analisados, a área destinada à colheita do limão aumentou no Brasil (~8,5%) entre 1990 e 2016, concentrando-se essencialmente na Região Sudeste, principalmente nas microrregiões de Novo Horizonte (SP) e Jaboticabal (SP), que têm concentrado mais de 36% da participação na produção média nacional nas últimas décadas (1990-2016). O rendimento médio e a produção têm apresentado tendência média de aumento de 1990 a 2016. O valor da produção nacional tem diminuído anualmente entre 1994 e 2003, tendo aumentado nos anos seguintes até 2016. O valor do quilo também tem caído consideravelmente entre 1994 e 2003, apresentando tendência de pequeno aumento nos anos seguintes até 2016. No Estado de São Paulo, responsável por alto percentual da produção nacional, o valor médio pago pelo quilo de limão em 2010-2016 foi de R$ 0,72. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 27** (Volume 2).

A **maçã** (*Malus x domestica*, Rosaceae) é utilizada principalmente para consumo humano *in natura* e na forma industrializada. Em 2016 o Brasil foi o décimo terceiro maior produtor mundial da fruta. Em razão das suas características de clima temperado e períodos de frio, os cultivos ocorrem predominantemente da Região Sul do País, em altitudes acima de 800 m, onde o acúmulo de horas de frio é suficiente para a obtenção de maiores produtividades. Assim, mais de 92% da produção nacional da fruta nas últimas décadas tem sido proveniente de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, principalmente das microrregiões de Vacaria (RS), Joaçaba (SC) e Campos de Lages (SC) (responsáveis por mais de 80% da produção brasileira das últimas décadas). Durante as décadas de 1990 e 2000 foi observado aumento médio das áreas destinadas para a colheita, do rendimento médio e da produção nacionais. Em 2015/2016, o excesso de chuvas e geadas prejudicou a produção, além dos baixos investimentos nos últimos anos na ampliação e na renovação das áreas plantadas, que também atrapalharam a produção. Nos principais Estados produtores, o valor médio pago aos produtores pelo quilo de maçã diminuiu nas últimas décadas, tendo variado principalmente entre R$ 1,00 e R$ 1,20 em 2010-2016. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 28** (Volume 2).

O **mamão** representa seis gêneros de plantas da Família Caricaceae, sendo *Carica papaya* a espécie comercial mais importante. No Brasil, é consumido preferencialmente *in natura*, embora seja possível a industrialização para diversos outros fins. Em 2016, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial da fruta. A colheita do fruto ocorre de 4 e 6 meses após a abertura da flor, antes da maturidade total. A área destinada para a

colheita do mamão apresentou aumento ente 1990 e 2000, mas registrou decréscimo a partir desse ano. O rendimento médio e a produção de mamão aumentaram até a década de 2000, apresentando tendência média de queda durante a década de 2010. Os Estados da Bahia e Espírito Santo têm sido os principais produtores de mamão, com mais de 50% da produção nacional proveniente das microrregiões de Porto Seguro (BA), Montanha (ES) e São Mateus (ES). O preço médio pago aos produtores em 2010-2016 nos principais Estados produtores tem variado entre R$ 0,76 por quilo e R$ 1,09 por quilo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 29** (Volume 2).

A **mandioca** (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae), também conhecida como macaxeira ou aipim, tem o Brasil Central como provável centro de origem e domesticação. O gênero distribui-se desde o Arizona (Estados Unidos) até a Bacia do Rio da Prata (Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina), apresentando o México como outra área geográfica de concentração importante. Ela é cultivada principalmente por pequenos produtores de mais de 100 países tropicais e subtropicais. É uma planta eficiente no uso da água e dos nutrientes do solo, tolerante à seca e ataques esporádicos de pragas, e ainda assim apresenta rendimentos razoáveis mesmo sem a utilização de nenhum insumo, inclusive em solos pobres e com chuvas imprevisíveis. A principal forma de utilização da mandioca é na alimentação humana, de animais e na indústria. Seu consumo pode ser *in natura* ou ainda processado. Cerca de 80% do processamento industrial é para a obtenção de farinha. O plantio deve ser realizado no início da estação chuvosa, mas a definição da melhor época de plantio varia de acordo com as condições climáticas da região, a variedade plantada e o destino da produção, sem desconsiderar os veranicos. O período de colheita deve observar fatores de ordem técnica, ambiental e econômica. A Região Nordeste é a que mais tem se destacado em área plantada com mandioca no Brasil, apesar de apresentar diminuição maior que 40% entre 1990-1994 e 2015-2016. A Região Norte é a que vem apresentando maior incremento de área plantada nas últimas décadas. Os maiores rendimentos médios têm sido encontrados na Região Sul, com destaque para o Paraná. Entre os Estados com maiores produções relativas de mandioca no Brasil destacam-se Pará, Paraná, Bahia e Maranhão. As áreas de maior concentração da produção de mandioca têm variado pouco nas últimas décadas, sendo suas microrregiões localizadas principalmente nos Estados do Paraná, Pará, Bahia, Sergipe, Alagoas, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Espírito Santo. Entre os Estados com área relativa plantada maior do que 0,2%, aqueles com maiores preços médios pagos aos produtores em 2010-2016 foram Rio Grande do Sul, com R$ 1,09 por quilo, e Acre, com R$ 0,69 por quilo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 30** (Volume 2).

Originária da Índia, a **manga** (*Mangifera indica*, Anacardiaceae) foi introduzida no Brasil no século XVI pelos colonizadores portugueses. A cultura foi implantada no País inicialmente nas regiões Sudeste e Nordeste, onde encontrou condições edafoclimáticas favoráveis para o seu desenvolvimento. O investimento em plantios tecnificados foi um dos fatores que contribuiu para o crescimento da cultura no Brasil. Outro fator importante foi a procura por produtos mais práticos, impulsionando a indústria de processamento. As variedades mais cultivadas são 'Tommy Atkins', 'Haden', 'Keitt', 'Kent', 'Palmer', 'Rosa' e 'Espada'. No período entre 1990 e 2016, a área destinada à colheita da manga apresentou tendência média de crescimento até 2007, ano de maior área (79.246 ha), padrão também observado em relação à produção. Os principais Estados mangicultores são Pernambuco, Bahia, São Paulo e Minas Gerais. A partir da década de 2000 até o presente apenas três microrregiões do País concentraram pelo menos 25% da produção nacional: Petrolina (PE), Livramento do Brumado (BA) e Jaboticabal (SP). Os maiores valores de produção foram observados na Região Nordeste, em 2008, em que se chegou a cerca de R$ 1 bilhão e valor médio da produção *per capita* próxima de R$ 20,00 por habitante. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 31** (Volume 2).

O cultivo do **maracujá** (*Passiflora edulis,* Passifloraceae) no Brasil é predominante da variedade azedo ou amarelo. Além do seu consumo *in natura*, apresenta diversas outras destinações na indústria para consumo humano, consumo animal, produção de óleos, de cosméticos e propriedades calmantes por causa dos princípios ativos presentes na planta. A maior produção nacional foi registrada no ano de 2011, ultrapassando 923 mil toneladas da fruta. Durante o período de 1990 e 2016, a área destinada à colheita e à produção de maracujá apresentaram tendência média de aumento no Brasil, diferente do rendimento médio, que apresentou tendência média de queda no período. Durante a década de 1990, o Estado do Pará foi o maior produtor de maracujá. Em decorrência de limitações fitopatológicas e econômicas, a partir da década de 2000 foi ultrapassado pelos Estados da Bahia e do Ceará. Entre 2010 e 2016, verificou-se concentração de 1/3 da produção nacional em apenas duas microrregiões: Livramento do Brumado (BA) e Ibiapaba (CE). Nos Estados com maior produção da fruta, os valores pagos aos agricultores pela venda de maracujá têm apresentado pequena tendência média de aumento entre 2001 e 2016. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 32** (Volume 2).

Originária das regiões tropicais da África Equatorial, a **melancia** (*Citrullus lanatus,* Cucurbitaceae) é cultivada em todos os Estados brasileiros. No Brasil, o consumo preferencial dessa olerícola é na forma *in natura*. Fatores climáticos como temperatura, fotoperíodo e umidade devem ser considerados para definição das melhores épocas de

plantio em cada região. A colheita ocorre entre 65 e 85 dias, dependendo principalmente do ciclo da cultivar plantada. A área plantada com melancia no Brasil aumentou entre 1990 e 2016, assim como o rendimento médio e a produção. As principais Regiões produtoras são a Sul (principalmente o Estado do Rio Grande do Sul) e a Nordeste (principalmente a Bahia). As principais microrregiões de concentração da produção nas últimas décadas incluem Ceres (GO), Marília (SP) e São Jerônimo (RS). Nos principais Estados produtores de melancia os valores médios anuais pagos aos produtores em 2010-2016 têm variado entre R$ 0,52 por quilo e R$ 0,63 por quilo (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018). Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 33** (Volume 2).

O **melão** (*Cucumis melo*, Cucurbitaceae) é originário da África ou Ásia, de regiões tropicais e semiáridas. É consumido principalmente *in natura* e na forma de suco. Entre 1990 e 2016 a área plantada com melão praticamente triplicou e o rendimento médio mais do que dobrou no Brasil, resultando num aumento da produção de mais de sete vezes, atingindo 596.430 toneladas produzidas em 2016. Mais de 95% da produção nacional de melão tem se concentrado na Região Nordeste, principalmente no Pólo de Produção Jaguaribe-Açu, o que inclui a região de Mossoró (localizada na divisa dos Estados do Rio Grande do Norte e Ceará) e o Submédio do Vale do São Francisco (situado na divisa entre os Estados da Bahia e Pernambuco). Os municípios do País com as maiores densidades de produção em 2016 foram Tibau – RN, Mossoró – RN, Icapuí - RN e Limoeiro do Norte – CE. No Nordeste predomina a adoção de altas tecnologias, sendo a maior parte do melão produzido para fins de exportação. Na Região Sul verifica-se o plantio em maior número de municípios, ocupando áreas relativas menores de cada um e com predominância de plantios em campo aberto. Nas diferentes Regiões do País o valor do melão tem apresentado tendência média de queda entre 1990 e 2016 (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018), variando principalmente entre R$ 1,00 por quilo e R$ 2,00 por quilo em 2016, com preços relativamente mais baixos nos municípios com maior oferta e produto. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 34** (Volume 2).

O **milho** (*Zea mays*, Poaceae) é uma cultura de grande importância para o Brasil, tanto para o consumo interno quanto para exportação, sendo utilizado principalmente na alimentação de animais de criação e consumo humano. É plantado em todas as Regiões do País. Em 2003, mais de 70% do milho era produzido na 1ª safra, porém desde 2012 a produção de milho na 2ª safra tem sido cada vez maior do que na 1ª, já que agricultores das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e noroeste do Paraná têm priorizado o plantio de soja precoce. Os Estados com maior área plantada na 1ª safra de milho são Minas

Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Ceará e São Paulo, todos apresentando tendência de diminuição da área plantada nessa safra. No caso da 2ª safra, destacam-se Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul e Goiás, todos apresentando tendência de aumento da área plantada. Em nível nacional, observa-se tendência de aumento do rendimento médio e da produção, porém de diminuição do valor médio pago aos agricultores pela venda do produto, principalmente nas Regiões com maior produção de milho. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 35** (Volume 2).

A **pimenta-do-reino** (*Piper nigrum*, Piperaceae) é a especiaria de maior importância comercializada no mundo. Tem um sabor forte e levemente picante, sendo utilizada como tempero, na indústria de embutidos, perfumaria e farmacêutica, com grande parte da produção destinada para exportação. Em 1990, o Brasil foi o maior produtor mundial dela, mas em 2016 ocupou o quarto lugar. Entre 1990 e 2016, têm sido observadas variações relativamente cíclicas, considerando períodos em torno de sete anos de consecutivos de aumentos e, posteriormente, período semelhante de progressivas reduções de produção, o que provavelmente reflete opções dos produtores de evitar incidência do fungo fusariose com alta severidade. Em 1990, foi registrada produção nacional de 78.155 toneladas, e, em 2016, 54.425 toneladas. Mais de 70% da produção nacional das últimas décadas foi no Estado do Pará, onde tem havido condições climáticas favoráveis e investimentos. Outros Estados que têm se destacado em termos de produção são Espírito Santo e Bahia. As microrregiões brasileiras com maior densidade de produção da cultura e em conjunto responsáveis por mais de 25% da produção nacional de pimenta-do-reino foram Tomé-Açu (PA), Bragantina (PA), Castanhal (PA) e São Mateus (ES). A importância relativa da primeira microrregião tem diminuído nos últimos anos, enquanto a de São Mateus (ES) tem aumentado progressivamente, tendo sido a responsável, sozinha, por 13,40% da produção média nacional de pimenta-do-reino em 2010-2016. O preço pago aos produtores pela pimenta-do-reino em grãos tem variado consideravelmente, dependendo da relação entre a oferta e a demanda nacional e principalmente internacional. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 36** (Volume 2).

A cultura de **soja** (*Glycine max*, Fabaceae) representa o produto de maior destaque econômico da agricultura nacional e da balança comercial do Brasil. A maior parte da produção de soja no País provém das Regiões Centro-Oeste e Sul, principalmente dos Estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. Entre 1990 e 2016, foi observado aumento considerável da área semeada, do rendimento médio e da produção de grãos e do valor da produção. Nesse período, a área cultivada quase triplicou e o rendimento de

grãos praticamente duplicou, fazendo com que a produção e o valor da produção quase quadruplicassem. Por sua vez, os valores médios da saca de 60 kg pagos aos produtores (deflacionados pelo IGP-DI) apresentaram aumento considerável entre 1994 e 2016 nos municípios de maior produção da cultura. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 37** (Volume 2).

O **sorgo granífero** (*Soghum bicolor*, Poaceae) é utilizado para a alimentação de animais de criação e de humanos, além de favorecer a produção de biomassa em plantios diretos. Por ser mais tolerante a altas temperaturas e condições de estresse hídrico que outras culturas de grãos, em algumas regiões e épocas representa uma boa opção de plantio. Entre 1990 e 2004, foi observada tendência média de aumento da área plantada e da produção no Brasil, com variações consideráveis nos anos posteriores. Nas últimas décadas, a maior parte dos plantios e da produção têm se concentrado principalmente nos Estados de Goiás e Minas Gerais. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 38** (Volume 2).

Originária do nordeste da Ásia e do sudoeste da China, a **tangerina** (*Citrus reticulata*, Rutaceae) é bastante apreciada na forma *in natura*, fresca ou em suco. Através de processamento são extraídos suco, óleos essenciais, pectinas e rações. A principal cultivar plantada no Brasil é a Ponkan, direcionada principalmente para consumo *in natura*. A colheita dos frutos estende-se de março a setembro, devendo ser colhidos já maduros, pois não amadurecem após a colheita. O Brasil era o quarto maior produtor mundial de tangerina em 1990, sexto em 2016 e quinto em 2017. As maiores áreas destinadas à colheita da tangerina encontram-se no Sudeste e no Sul, principalmente em São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná. De maneira semelhante comportaram-se o rendimento médio e a produção. A partir de 2000-2009, Minas Gerais também passou a se destacar na Região Sudeste, juntamente com São Paulo. As Microrregiões de Montenegro (RS) e Cerro Azul (PR) representaram as áreas de maior concentração de pelo menos 25% da produção média nacional de tangerina entre 1990 e 2016, além de Limeira (SP) em 1990-1999 e Itaguara (MG) em 2010-2016. Como a produção concentra-se no Sul e no Sudeste, os maiores valores de produção e de produção *per capita* foram registrados nessas Regiões. Nos principais Estados produtores, o valor do quilo foi de R$ 1,11 no Rio Grande do Sul, R$ 0,90 no Paraná, R$ 0,78 em Minas Gerais e R$ 0,76 em São Paulo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 39** (Volume 2).

O **tomate** (*Solanum lycopersicum*, Solanaceae) pode ser cultivado em climas tropicais e subtropicais, sendo o fruto utilizado para alimentação humana, consumido *in natura* ou processado. Há duas modalidades básicas de cultivo de tomate: para fins industriais ou consumo *in natura* (tomate de mesa), que se diferenciam em termos de

tratos culturais, rendimento médio, etc., sendo, porém, incluídas conjuntamente nas estatísticas nacionais. O Brasil é o décimo produtor mundial de tomate, com 4,17 milhões de toneladas produzidos em 2016. Entre 1990 e 2016, a área cultivada com a cultura no País tem se mantido relativamente constante, porém o rendimento médio tem apresentado tendência média de aumento, assim como a produção. Na década de 1990, o maior produtor de tomate era o Estado de São Paulo; mas, a partir da década de 2000, o Estado de Goiás, seguido de São Paulo e Minas Gerais, tem se destacado como o maior produtor nacional de tomate. Em nível de microrregiões, nos últimos anos, a maior parte da produção tem se concentrado em alguns dos Estados de Goiás, São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná. Os valores de produção variaram consideravelmente entre 1994 e 2016, sendo observada pequena tendência de aumento, principalmente a partir da década de 2010. Os preços do tomate (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018) variaram consideravelmente entre 1994 e 2016, sendo observada leve tendência média de queda dos valores pagos aos produtores nas últimas décadas nas principais regiões produtoras. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 40** (Volume 2).

O **trigo** (*Triticum* spp, Poaceae) é utilizado principalmente na alimentação humana. É o segundo cereal mais produzido no mundo; embora, no Brasil, a produção seja menor do que o consumo. O cultivo é realizado principalmente nos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, como cultura de inverno. Também há cultivos em outros Estados, em grande parte irrigados. O rendimento médio de grãos tem aumentado nas últimas décadas, com consequente aumento da produção. Já em relação aos valores médios da saca de 60 kg pagos aos produtores (valores deflacionados pelo IGP-DI de março/2018), entre 1994 e 2016 foi verificada tendência geral de queda, em que os valores mais baixos têm sido registrados na Região Sul, onde há maior oferta de trigo. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 41** (Volume 2).

A **uva** (*Vitis vinifera*, Vitaceae) é uma das plantas cultivadas há mais tempo pela humanidade, podendo ser utilizada para alimentação *in natura* e para a produção de vinhos, sucos, geleias e outros derivados, havendo variedades destinadas para os diferentes usos e regiões de plantio. Em 2015, o Brasil foi o 16º maior produtor mundial, com uma produção de cerca de 1,5 milhões de toneladas. Entre 1990 e 2012, foi registrada tendência de aumento da área destinada à colheita no País, porém com redução nos anos seguintes. O rendimento médio e a produção apresentaram tendência média de aumento entre 1990 e 2015, com queda acima de 33% entre 2015 e 2016, em função de adversidades climáticas ocorridas nas principais regiões produtoras do País. O Rio Grande do Sul concentrou a maior parte da produção nacional nas últimas décadas,

com destaque para a Microrregião de Caxias do Sul. Essa microrregião tem sido responsável por mais do que 40% da produção nacional de uva nas últimas décadas, e sua produção é voltada principalmente para a elaboração de sucos e vinhos. Entre 2010 e 2016, os Estados mais representativos da produção nacional de uva foram o Rio Grande do Sul (54,15% da produção brasileira), Pernambuco (16,16%), São Paulo (12,59%), Paraná (5,69%), Bahia (5,04%) e Santa Catarina (4,57%). A importância de Pernambuco vem crescendo progressivamente, destacando-se na produção de uva de mesa, especialmente as apirênicas (sem sementes) destinadas ao mercado interno e à exportação. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 42** (Volume 2).

A **seringueira** (*Hevea brasiliensis,* Euphorbiaceae) é a maior fonte mundial de produção de **borracha** natural, produto primário da coagulação do látex, fluído citoplasmático extraído de vasos laticíferos situados na casca das árvores por meio de cortes sucessivos de finas fatias de casca (processo denominado de sangria). A borracha natural é utilizada para a produção de pneus, luvas cirúrgicas, materiais de construção, brinquedos e diversos outros produtos. A alta demanda mundial por borracha natural culminou no chamado Ciclo da Borracha em 1870-1910, período da história brasileira de muita riqueza na região amazônica. A espécie é originária dessa região, mas a alta severidade da doença foliar "mal-das-folhas" (*Microcyclus ulei*) fez com que nas décadas de 70-80 se optasse pela concentração nacional dos plantios nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Atualmente, a produção brasileira supre apenas 35% da demanda nacional, importando os demais 65% da Indonésia, Tailândia, Malásia e do Vietnã. A área destinada à colheita de borracha, o rendimento médio e a produção apresentaram tendência média de aumento entre 1990 e 2014, com posterior tendência de queda entre 2014 e 2016. Os Estados de São Paulo, Bahia, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais e Goiás são os que apresentaram maior área média destinada para a colheita de borracha nas últimas décadas. Entre 1990 e 2016, mais de 25% da produção nacional de látex coagulado proveio de 18.176,2 km^2, representados pelas microrregiões de São José do Rio Preto (SP), Valença (BA) e Nhandeara (SP). Aproximadamente 65% da produção nacional de borracha tem se concentrado no Estado de São Paulo, Estado com maior área destinada para a colheita desde a década de 2000, rendimento médio anual de 3.007 kg/ha em 2010-2016 e produção média anual de borracha de 167.274 toneladas no mesmo período. Nos últimos anos, o valor médio pago pela borracha tem apresentado queda, principalmente a partir de 2011, o que tem incentivado diversos produtores a substituir seus plantios por culturas economicamente mais rentáveis. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 43** (Volume 3).

Os **eucalipto**s (*Eucalyptus* spp. e outros gêneros) são espécies exóticas da Família Myrtaceae originárias da Austrália, sendo frequentemente plantadas no Brasil as de porte arbóreo e de rápido crescimento, as quais fornecem madeira para a produção de lenha, estacas, moirões, dormentes, carvão vegetal, papel e celulose, etc. Das folhas também têm sido extraídos óleos essenciais, utilizados para a fabricação de produtos de higiene, limpeza, cosméticos e fármacos. A expansão da cultura foi impulsionada pela Lei de Incentivos Fiscais ao Reflorestamento (Lei Nº 5.106/1966), visando o aumento do PIB, de empregos, renda e da arrecadação de impostos. Os plantios variam conforme a finalidade, o clima, o tipo de solo e a disponibilidade de sementes da(s) espécie(s) escolhida(s). O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de carvão, representando cerca de 1/3 da produção mundial, destinado predominantemente para a indústria siderúrgica. A área plantada para fins comerciais no Brasil apresentou tendência de aumento entre 2013 e 2017, quando chegou a 7,411 milhões de hectares plantados. Mais de 1/3 dos plantios têm se concentrado na Região Sudeste. Os Estados com as maiores extensões plantadas com eucalipto são Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia. Em termos relativos, Espírito Santo é onde tem sido destinado maior percentual da sua área para plantios de eucalipto. A produção tem variado nos últimos anos, dependendo da finalidade. Em 2017, a produção de madeira em tora para papel e celulose foi de 68,72 milhões de metros cúbicos, a de tora para outras finalidades foi de 25,86 milhões de metros cúbicos, a de lenha chegou a 47,12 milhões de metros cúbicos, a de carvão vegetal representou 4,87 milhões de toneladas, e a de folhas comercializadas atingiu 81.487 toneladas. Nos últimos anos, a produção de papel e celulose tem ocorrido predominantemente em São Paulo, Mato Grosso do Sul e Bahia; a de toras para outras finalidades, em Minas Gerais, São Paulo e Paraná; a de lenha, no Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo; a de carvão vegetal, praticamente só em Minas Gerais e Maranhão; e a de folhas para fins comerciais, principalmente em Minas Gerais e São Paulo. De maneira geral, os valores do m^3 e da tonelada têm apresentado tendência de diminuição nas principais regiões produtoras, provavelmente relacionada com a diminuição da demanda decorrente do aumento do rigor nas fiscalizações, do baixo desempenho do setor industrial demandante e do crescente desenvolvimento do setor de florestas plantadas. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 44** (Volume 3).

Os **pinus** (*Pinus* spp., Pinaceae) são espécies arbóreas de origem exótica no Brasil, sendo na sua maioria provenientes do Hemisfério Norte (Canadá e Estados Unidos). Aqui são plantadas principalmente em regiões de clima frio ou temperado do País. Apresenta diversos usos comerciais e industriais, como para a produção de papel e

celulose, construção naval, indústria moveleira, construção civil, produção de pisos laminados, postes e mourões, extração de lenha, resina e carvão vegetal. Entre 2013 e 2017 os plantios para a produção de papel e celulose, além de para outras finalidades e de extração de lenha concentraram-se principalmente nos Estados do Paraná e Santa Catarina; e para a obtenção de carvão vegetal, predominando no Mato Grosso do Sul. Nos últimos anos, tem sido observada tendência média de redução da área plantada e, principalmente, expressiva queda na produção de carvão vegetal, provavelmente em função de restrições ambientais, aumento da fiscalização e a redução da mão de obra disponível para as atividades. Também tem sido observada tendência média de estabilização ou queda do valor do metro cúbico nos principais Estados produtores, principalmente entre 2013 e 2016. No Paraná e Santa Catarina, principais Estados produtores, o valor médio pago aos produtores pelo metro cúbico de madeira em tora para papel e celulose em 2017 foi de R$ 40,00 e R$ 72,42, respectivamente; o de madeira em tora para outras finalidades foi de R$ 85,95 e R$ 100,00; e o de lenha de R$41,57 e R$31,37. Nesse mesmo ano, o valor do carvão vegetal no Mato Grosso do Sul foi de R$ 455,81 por tonelada, equivalente a R$ 0,000004 por metro cúbico. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 45** (Volume 3).

De acordo com o IBGE, **pastagens** plantadas e naturais ocupam 70% das áreas antropizadas no Brasil e são a base de sustentação da atividade pecuária. Em 1995/1996, a área total de pastagens em estabelecimentos rurais do Brasil era de 177,9 milhões de hectares; em 2006, de 167,5 milhões de hectares; e em 2017, de 149,7 milhões de ha; ocupando, respectivamente, 21,06%, 19,67% e 17,58% do território nacional. Entre 1995/96 e 2017 foi registrada diminuição de 3.457.722 hectares da área ocupada por pastagens no Brasil (-13,6%), tendência verificada em todas as Regiões Geográficas, excetuando-se a Norte. Mesmo com redução de áreas, o efetivo bovino no País aumentou 2,1 vezes no Nordeste, 1,9 vezes na região Norte, 1,4 vezes no Centro-Oeste e se manteve praticamente estável no Sudeste e Sul. A partir da década de 1980, o uso de cultivares forrageiras selecionadas, mais produtivas e adaptadas, tem contribuído consideravelmente para melhorar o desempenho da produção pecuária brasileira. As sementes forrageiras respondem por 11% do mercado de sementes no Brasil, com um rendimento de 600 milhões de dólares anuais. Entre 2013 e 2017, a média anual de produção de sementes forrageiras no Brasil foi de 286 toneladas. Das gramíneas forrageiras tropicais, as do gênero *Brachiaria* respondem atualmente por 75% da produção de sementes e as da espécie *Panicum maximum*, por 24% do total. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 46** (Volume 3).

A criação de **bovinos** (*Bos taurus*, Bovidae) é uma das atividades de maior relevância econômica para o Brasil, principalmente, para a produção de carne e leite (bovinocultura de corte e de leite, respectivamente). Em 2010-2016, foi registrada média de 218.225.177 cabeças de bovinos no Brasil, sendo 19.678.817 (9,02%) de vacas ordenhadas. Entre 1990 e 2016, foi observada tendência média de aumento dos rebanhos de bovinos e de vacas ordenhadas. Os maiores efetivos de bovinos em 2010-2016 ocorreram na Região Centro-Oeste, principalmente no Mato Grosso (29.059 cabeças), onde predomina a pecuária de corte. As maiores frequências e densidades de vacas ordenhadas concentraram-se nas Regiões Sudeste e Sul, com destaque para o Estado de Minas Gerais, onde se concentra aproximadamente um quatro do efetivo nacional de vacas ordenhadas (5.544 cabeças), e o Estado de Santa Catarina, com a maior densidade nacional de vacas ordenhadas (11,26 vacas por quilômetro quadrado). Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná têm sido os maiores produtores estaduais de leite nas últimas décadas, sendo que as maiores produtividades médias em 2010-2016 se concentraram nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, variando entre 2.585 e 2.829 litros por vaca por ano (ou seja, média de 7,08 a 7,75 litros por vaca por dia). As áreas de maior concentração da produção de leite atualmente localizam-se no oeste dos Estados da Região Sul, Santa Catarina e Paraná, além de na metade sul de Minas Gerais. Nesses Estados, os valores pagos aos agricultores pelo litro de leite nos últimos anos oscilaram entre R$ 1,04 e R$ 1,14. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 47** (Volume 3).

A galinocultura, avicultura ou criação de **galináceos** (*Gallus gallus domesticus*, Phasianidae) é uma atividade importante para a economia brasileira, para a produção econômica de carne e ovos, além dos benefícios sociais da atividade. A produção de carne atende o mercado interno e externo; a de ovos é direcionada principalmente para o consumo *in natura* e indústrias de processamento nacionais. Nas últimas décadas, a avicultura de corte tem predominado nos três Estados da Região Sul, e a de postura tem se concentrado em grande parte no Estado de São Paulo. Entre 1990 e 2016, a atividade tem apresentado aumentos expressivos tanto no efetivo de galináceos, quanto de galinhas, além de na produção de ovos e produtividade média por galinha poedeira. Nos últimos anos, nota-se a expansão da atividade para a Região Centro-Oeste. Os valores médios pagos aos produtores pela venda de ovos têm se mantido relativamente constantes nas últimas décadas, sendo pagos valores maiores em Regiões com atual maior demanda em relação à oferta, o que provavelmente não perduraria se ocorresse aumento futuro da produção nessas áreas. Nas Regiões com maior produção de ovos, o

valor médio pago pela dúzia tem variado principalmente entre R$ 2,20 e R$ 2,80. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 48** (Volume 3).

A carne de **suíno**s (*Sus scrofa domesticus*, Suidae) é a segunda mais consumida no mundo e a terceira mais consumida no Brasil. No ano de 2015, o País foi o quarto maior produtor mundial dessa proteína. O componente mais oneroso da cadeia produtiva de suínos é a alimentação, base para uma boa produção. Conhecer a dinâmica espaço-temporal da criação permite planejar territorialmente e gerenciar plantios de culturas destinadas à alimentação dos animais. De 1990 a 2016, a frequência de suínos apresentou tendência média de aumento no Brasil. Entre 2013 e 2016, os plantéis de matrizes e não matrizes de suínos apresentaram incrementos médios anuais de aproximadamente 100 mil e um milhão de indivíduos, respectivamente. A maior concentração de suínos e de matrizes verifica-se principalmente na Região Sul, com destaque para os Estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Entre os municípios que apresentaram maiores densidades médias anuais de suínos na década de 2010 destacaram-se Urucânia-MG, Entre Rios do Oeste-PR e Tupandi-RS, com 1.175, 1.045 e 947 cabeças por quilômetro quadrado, respectivamente. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 49** (Volume 3).

A **apicultura** no Brasil abrange principalmente a criação de abelhas *da espécie Apis melllifera* (Apidae), em que o **mel** representa o principal produto vendido e exportado pelo País, havendo também outros apiderivados como a **cera** de abelha, o **pólen apícola**, o **própoplis**, a **geleia real** e a **apitoxina**. Em 2006, havia caixas de colmeias em 1,97% dos estabelecimentos rurais do País, o que aumentou para 2,01% dos estabelecimentos amostrados em 2017. Os Estados com as maiores densidades médias de colmeias em 2017 foram Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Piauí e Ceará, que também têm se destacando em termos de produção de mel nos últimos anos, além de São Paulo, Minas Gerais e Bahia. Nos Estados da Região Sul e no Piauí, o valor médio da produção de mel *per capita* tem sido maior do que R$ 3,00 por habitante nas últimas décadas, indicando a importância relativa da atividade principalmente para esses Estados. A produtividade média varia consideravelmente no País, com a maioria dos municípios apresentando valores inferiores a 25 kg de mel por colmeia por ano, valores considerados relativamente baixos em comparação ao obtido em países vizinhos. Apesar disso, a produção média anual de cera de abelha e de outros apiderivados tem sido bem menor que a de mel, havendo um grande potencial de expansão da atividade e aumento dos índices de produtividade na maior parte do País. Dados adicionais sobre a apicultura no Brasil podem ser consultados no **Capítulo 50** (Volume 3).

A Teoria Malthusiana (1798), que previa a incapacidade de suprimento de alimentos para a humanidade em função do crescimento populacional e escassez de insumos, sempre foi superada pelos conceitos do Marquês de Condorcet (1795), anteriores a Thomas Malthus, que previa a superação desses problemas com os avanços do conhecimento humano. Entretanto, os sistemas de produção agrícola até então utilizados conduziram a impactos ambientais que não são mais aceitáveis pela humanidade. O uso de sistemas irrigados é a alternativa mais eficiente para a produção de alimentos sem aumentar a fronteira agrícola, visando garantir a segurança alimentar de uma população mundial que deve atingir 9,7 bilhões de pessoas em 2050, e contribuir para a mitigação dos impactos ambientais determinados pelas mudanças climáticas. O uso da **agricultura irrigada** garante aumento na produtividade, qualidade dos alimentos, múltiplas safras e minimização dos riscos de perdas. Os países onde se encontram as maiores áreas irrigadas como China, Índia e Estados Unidos apresentam poucas perspectivas de aumento das áreas irrigadas em função da redução da oferta hídrica e depleção de aquíferos. Embora concentre cerca de 12% das reservas mundiais de água doce, o Brasil contribui com menos de 2% da agricultura irrigada, sendo superado por países como Irã e Paquistão. Persistindo o crescimento da agricultura irrigada brasileira nos níveis atuais, a área irrigada pode alcançar 10 milhões de hectares em 2030, 15 Mha em 2040 e 20 Mha em 2050, ou seja, a área irrigada atual será triplicada até o ano de 2050. O crescimento da agricultura irrigada no Brasil de forma sustentável depende ainda de sua disseminação em áreas de menores focos de conflitos pelo uso da água. Uma enorme vantagem comparativa do Brasil em relação a agricultura irrigada refere-se à alta disponibilidade e baixa utilização das águas subterrâneas, com potencial de uso a ser estudado. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), o volume de água nos aquíferos brasileiros (ou internacionais) ainda é desconhecido. Estimativas conservadoras estimam reservas da ordem de 112 mil quilômetros cúbicos de água nesses aquíferos incluindo os dois maiores reservatórios do planeta: o Guarani, localizado sob as Regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, e o Alter do Chão, na Região Norte. Segundo informações da ANA, os aquíferos ocupam 48% da área territorial do Brasil, sendo que dispomos de 27 aquíferos conhecidos. O uso eficiente e racional dos recursos hídricos poderá garantir que o Brasil seja um grande celeiro de alimentos para a humanidade. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 51** (Volume 4).

Agrotóxicos são frequentemente empregados no Brasil para controle de pragas, plantas daninhas e doenças nas diversas culturas. As vendas de ingredientes ativos destes têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, inclusive de produtos com venda proibida em países desenvolvidos, como o glifosato, o 2,4-D, a atrazina, o acefato

e o mancozebe. As maiores concentrações de uso de agrotóxicos foram registradas em municípios do noroeste e centro-leste do Rio Grande do Sul, oeste do Paraná e Santa Catarina, São Paulo e porção central do Espírito Santo, onde predominam cultivos de soja, milho, fumo, café, cana-de-açúcar e laranja. As contribuições para a produtividade e consequente elevação do PIB brasileiro devem ser consideradas; no entanto, o uso desenfreado destes e sem conhecimento ou cuidado suficientes vem causando grandes problemas à saúde humana e ao meio ambiente. Com a evolução das técnicas produtivas, as estratégias de controle de pragas e doenças também sofreram alterações, surgindo alternativas ao uso de químicos com produtos orgânicos e biológicos, os quais vem aumentando sua expressividade tanto no uso quanto na venda no Brasil. Apesar disso, verifica-se a grande extensão do uso de agrotóxicos, muito deles com alto grau de toxicidade, demandando a busca por alternativas viáveis econômica e ambientalmente para o controle de pragas e doenças, sendo necessárias pesquisas em busca de uma agricultura mais sustentável. Informações mais amplas detalhadas são apresentadas no **Capítulo 52** (Volume 4).

Agricultura orgânica compreende atividades de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização visando a sustentabilidade econômica e ecológica, e sem o uso de organismos geneticamente modificados nem de produtos químicos sintéticos prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente. O nível tecnológico dos agricultores varia consideravelmente, mas sendo uma produção mais sustentável e saudável, a demanda nacional e internacional por produtos orgânicos tem apresentado tendência de aumento nas últimas décadas, e o número de agricultores cadastrados também vem aumentando progressivamente. A certificação orgânica representa um dos mecanismos de garantia da qualidade orgânica de produtos disponibilizados, sendo demandando o registro oficial dos produtores no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO), organizado pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Dependendo principalmente da opção de comercialização dos produtos, é necessária a certificação individual de produtores para autorização de colocação de selo orgânico nos seus produtos. A certificação pode ser efetuada através de auditoria por Certificadoras Credenciadas ou por Organismos Participativos da Conformidade Orgânica (OPACs). No caso de produtores que vendem seus produtos diretamente para o consumidor final, este pode apenas solicitar o cadastramento através de uma Organização de Controle Social (OCS), mas não poderão pôr o selo nas embalagens dos produtos que vender. Estatísticas sobre a variação geográfica do uso da agricultura orgânica no Brasil podem ser obtidas a partir dos dados levantados durante os últimos Censos Agropecuários realizados pelo Instituto Brasileiro

de Geografia e Estatística ou analisando os dados de produtores orgânicos registrados no CNPO. As Unidades da Federação com maior número de produtores orgânicos cadastrados são Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo; e aquelas com maior densidade de produtores orgânicos em relação ao quantitativo de estabelecimentos rurais situados nelas são Distrito Federal, São Paulo e Rio de Janeiro. Na maior parte do País predominam certificações para a produção vegetal, e, na Região Norte, para extrativismo sustentável. O tipo de certificação predominante varia consideravelmente entre os Estados do País, estando pouco relacionado com o escopo produtivo da atividade orgânica realizada. Informações adicionais sobre a variação geográfica do uso da agricultura orgânica no Brasil são apresentadas no **Capítulo 53** (Volume 4).

O **Cadastro Ambiental Rural (CAR)** é um registro eletrônico público exigido pelo Código Florestal brasileiro, criado para auxiliar no processo de regularização ambiental nacional e nas métricas relacionadas aos indicadores cadastrais rurais. É obrigatório para todos os imóveis rurais do País, visando integrar informações destes sobre a situação das Reservas Legais (RLs), Áreas de Preservação Permanente (APPs), remanescentes de vegetação nativa, Áreas de Uso Restrito e áreas consolidadas, para subsidiar políticas públicas e o planejamento ambiental e econômico no combate ao desmatamento ilegal. Apenas um pequeno percentual dos cadastros foi analisado até o momento, sendo que em diversas Unidades da Federação foram identificadas áreas totais registradas bem maiores do que as consideradas passíveis de cadastro, além de ocorrerem sobreposições com Terras Indígenas, Unidades de Conservação e entre imóveis rurais vizinhos, comprometendo considerações atuais sobre a vegetação nativa declarada, sobre as RLs a regularizar e/ou APPs a recompor. São necessários esforços para corrigir erros declaratórios que permitam a futura consideração do CAR para atender os objetivos propostos no Código Florestal. **Indicadores Cadastrais Rurais** representam unidades de medida para indicação de características do meio rural, visando subsidiar a aplicação da legislação vigente e regularização fundiária no Brasil. Entre os principais indicadores destacam-se o Módulo Rural (MR), Módulo Fiscal (MF), Zona Típica de Módulo (ZTM), Fração Mínima de Parcelamento (FMP), Limite Livre de Transmissão de Terras a Estrangeiro (LLTTE), o Grau de Utilização da Terra (GUT), o Grau de Eficiência na Exploração (GEE) e a Zona Pecuária (ZP). Trata-se de indicadores definidos na década de 1980, que provavelmente, demandariam atualização no caso de diversos municípios. Informações mais detalhadas são apresentadas no **Capítulo 54** (Volume 4).

O Projeto MapBiomas representa uma iniciativa multi-institucional para o levantamento da evolução da **cobertura vegetal e uso da terra** no Brasil desde 1985, através da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto para a identificação e

classificação de padrões em imagens anuais do satélite *Landsat*, as quais possuem resolução espacial de 30 metros. De acordo com a Versão 3.1 do Projeto MapBiomas (2019), em 2017 a classe Floresta foi a que ocupou maior extensão, representando 529.383.997 ha (62,17% do território brasileiro); Agropecuária ocupou 245.613.919 ha (28,84%); Formação Natural Não Florestal, 54.151.353 ha (6,36%); Corpos d'Água cobriu 17.589.974 ha (2.07%) e Área Não Vegetada ocupou 4.791.689 ha (0,56%). Apenas 36.076 ha (0,004% do território brasileiro) não foram classificados e incluídos na classe Não Observado. Em termos proporcionais no ano de 2017, dos 851.531.543 ha do território nacional, 30,01% (255.531.839 ha) foi ocupado por Classes Antrópicas (Floresta Plantada, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Agricultura ou Pastagem, Infraestrutura Urbana, Mineração, Outras Áreas Não Vegetadas, e Aquicultura), e 69,99% (595.999.703 ha) por Classes Naturais, em diferentes estágios de regeneração (Floresta Natural, Área Úmida Natural Não Florestal, Formação Campestre, Apicum, Outra Formação Natural Não Florestal, Praia e Duna, Afloramento Rochoso, e Rios, Lagos e Oceano). Desconsiderando o grau de conservação de classes naturais (dados não divulgados), numa análise temporal conjunta da dinâmica da proporção de Classes Antrópicas e Classes Naturais nos biomas ao longo dos últimos 30 anos surgem três padrões bem definidos. O bioma Mata Atlântica aparece isoladamente como o mais afetado pela ação humana. Neste, as Classes Antrópicas já ocupavam 64,50% em 1985; em 2015 chegaram a ocupar 66,81%; e em 2017, 66,76%. O segundo padrão abrange os biomas Cerrado, Caatinga e Pampa, os quais apresentam uma proporção de Classes Antrópicas menos elevada que a da Mata Atlântica, porém mostraram um crescimento gradativo e constante ao longo dos últimos 30 anos, passando de cerca de 30% em 1985 para aproximadamente 40% em 2017. O terceiro padrão abrange os biomas Pantanal e Amazônia, os quais apresentam uma proporção de Classes Antrópicas muito menor, mas com um crescimento relativamente rápido ao longo das duas primeiras décadas analisadas, passando de uma proporção de aproximadamente 5% em 1985 para cerca de 10% em 2005, e a partir daí têm apresentado tendência a se estabilizar em torno de 13% até 2017. Os números apresentados pelo Projeto MapBiomas, baseados na classificação de imagens de satélite, mostram uma realidade bem mais confiável e profunda do Brasil nas últimas três décadas do que os dados levantados através do Cadastro Ambiental Rural, os quais são essencialmente declaratórios. Contudo, dados sobre o grau de conservação dos ambientes naturais seriam desejáveis para permitir uma avaliação mais abrangente sobre a realidade ambiental no Brasil. Informações mais detalhadas considerando dados disponíveis sobre a variação geográfica da cobertura vegetal e uso da terra são apresentadas no **Capítulo 55** (Volume 4).

A manutenção da vegetação natural e dos processos que dela dependem não envolve somente uma questão conservacionista, mas vai muito além: a vegetação nativa assegura benefícios destes ambientes naturais ao Homem, sejam eles bens ou processos benéficos. A polinização das culturas agrícolas é um exemplo muito conhecido, mas além deste há vários outros processos envolvidos, como a recarga de lençóis freáticos, o controle de pragas agrícolas por espécies predadoras (inimigos) naturais e a reciclagem de nutrientes do solo, que em conjunto fazem valorável a preservação de vegetação natural nas propriedades rurais. Tais benefícios são chamados de **Serviços Ecossistêmicos** ou **serviços ambientais**, e a sua manutenção e otimização em áreas agrícolas são conseguidas, por exemplo, com a manutenção da cobertura vegetal, a redução do distúrbio mecânico dos solos e a diversificação de espécies cultivadas. Contudo, a miríade de benefícios oriundos da conservação da vegetação natural não é restrita e não pertence ao produtor rural, muitas vezes o responsável pela conservação desta vegetação: ela é disponível a todos que se encontram sob influência direta ou indireta, dependendo do Serviço Ecossistêmico considerado. Por exemplo, metrópoles podem beneficiar-se da recarga em lençóis freáticos situados a centenas de quilômetros de distância e proprietários rurais podem ter a frutificação efetiva em plantas de frutas cítricas aumentada em função de colônias de abelhas localizadas em áreas naturais de outros proprietários localizados a cerca de 3 km de distância. Deste modo, o reconhecimento pela sociedade, pelos cientistas, pelos produtores rurais e pelos políticos dos benefícios da preservação da vegetação natural é essencial para o desenvolvimento de legislação pertinente ao assunto, para a remuneração aos produtores rurais que mantêm vegetação natural e seus benefícios associados e para a otimização do bem-estar social obtido do somatório de benefícios disponibilizados pelos Serviços Ecossistêmicos. Mais informações sobre o tema são apresentadas no **Capítulo 56** (Volume 4).

Considerações Finais

A agricultura brasileira tem passado por grandes mudanças nas últimas décadas, principalmente em função de desdobramentos nos diversos segmentos dos complexos agroindustriais e sistemas de produção associados, com reconhecida relevância para o País. A expansão da atividade agrícola alcançou proporções nunca vistas anteriormente no Brasil, tanto em termos de área de cultivo, quanto de produtividade e de produção, como consequência da busca de conhecimento e da adoção de novas tecnologias adaptadas à realidade do campo, à qualificação da assistência técnica e à capacidade

empreendedora dos agricultores (Albuquerque et al., 2008a; Assad et al., 2012; Dalmago et al., 2016).

Na década de 1950 o Brasil era grande importador de alimentos. A partir da década de 1960, a “Revolução Verde” estimulou um aumento sem precedentes da produtividade e da produção nacionais, através do desenvolvimento de pesquisas em sementes adequadas para tipos específicos de solos e climas, da fertilização e preparação do solo para os plantios e do desenvolvimento de máquinas. Os plantios de sementes modificadas e desenvolvidas em laboratórios, com alta resistência a pragas e doenças específicas; seu plantio aliado à utilização mais intensiva de agrotóxicos, fertilizantes químicos e ao uso de implementos agrícolas e mecanização; a escolha pelo plantio de novas variedades de plantas e a criação de raças melhoradas de animais permitiram o aumento significativo da produção agropecuária (Albuquerque et al., 2008a; Dalmago et al., 2016; Francisco, 2019).

Esses fatores contribuíram consideravelmente para o aumento da oferta de alimentos e a melhoria dos ganhos financeiros, com redução de custos de produção, poupando e/ou gerando divisas importantes para a economia do Brasil. Assim, do ponto de vista da eficiência econômica, a sociedade brasileira obteve ganhos expressivos com a agricultura cada vez mais desenvolvida. Por outro lado, a sociedade brasileira tem sido negligente e/ou responsável por inúmeros efeitos adversos relacionados à degradação do ambiente e de acossar pequenos agricultores que viviam ou vivem no campo, bem como em relação à qualidade física e nutricional dos alimentos produzidos. A expansão horizontal da agricultura, por meio da incorporação de novas áreas de terra ou da concentração de posse delas, estimulou o êxodo rural de diversas famílias de agricultores, “inchando” as periferias das grandes cidades. Também é notório que, para sustentar uma produção agrícola em grande escala tem sido crescente o uso de insumos externos à propriedade, criando um círculo vicioso de dependência para os agricultores. Adicionalmente, o fato de que grande parte do aumento do uso de insumos e de incorporação de terras terem ocorrido com base em critérios nem sempre adequados, tem contribuído, em diversas regiões, para o aumento da degradação do solo, da contaminação da água e do ambiente, e o comprometimento da qualidade dos alimentos, entre outras consequências, requerendo mudanças e adequações de postura frente aos padrões de produção e consumo de alimentos praticados atualmente (Dalmago et al., 2016). Assim, ainda que tenha trazido prosperidade econômica e, pelo lado da oferta, contribuído significativamente para a eliminação da fome no Mundo (a fome atual está principalmente relacionada com limitações de acesso por carência de renda ou pobreza, e por limitações de distribuição de alimentos) a intensificação da produção agrícola

também deixou um passivo ambiental representativo. Danos colaterais extensivos causados pelo uso excessivo de agrotóxicos (pesticidas, herbicidas e fertilizantes) implicaram na perda de biodiversidade, na resistência de espécies prejudiciais a pesticidas, no surgimento de novas pragas resistentes a princípios ativos utilizados anteriormente, no declínio do suprimento de água doce sem contaminantes, na degradação e erosão do solo, além de danos diretos à saúde humana (Pretty, 2018). Assim, o caminho que emerge para o mundo continuar produzindo alimentos, fibras, energias renováveis e outros bens de consumo frente à demanda em expansão e diante de um cenário de escassez de terras agricultáveis e de oferta de água, abrange a intensificação da produção pela via tecnológica, priorizando o desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas. E a intensificação sustentável proposta para a agricultura envolve "produzir mais na mesma área de terra, sem custos adicionais impeditivos", preferencialmente sem causar danos ao ambiente, e trazendo ganhos aos bens e serviços ecossistêmicos (Cunha, 2019).

A transição da intensificação convencional (em geral praticada pelo uso de mais insumos) para a intensificação sustentável em agricultura exige o cumprimento de certos estágios não lineares, que podem ser resumidos em três palavras: eficiência, substituição e redesenho. **Eficiência** implica na "otimização" de uso dos recursos disponíveis (terra, água, capital, trabalho, energia, produção), racionalizando o uso de insumos (cultivares/raças, fertilizantes, agrotóxicos, maquinário, sistema de irrigação, etc.), para minimizar perdas durante e pós-colheita, evitar desperdícios, e reduzir impactos ambientais e à saúde humana, além de obter maiores rendimentos a custos menores. A **substituição** abrange mudanças de tecnologias e processos de produção em busca de inovações tecnológicas[3] que trazem ganhos associados, devendo ser também consideradas. Entretanto, apenas eficiência e substituição, ainda que imprescindíveis, podem não ser suficientes para garantir ganhos em rendimento nos sistemas de produção agrícola e, ao mesmo tempo, trazerem benefícios ao ambiente. Além dos

[3] Exemplos de inovações tecnológicas: liberação de agentes de controle biológico para substituir o uso de agroquímicos, uso de bioinsumos, utilização de produtos silenciadores de genes baseados em RNA, substituição do uso do solo por hidroponia ou sistemas de plantio direto, criação de raças ou plantio de variedades de culturas mais resistentes a patógenos ou tolerantes a ambientes extremos (tolerância à seca, salinidade, temperatura), seleção de variedades mais eficientes na conversão de nutrientes em biomassa, uso de técnicas de sensoriamento remoto ou de levantamento georreferenciado em campo para a correção de *stands* ou aplicação de insumos a taxas variáveis, planejamento baseado na integração multidisciplinar de variáveis climáticas e dados relevantes, adequação de sistemas de produção considerando o consórcio ou rotação de culturas, otimização de sistemas de produção animal sem o uso comum de antibióticos ou hormônios, monitoramento frequente das atividades agropecuárias desenvolvidas, uso de nanotecnologia para a conservação de alimentos, utilização de impressoras 3D para a geração de próteses ou peças específicas, etc.(adaptado de Pretty, 2018).

incrementos em ganhos facultados pela eficiência e substituição, a intensificação sustentável pode demandar um **redesenho** dos sistemas agrícolas produtivos, dado o seu caráter transformativo, que inclui particularidades sociais e institucionais. No redesenho dos sistemas agrícolas produtivos é importante favorecer processos ecológicos que, uma vez maximizando a biodiversidade, promovam o aumento de conectividade da paisagem natural, o que irá favorecer os processos naturais de predação, parasitismo, alelopatia, herbivoria, polinização, fixação biológica de nitrogênio, sequestro de carbono, uso de bioinsumos, entre outros, que venham contribuir para a redução do consumo mundial de agrotóxicos sintéticos (que representam em torno de 3,5 milhões de toneladas de ingredientes ativos/ano), evitar o cultivo de mais terras e melhorar o desempenho dos serviços ecossistêmicos (Miranda; Miranda, 2004; Foley et al., 2011; Pavese, 2011; Romeiro, 2011; Pretty, 2018; Cunha, 2019), além de contribuir para a mitigação de mudanças climáticas (Pachauri; Meyer, 2015; Kasecker et al., 2018). Adicionalmente, é importante avaliar oscilações de mercado, de forma a evitar perdas econômicas que impeçam os agricultores de continuar produzindo satisfatoriamente em anos subsequentes.

O desenvolvimento de sinergias entre componentes de sistemas agrícolas e da paisagem natural também representa uma prioridade para o atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, na busca contínua de resultados visando progressivos ganhos ambientais e sociais considerando a dinâmica de cada ecossistema. Isso inclui a integração de conhecimentos que favoreçam a produção de alimentos sem o cultivo de novas áreas, a conservação da água e do solo, bem como o armazenamento de carbono no solo, a reciclagem de nutrientes e o manejo integrado de pragas e de sistemas de produção, contando com avanços tecnológicos e o apoio dos produtores, com o fim de melhorar a segurança alimentar e nutricional global (Pretty, 2018). Exemplos de tecnologias, desafios e práticas de manejo para subsidiar ações nesse sentido e que visem a aplicação para diversas culturas agrícolas podem ser encontradas em publicações como Albuquerque et al. (2008b), Lopes e Contini (2012), Silva et al. (2013), Sustentabilidade..., (2014a), Fundação Getúlio Vargas (2018), Bacci (2019), Figueiredo e Green (2019) e muitas outras. E se países desenvolvidos são responsáveis por grande parte da degradação ambiental nos seus próprios territórios (Miranda, 2008), ações nacionais e internacionais efetivas são necessárias em prol da sustentabilidade do Planeta, como o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (United Nations, 2013) ou outros que reconheçam os serviços ecossistêmicos prestados por países com maior grau de conservação de ambientes naturais e requeiram ações de compensação por parte daqueles em que ocorreu maior devastação.

Cada vez mais, a superação de desafios e o aproveitamento de oportunidades em busca de uma produção sustentável demandam a análise e a adoção de visões sistêmicas que considerem o funcionamento específico e a interação dos diferentes elementos das cadeias produtivas. Isso permitirá subsidiar a formulação de recomendações e ações para a superação de desafios em busca da sustentabilidade e sustentação da produção agrícola nacional que leve em consideração suas três dimensões: social, econômica e ambiental (adaptado de Sustentabilidade..., 2014b).

Diante dos desafios apresentados na agropecuária, de aumento da produção sem ampliar a ocupação de área, e em busca de uma produção mais sustentável focando no uso mais eficiente de água, energia e insumos, surgem oportunidades para a implementação de inovações considerando a utilização de tecnologias da informação e comunicação (TICs), para auxílio na coleta, no monitoramento e na gestão baseados em análises integradas de grande volume de dados multidisciplinares. As tomadas de decisão a partir do conhecimento e da análise conjunta de dados como os obtidos por sensores em campo, de informações extraídas a partir da análise de imagens de satélite, *drones* e/ou grandes bases de dados[4], aliadas à automação e robotização de atividades nas diferentes etapas da cadeia produtiva, têm potencial para possibilitar uma produção agrícola mais eficiente e sustentável, com base em uma abordagem mais precisa e eficaz dos recursos (adaptado de Massruhá; Leite, 2017). No entanto, por essas tomadas de decisão estarem baseadas numa infraestrutura altamente dependente da qualidade e confiabilidade das redes e serviços de telecomunicação e informação, muitos agricultores não conseguem aceder a essas tecnologias, já que 71,81% dos estabelecimentos rurais brasileiros não têm acesso a *Internet*, em 37,02% não há telefone, em 16,38% não há energia elétrica, e 23,03% dos agricultores declararam em 2017 não saber ler (IBGE, 2019b). São necessárias ações diferenciadas, considerando características locais dos agricultores.

Pesquisas visando o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias e práticas sustentáveis, bem como o acesso dos agricultores às consequentes inovações, deverão ser consideravelmente estimuladas, para possibilitar o aumento da produtividade e da produção agropecuárias a custos acessíveis, contribuindo para minimizar impactos

[4] Tecnologias envolvendo o uso de *softwares* de alto desempenho e redes de comunicação para acesso à Internet das Coisas (*Internet of Things* ou IoT), e ao "*Big data"* (conjunto imenso de dados multidisciplinares) como ferramentas para o gerenciamento de propriedades rurais considerando a chamada agricultura digital. Possibilitam a coleta, o armazenamento e o monitoramento automatizados de variáveis climáticas e do solo (temperatura, umidade, concentração de nutrientes), da ocorrência de pragas ou doenças, do grau de desenvolvimento e da produtividade em pequenas parcelas, de dados relacionados com a alimentação e saúde dos rebanhos, de manutenção de equipamentos agrícolas, da eficiência no uso de insumos e mão de obra, etc. (adaptado de Seixas; Contini, 2017).

ambientais e à saúde da população humana, reduzindo progressivamente a adoção de práticas prejudiciais e valorizando a conservação ambiental e de remanescentes da vegetação original, o que, por sua vez, irá favorecer a manutenção de serviços ecossistêmicos que garantam a disponibilidade de água, de agentes polinizadores e uma melhor conservação do solo, o que reúne importantes desafios rumo a uma nova Revolução Verde, cuja prioridade é o desenvolvimento sustentável dos sistemas agrícolas globais, incluindo o Brasil.

Referências

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008a. v. 1, 1337 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117201/1/AGRICULTURA-TROPICAL-VOL1-ed01-2008.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008b. v. 2, 700 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123816/1/Agricultura-tropical-VOL2.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

ASSAD, E. D. **Agricultura de baixa emissão de carbono**: a evolução de um novo paradigma: sumário executivo. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, [2013]. 38 p. Projeto Observatório ABC. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117611/1/sumario-estudo-1.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1057-1064, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n11/22575.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2019.

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; PINTO, H. P. **Sustentabilidade no agronegócio brasileiro**. [S.l.]: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, [2012]. 51 p. (Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66505/1/doc-553.pdf>. Acesso em: 25 set. 2019.

BACCI, C. **Para alimentar o mundo, é preciso trazer inovação para a agricultura**. Agroblog. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/alimentar-o-mundo-trazer-inovacao-para-agricultura/>. Acesso em: 31 out. 2019.

CUNHA, G. **Eficiência, substituição e redesenho**. Disponível em: <http://www.onacional.com.br/colunistas/gilberto+cunha/20/7>. Acesso em: 9 set. 2019.

DALMAGO, G. A.; RIGHI, E. Z.; JESUS, K. R. E. de; CUNHA, G. R. da; SANTI, A. **Bases teóricas para definição de indicadores de sustentabilidade para cultivo de trigo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 37 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 156). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1043062/1/ID436492016DO156.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019.

EMBRAPA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF, 2018. 212 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194611/1/Visao-2030-o-futuro-da-agricultura-brasileira.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2019.

FIGUEIREDO, R. de O.; GREEN, T. R. **A conservação de bacias e os desafios para a sustentabilidade da agricultura**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 19 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 120). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202771/1/Conservacao-Desafios-Figueiredo-Doc-120.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A.; CASSIDY, E. S.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; MUELLER, N. D.; O'CONNELL, C.; RAY, D. K.; WEST, P. C.; BALZER, C.; BENNETT, E. M.; CARPENTER, S. R.; HILL, J.; MONFREDA, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; SHEEHAN, J.; SIEBERT,

S.; TILMAN, D.; ZAKS, D. P. M. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, v. 478, n. 7369, p. 337-342, 2011. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature10452>. Acesso em: 22 out. 2019.

FRANCISCO, W. de C. e. "**Revolução Verde**". Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/revolucao-verde.htm>. Acesso em: 21 out. 2019.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Casos de inovação na agricultura familiar**: confira as 14 iniciativas selecionadas. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.gvces.com.br/casos-de-inovacao-na-agricultura-familiar-confira-as-14-iniciativas-selecionadas?locale=pt-br>. Acesso em: 30 out. 2019.

IBGE. **Malha municipal digital 2015**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/Brasil/BR/>. Acesso em: 12 dez. 2017.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: produção agrícola municipal: tabelas. Rio de Janeiro, 2017. Dados em nível de município. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 6 nov. 2017.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: produção agrícola municipal: tabelas. Rio de Janeiro, 2019a. Dados em nível de município. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 6 nov. 2019.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Características dos Estabelecimentos Agropecuários: tabelas 6962, 6778 e 6755. Rio de Janeiro, 2019b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 30 nov. 2019.

IBGE. **Censo agropecuário 1995/1996**: tabelas. Dados em nível de município. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censo_Agropecuario/Censo_Agropecuario_1995_96/Brasil/>. Acesso em: 25 out. 2018a.

IBGE. **Censo agropecuário 2006**: tabelas. Dados em nível de município. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9827-censo-agropecuario.html?=&t=downloads>. Acesso em: 25 out. 2018b.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**: resultados preliminares: tabelas. Dados em nível de município. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?edicao=21858&t=resultados>. Acesso em: 25 out. 2018c.

KASECKER, T. P.; RAMOS-NETO, M. B.; SILVA, J. M. C. da; SCARANO, F. R. Ecosystem-based adaptation to climate change: defining hotspot municipalities for policy design and implementation in Brazil. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 23, n. 6, p 981-993, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-017-9768-6>. Acesso em: 20 out. 2019.

LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **Agroanalysis**, v. 32, p. 28-34, 2012. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132991/1/Agricultura-Sustentabilidade-e-Tecnologia.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L. da; VALE, J. M. F. do; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade**: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28-35. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166203/1/PL-Agro4.0-JC-na-Escola.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2019

MIRANDA, E. E. de. Nós como falsos vilões. **Revista Carta na Escola**, n. 28, p. 24-25, ago. 2008. (Sustentabilidade na Escola - 10). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPM-2009-09/2186/1/RCE28_falsosviloes.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

MIRANDA, J. R.; MIRANDA, E. E. de. **Biodiversidade e sistemas de produção orgânica**: recomendações no caso da cana-de-açúcar. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. 94 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 27). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120546/1/2253.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2019.

PACHAURI, R. L.; MEYER, L. A. (Ed.). **Climate Change 2014**: synthesis report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. 151 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.

PAVESE, H. B. Delineamentos de uma economia verde. **Política Ambiental**, n. 8, p. 15-23, 2011. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/images/gema/Gema_Artigos/2011/PoliticaAmbiental08portugues.pdf#page=71>. Acesso em: 23 out. 2019.

PRETTY, J. Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems. **Science**, v. 362, n. 6417, eaav0294, 2018. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/362/6417/eaav0294.full>. Acesso em: 9 set. 2019.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção v. 3.1 da série anual de mapas de cobertura e uso do solo no Brasil**. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 8 mar. 2019.

ROMEIRO, A. R. Agricultura para uma economia verde. **Política Ambiental**, n. 8, p. 123-130, 2011. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/images/gema/Gema_Artigos/2011/PoliticaAmbiental08portugues.pdf#page=71>. Acesso em: 23 out. 2019.

SEIXAS, M. A.; CONTINI, E. **Internet das coisas (IoT)**: inovação para o agronegócio. Brasília, DF: Secretaria de Inteligência e Macroestratégia, 2017. (Embrapa. Secretaria de Inteligência e Macroestratégia. Diálogos Estratégicos, novembro 2017). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192513/1/Internet-das-coisas-1.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SILVA, J. C. da; SILVA, A. A. S.; ASSIS, R. T. de (Org.) **Sustentabilidade e inovação no campo**. Uberlândia: Composer, 2013. 234 p. Disponível em: <http://site.uniaraxa.edu.br/wp-content/uploads/2015/06/sustentabilidade-e-Inovacao-no-campo.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.

SUSTENTABILIDADE e sustentação da produção de alimentos no Brasil: o desafio da rentabilidade na produção. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Embrapa, 2014a. 228 p. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Des_Rentabilidade_Vol_II_LIVRO_Web_13052015_10169.pdf/0b39ab99-0a1a-449f-b5ac-2da373169f83?version=1.3>. Acesso em: 30 out. 2019.

SUSTENTABILIDADE e sustentação da produção de alimentos no Brasil: o papel do País no cenário global. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Embrapa, 2014b. 148 p. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Papel_Brasil_Global_Vol_I_WEB_29042015_10159.pdf/3cdacbdf-64e8-49b3-bc46-e9c5e3771e35?version=1.3>. Acesso em: 30 out. 2019.

UNITED NATIONS. Governing Council of the United Nations Environment Programme. **Proposed medium-term strategy for the period 2014-2017**. Nairobi, 2013. Disponível em: <http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/10609/K1350046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 out. 2019.

.

Embrapa

Milho e Sorgo

A produção agropecuária é estratégica para o Brasil. Variações geográficas de características de uso ou conservação do espaço rural ao longo do tempo implicam em mudanças na geração de demandas, oportunidades e perspectivas futuras de uso dessas áreas. Levantamentos periódicos têm possibilitado o acesso a dados nacionais em diversas escalas geográficas e temporais, mas há carência de informações padronizadas abrangendo a variação espaço-temporal de características multidisciplinares do território nacional, com abordagens nas escalas nacional a municipal.

Esta publicação apresenta análises da evolução da agricultura do ponto de vista quantitativo, visando identificar e representar de forma simples mudanças espaço-temporais da agricultura no território nacional. Está dividida em quatro volumes que reúnem análises de séries temporais de dados estatísticos sobre agricultura e pecuária (33 culturas agrícolas, pastagens, três silviculturas, bovinocultura, avicultura: galinocultura, suinocultura, apicultura), além de características demográficas, econômicas, sociais, ambientais (clima, cobertura vegetal e uso da terra) e tecnológicas (agricultura orgânica, uso de agrotóxicos, agricultura irrigada, zoneamento de risco climático, Cadastro Ambiental Rural) relevantes para o estudo integrado e multidisciplinar da dinâmica da agropecuária e da paisagem natural nas últimas décadas no País. Tem como objetivo auxiliar profissionais, estudantes, gestores e público interessado a conhecer aspectos do território nacional, e subsidiar o planejamento adequado de estratégias territoriais, políticas públicas e futuras tomadas de decisões em prol da sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida no Brasil.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

ISBN 978-65-86056-99-0

CGPE 15 985