

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 PIB¹ 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 externo³ 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, conseqüentemente, 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 ativos⁴ 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 agrotóxicos⁵, 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/permisividade e aplicação da Lei de Agrotóxicos⁶ que estiver vigente no país, incluindo os Limites Máximos de Resíduos (LMR) tóxicos permitidos na água e nos alimentos⁷.

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 nº 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 nº 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 área⁸, 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 Federação¹⁰ e/ou a área de uso agrícola por ano de referência¹¹. 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/km², 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 d’água, 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 insetos¹², ao aparecimento de novas pragas ganhando importância, a falhas nas tecnologias OGM¹³ 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 reproduzem 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 ($0,92 \text{ kg/ha}=92\text{kg/km}^2$)¹⁴, tendo chegado a 2,56 kg/ha em 2017 ($=256 \text{ kg/km}^2$ 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/ km²

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/km² para 128 kg/km²; 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/km²) em 2000 para 3,11 kg/ha (311 kg/km²) 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/km²; 136,09 kg/km² e 77,35 kg/km² em 2000-2004; 219,41 kg/km²; 126,59 kg/km² e 98,53 kg/km² em 2005-2009; 312,59 kg/km²; 251,95 kg/km² e 167,96 kg/km² em 2010-2014 e 324,14 kg/km²; 321,04 kg/km² e 236,80 kg/km² 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/km² em 2000-2004; 0,02 e 0,27 kg/km² em 2005-2010, 0,04 e 0,72 kg/km² em 2010-2014 e 0,06 e 0,60 kg/km² 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/km²) 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 agrícola¹⁵, 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 de 10 kg de ingredientes ativos por hectare (Tabela 52.3, Figura 52.5).

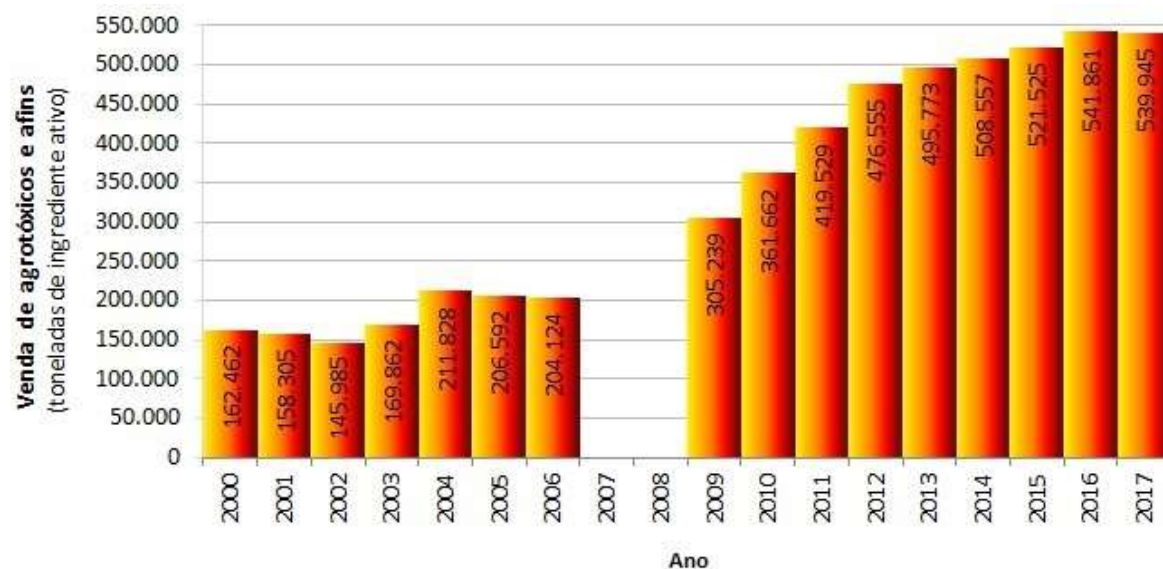
¹⁵ Área de uso agrícola ou área de produção agrícola: somatório das áreas plantadas com lavouras temporárias + áreas destinadas para a colheita de lavouras permanentes ou de lavouras temporárias de longa duração, conforme IBGE (2019).

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)

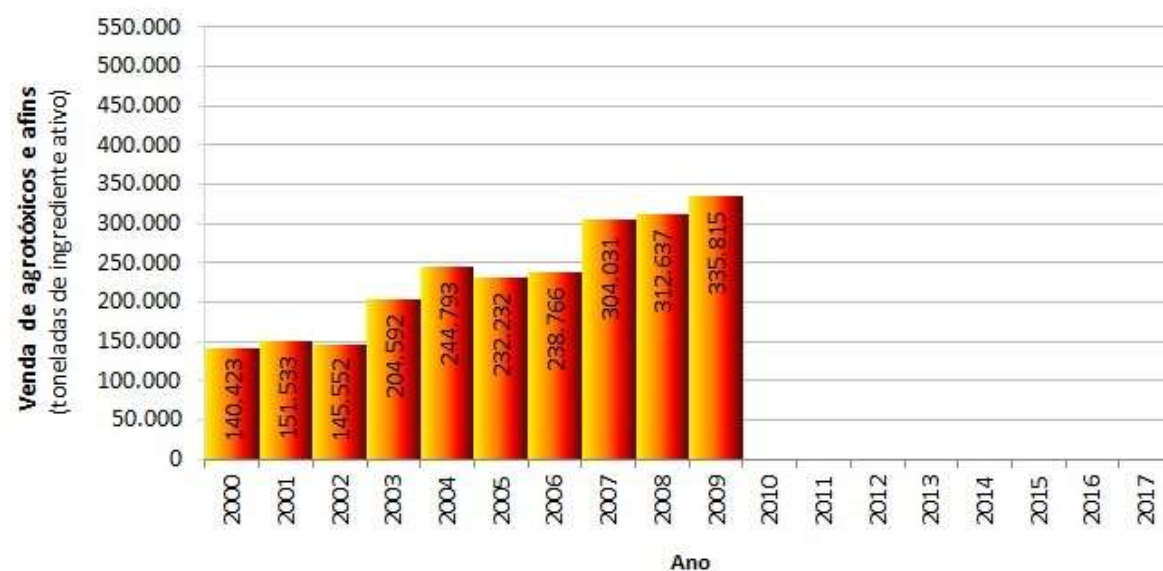


Figura 52.1. Variação temporal da venda de agrotóxicos no Brasil no período de 2000 a 2017¹⁶: a) de acordo com Ibama; b) conforme Sindiveg.

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.

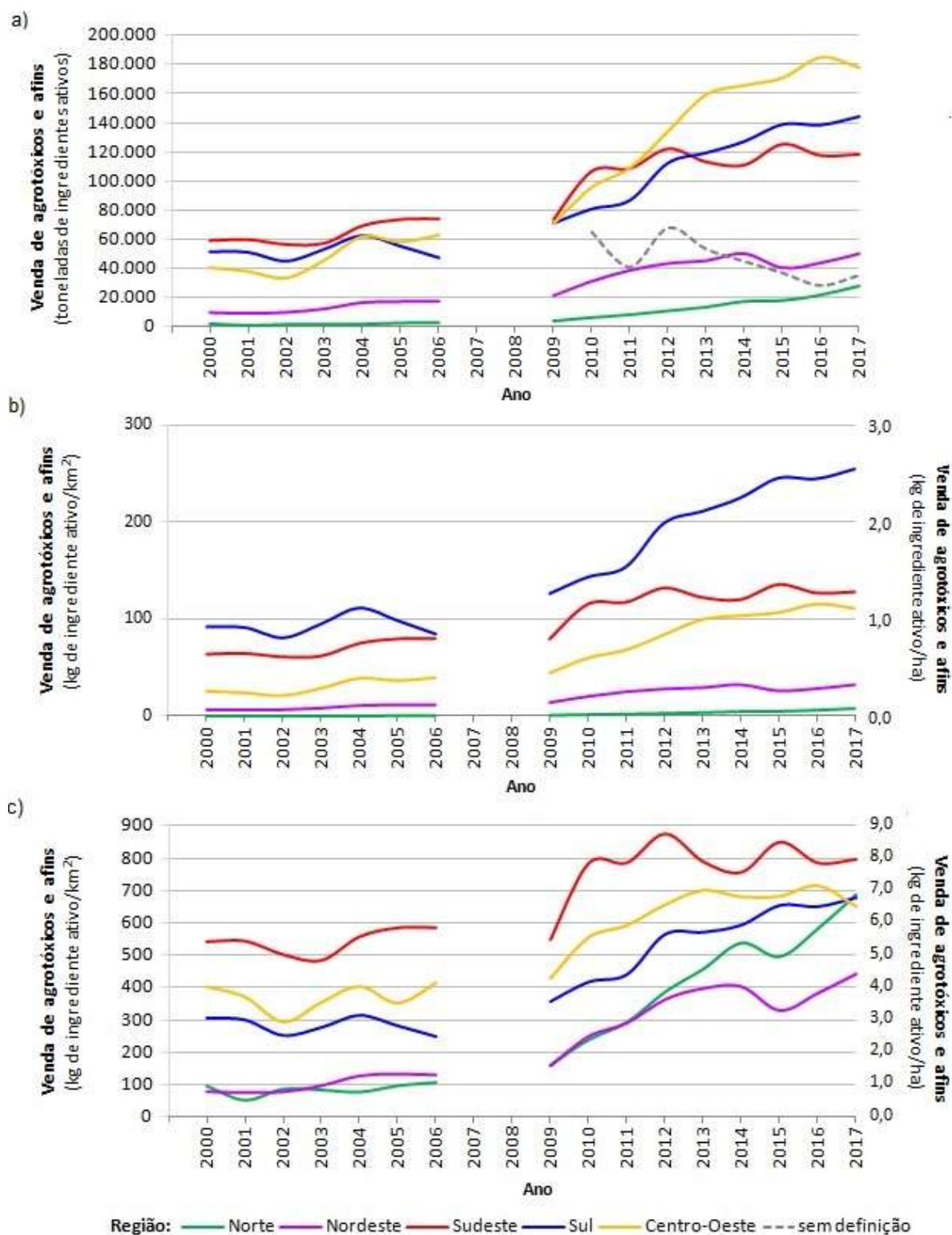


Figura 52.2. Variação temporal da venda de agrotóxicos por Região Geográfica do Brasil entre 2000 e 2017: a) quantidade de agrotóxicos comercializados, b) densidade média de agrotóxicos comercializados por área total da Região e c) densidade média de agrotóxicos comercializados por área de uso agrícola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

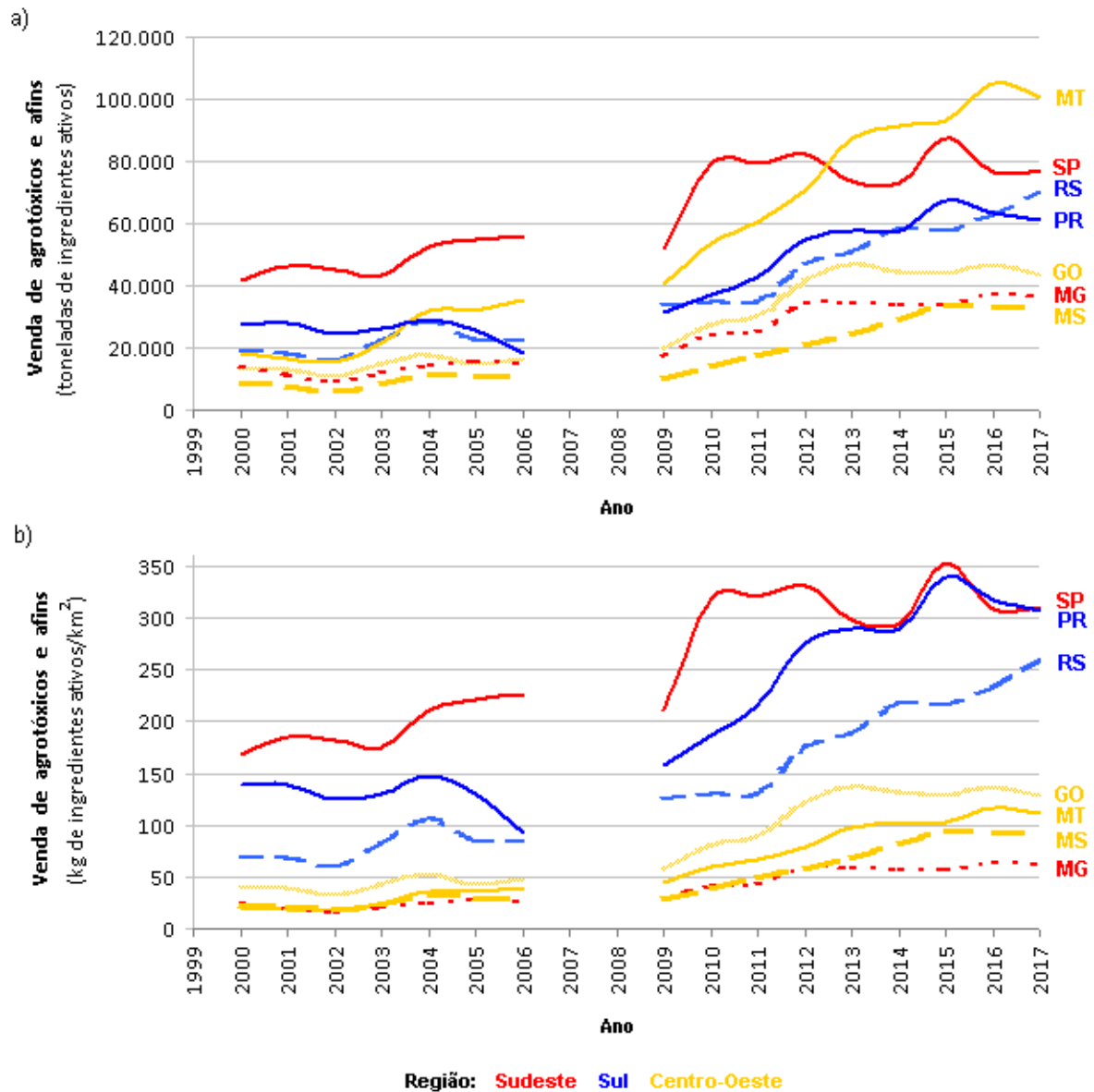


Figura 52.3. Variação da venda de agrotóxicos e afins nas Unidades da Federação do Brasil em que as vendas superaram 30.000 toneladas de ingredientes ativos em pelo menos um ano entre 2000 e 2017: a) quantidade de agrotóxicos comercializados, b) densidade média de agrotóxicos vendidos por área total 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 / km²)																	
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**

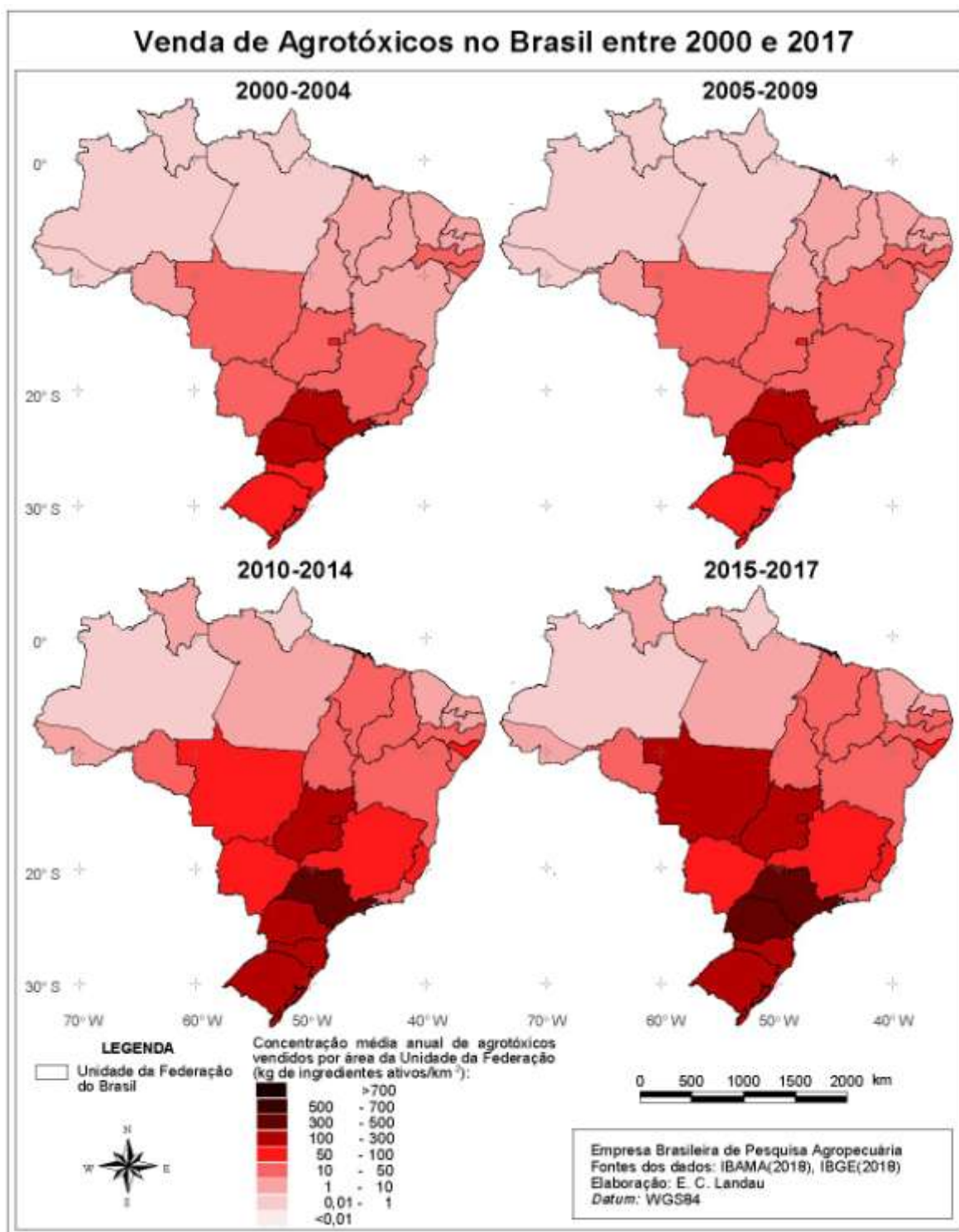


Figura 52.4. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins por área total das Unidades da Federação do Brasil e quinquênio entre 2000 e 2017.

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).

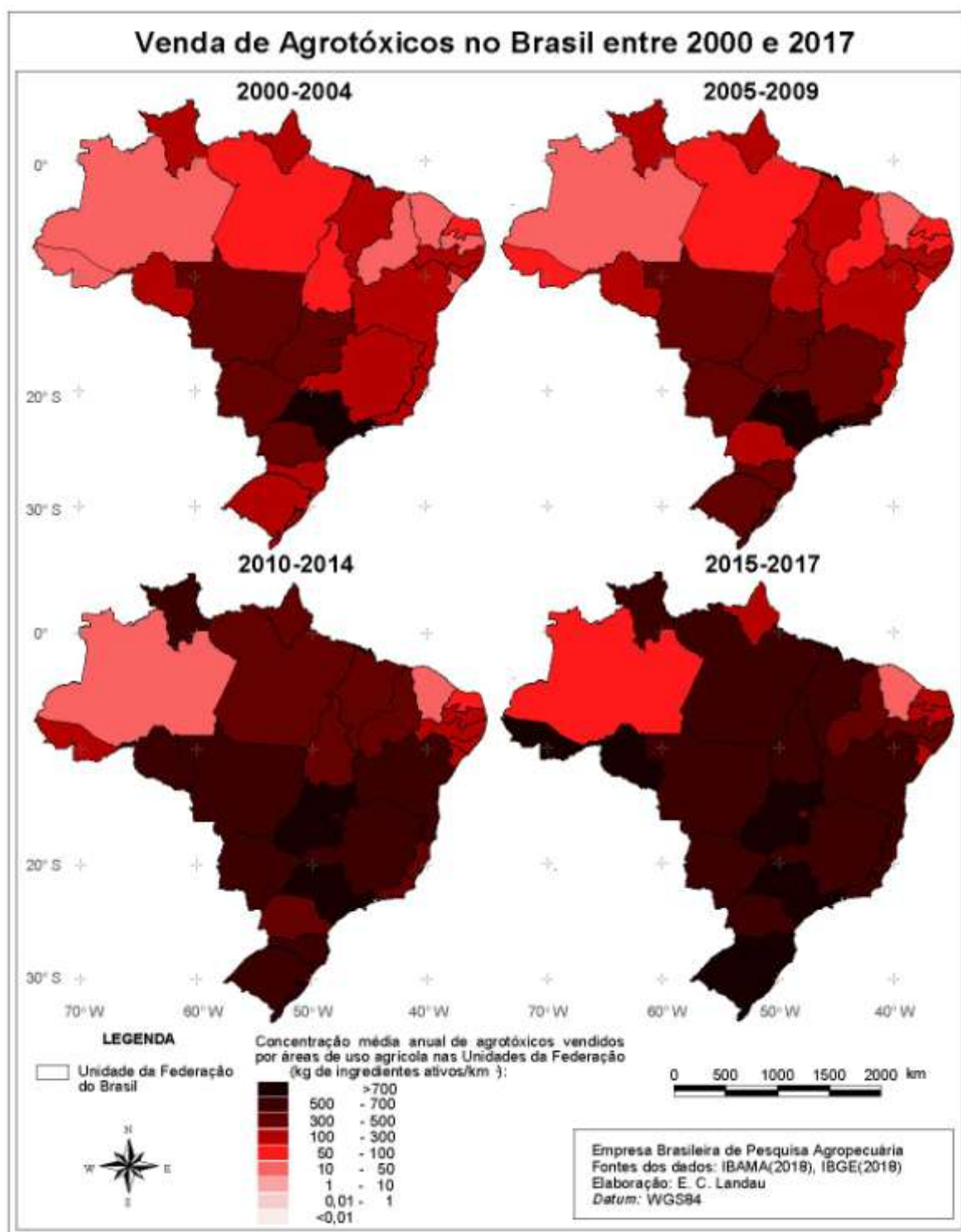


Figura 52.5. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins por área de produção agrícola das Unidades da Federação do Brasil e quinquênio entre 2000 e 2017.

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 espontâneas¹⁹ (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 monocotiledôneas²⁰ e dicotiledôneas²¹ 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 cotilédono (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 formando 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 decrescente 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
<i>Bacillus thuringiensis</i>		73,14	84,72	96,22	101,04	226,53	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Baculovirus anticarsia</i>		0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Beauveria bassiana</i>		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
Tebuuirom		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 nº 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

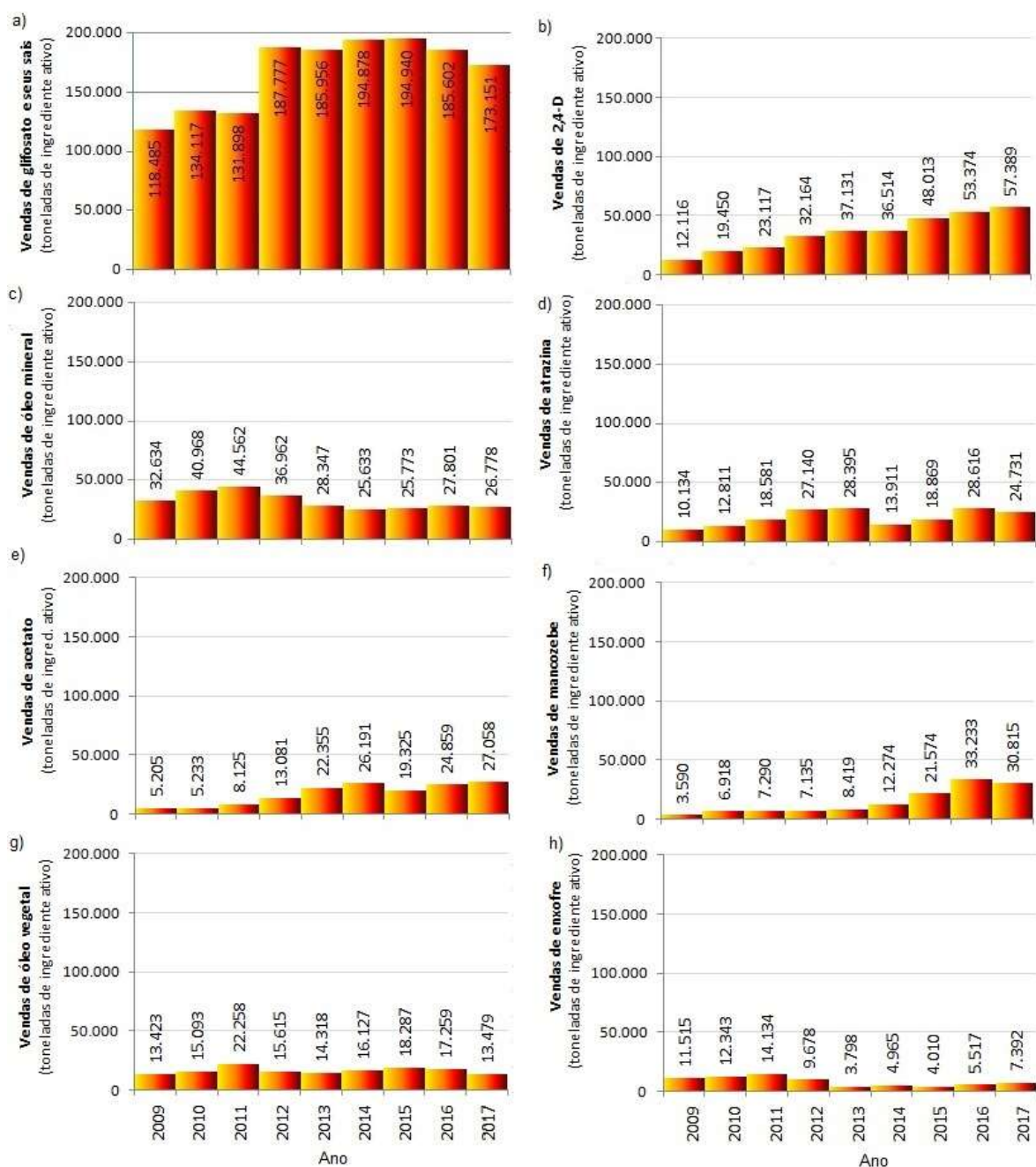


Figura 52.6. Variação temporal da concentração dos agrotóxicos e afins mais vendidos no Brasil entre 2009 e 2017: a) glifosato e seus sais, b) 2,4-D, c) óleo mineral, d) atrazina, e) acefato, f) mancozebe, g) óleo vegetal e h) enxofre.

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

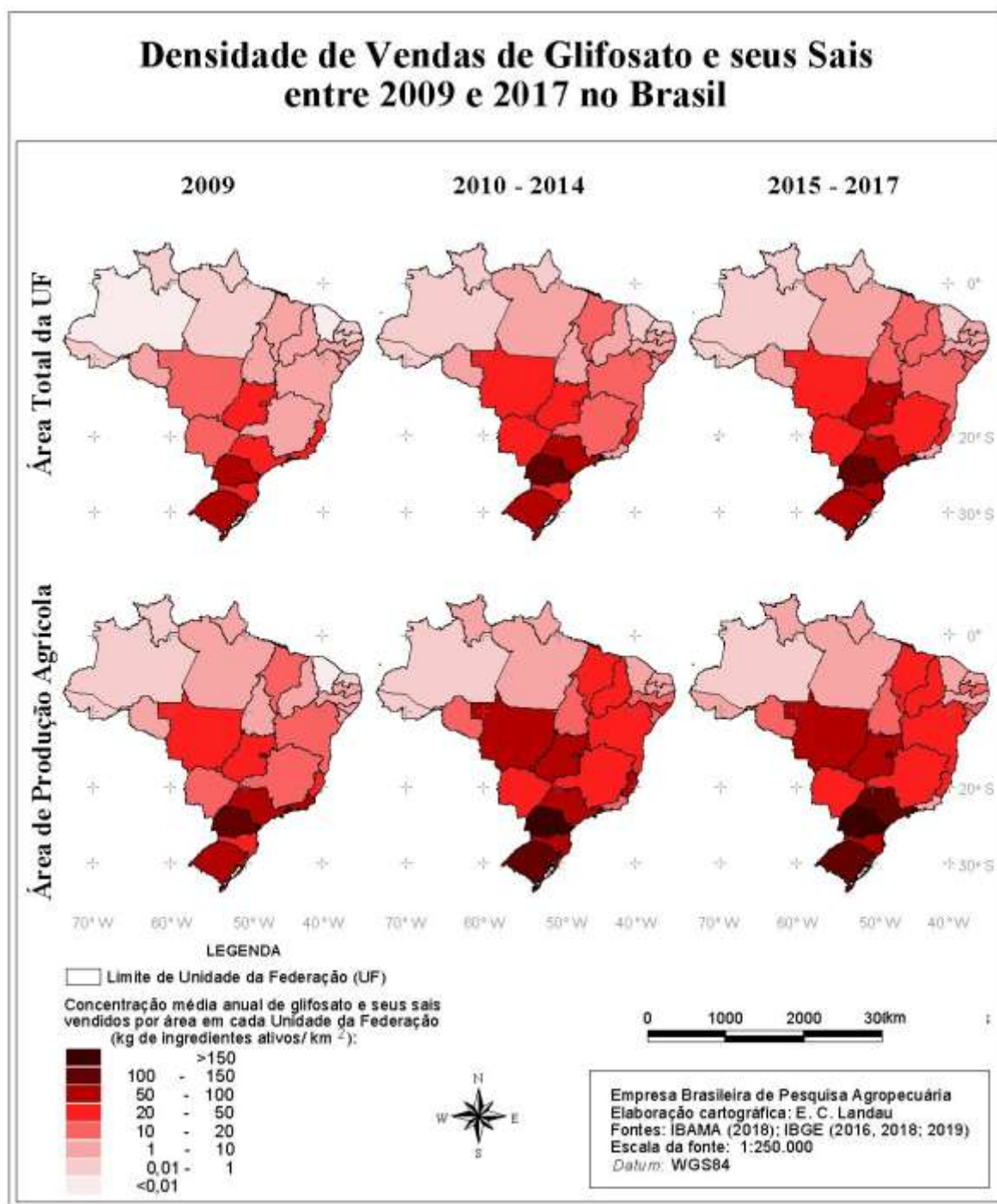


Figura 52.7. Variação temporal da concentração média de vendas de glifosato e seus sais no Brasil entre 2009 e 2017.

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

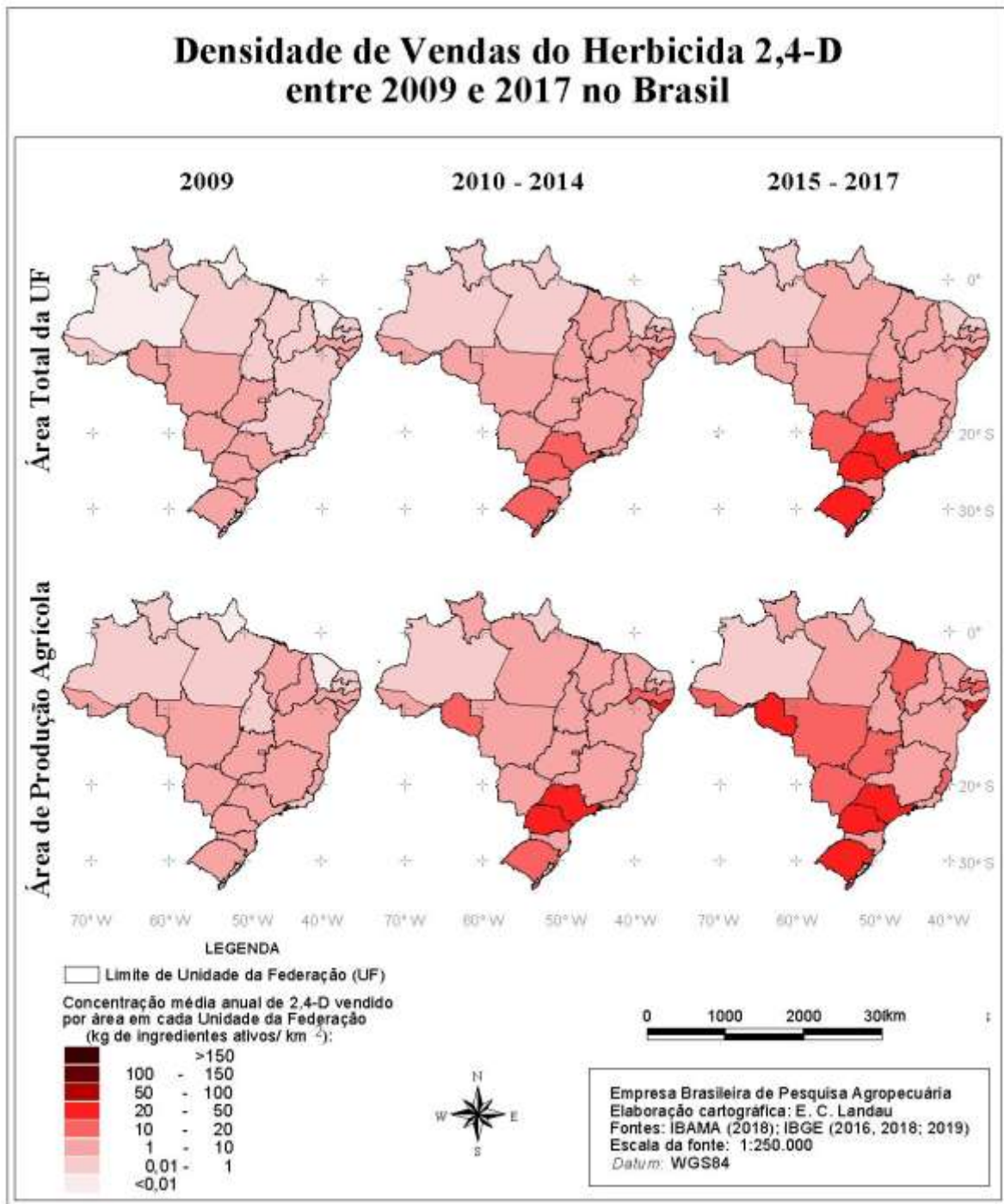


Figura 52.8. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo 2,4-D no Brasil entre 2009 e 2017.

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

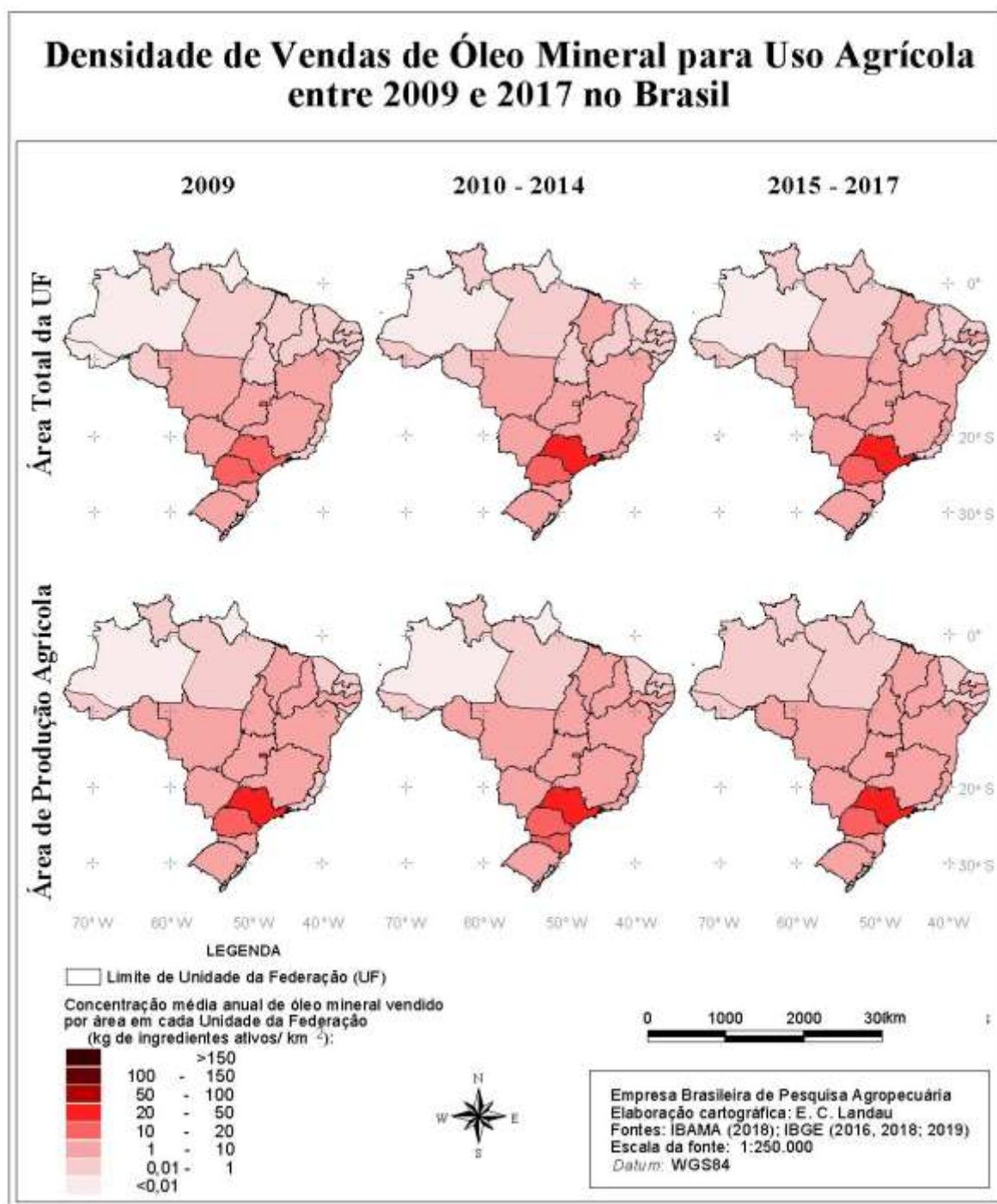


Figura 52.9. Variação temporal da concentração média de vendas de óleo mineral no Brasil entre 2009 e 2017.

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

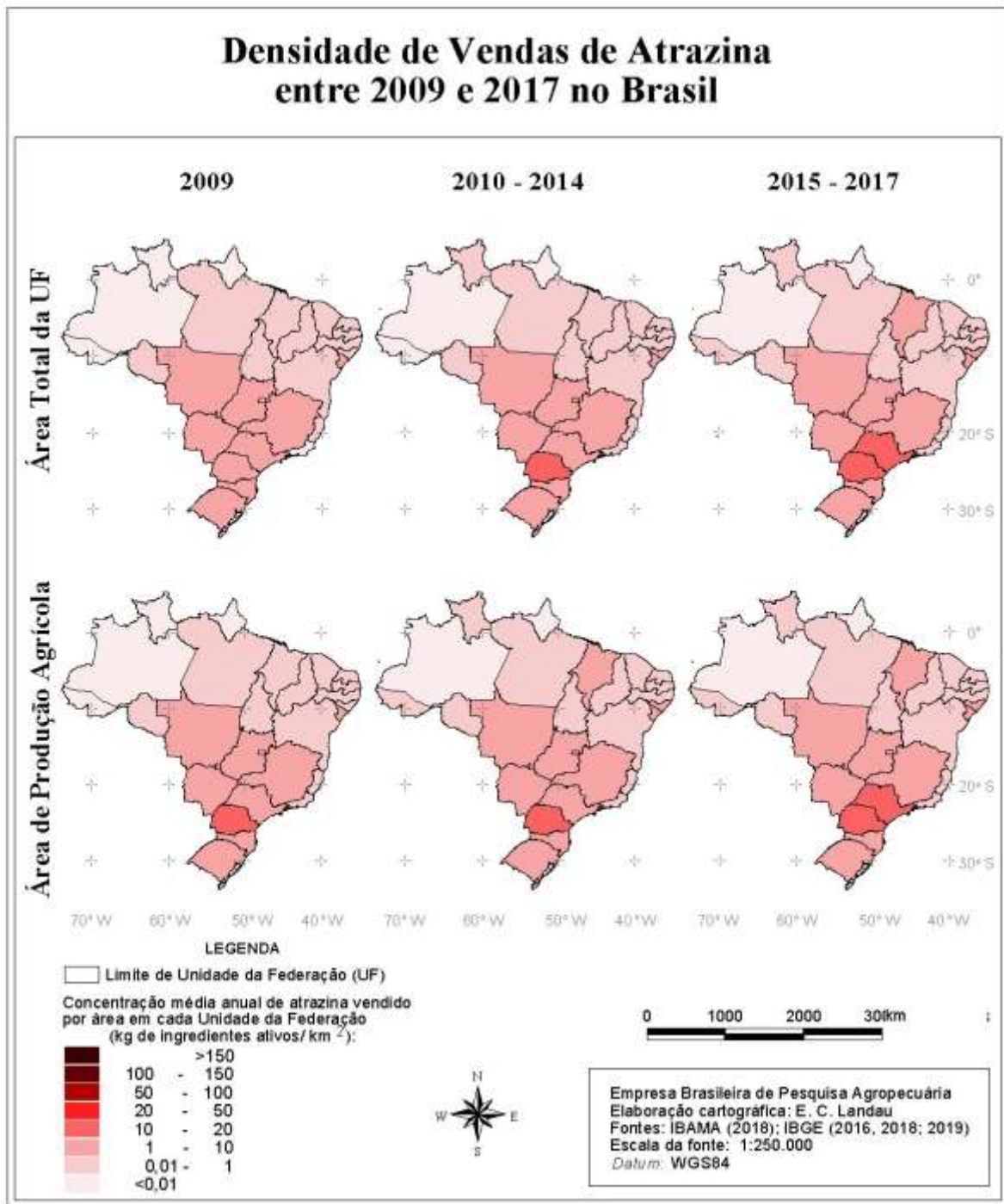


Figura 52.10. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo atrazina no Brasil entre 2009 e 2017.

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

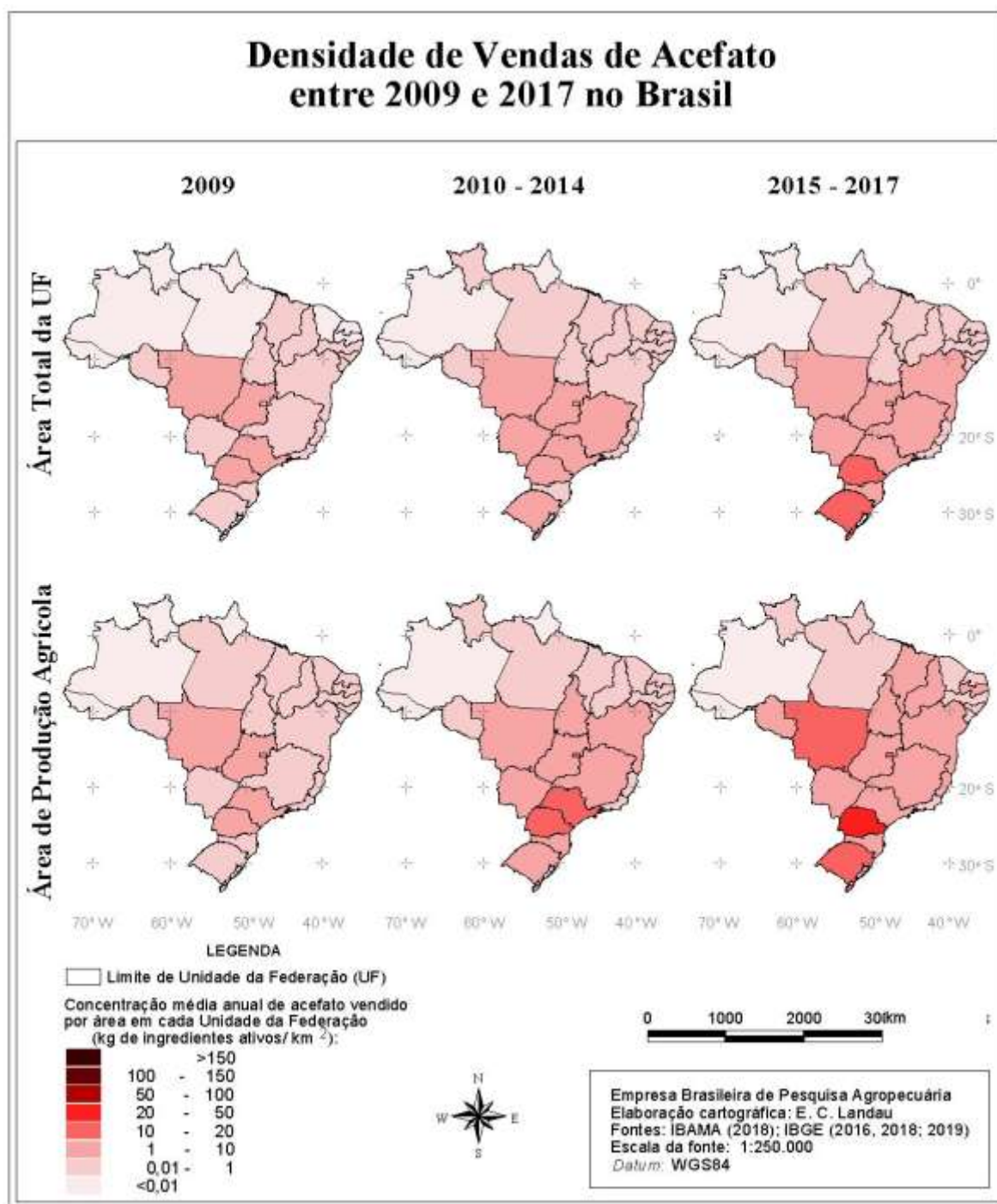


Figura 52.11. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo acefato no Brasil entre 2009 e 2017.

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

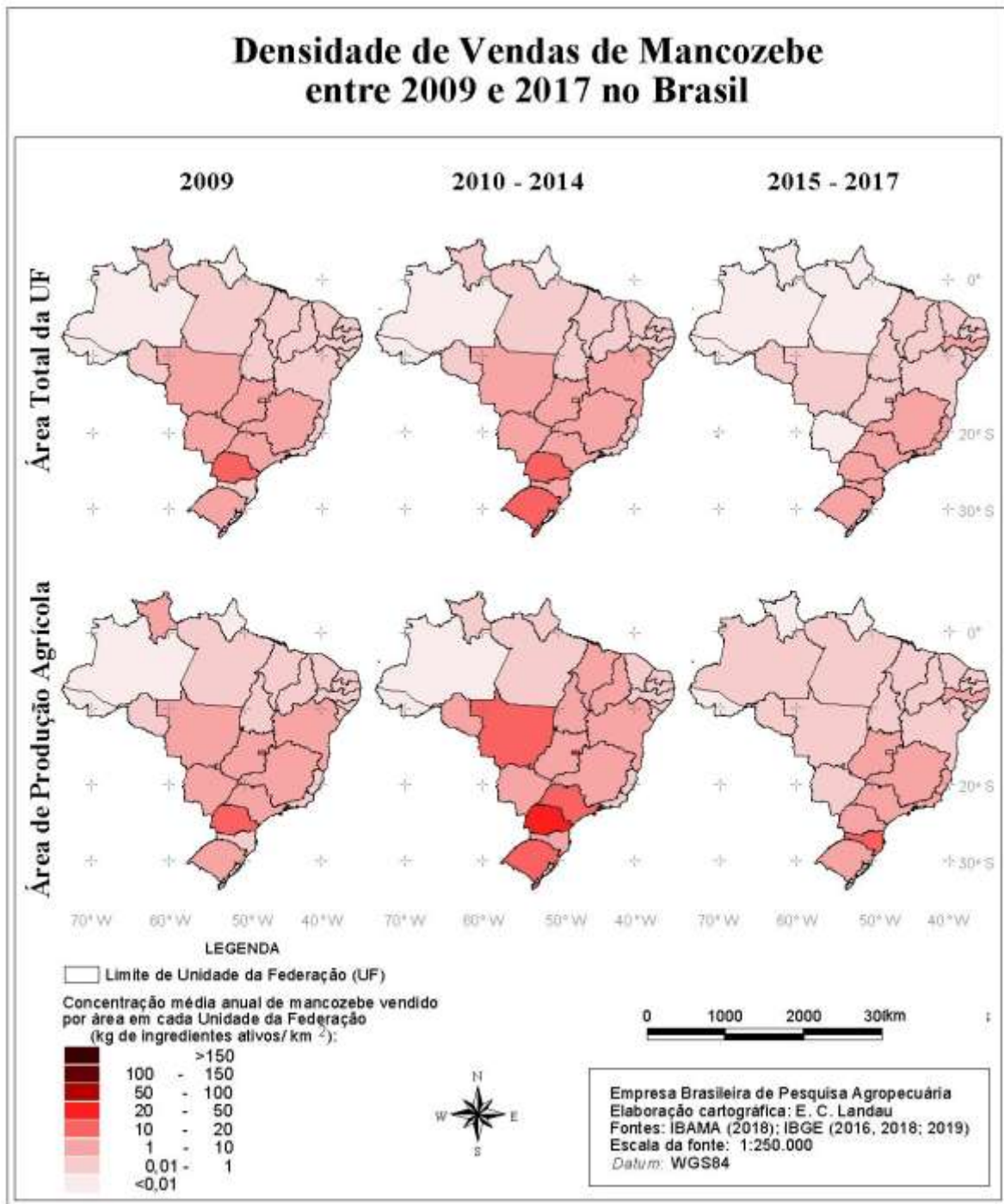


Figura 52.12. Variação temporal da concentração média de vendas do ingrediente ativo mancozebe no Brasil entre 2009 e 2017.

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

Periculosidade ambiental

Para estimar o grau de toxicidade²² 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.

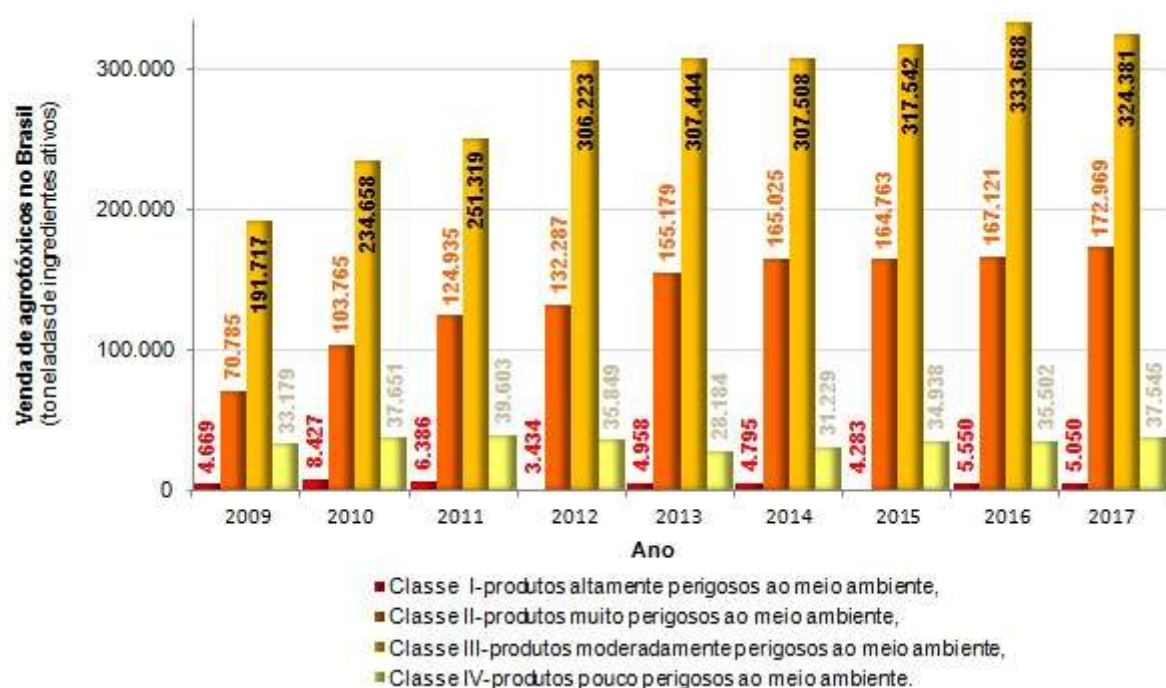


Figura 52.13. Variação temporal da venda anual de agrotóxicos e afins no Brasil entre 2009 e 2017 por classe de periculosidade ambiental ou toxicológica.

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/km². Em 2010-2014, a concentração de ingredientes ativos de agrotóxicos da classe II ultrapassou os 100 kg/km² 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/km². No Rio Grande do Sul e Paraná, foi verificada uma densidade média de venda de ingredientes ativos entre 50 e 100 kg/km². 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/km²; nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Mato Grosso do Sul variou entre 20 e 30 kg/km²; e na Bahia, Sergipe e Pernambuco, entre 10 e 20 kg/km².

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/km² (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/km² em 2015-2017. Em Minas Gerais e Espírito Santo foram registradas vendas anuais entre 30 e 50 kg/km² de agrotóxicos da classe; e na Bahia, Sergipe, Alagoas e Maranhão, concentrações entre 20 e 30 kg/km² 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/km²; em 2010-2014, entre 30 e 50 kg/km² e, em 2015-2017, entre 20 e 30 kg/km². Já o Estado do Paraná apresentou tendência de aumento de venda de agrotóxicos desta classe, passando de concentrações entre 10 e 20 kg/km² em 2009 para 20 a 30 kg/km² 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.

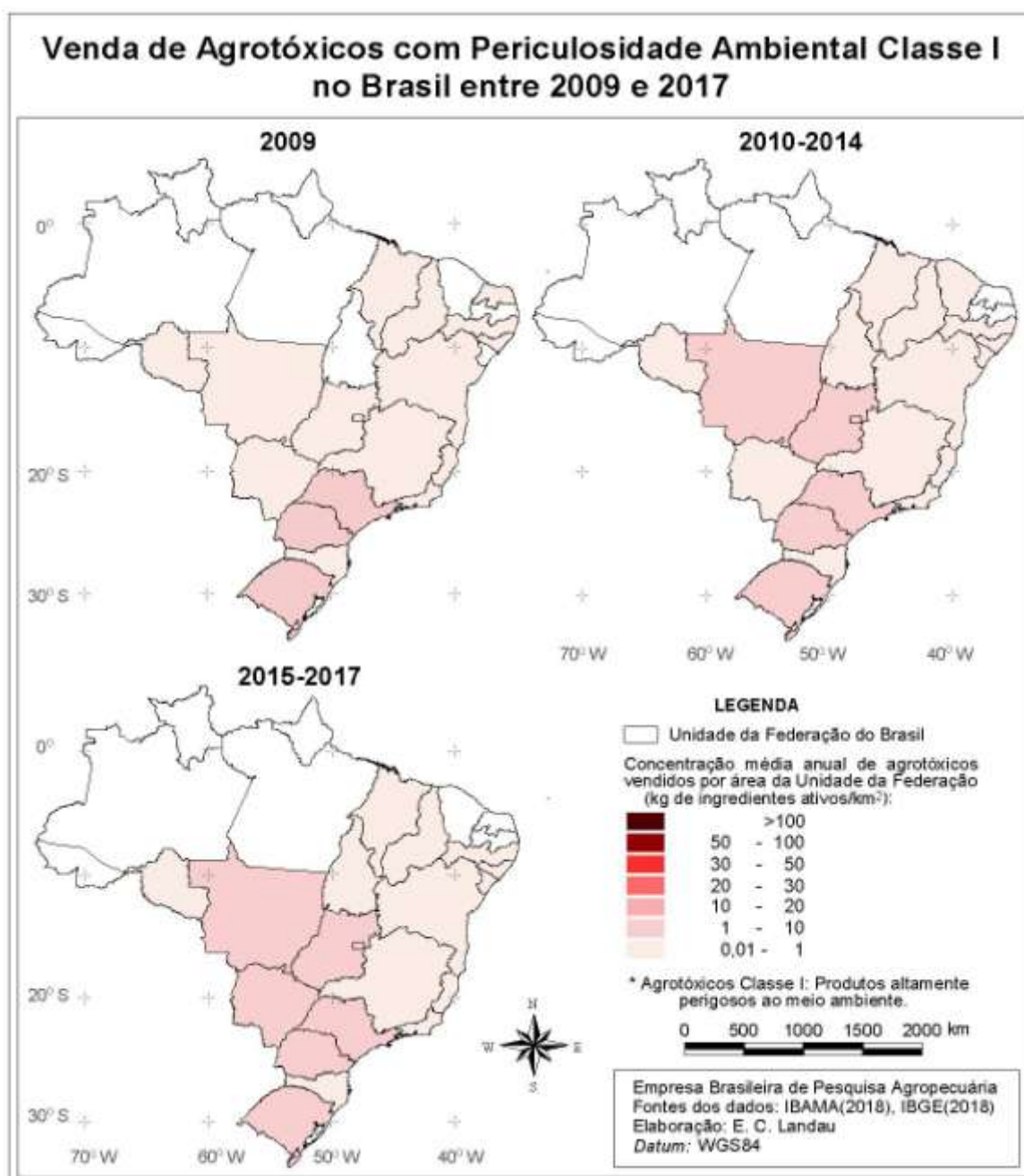


Figura 52.14. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental I por Unidade da Federação do Brasil e quinquênio²³ entre 2009 e 2017.

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.

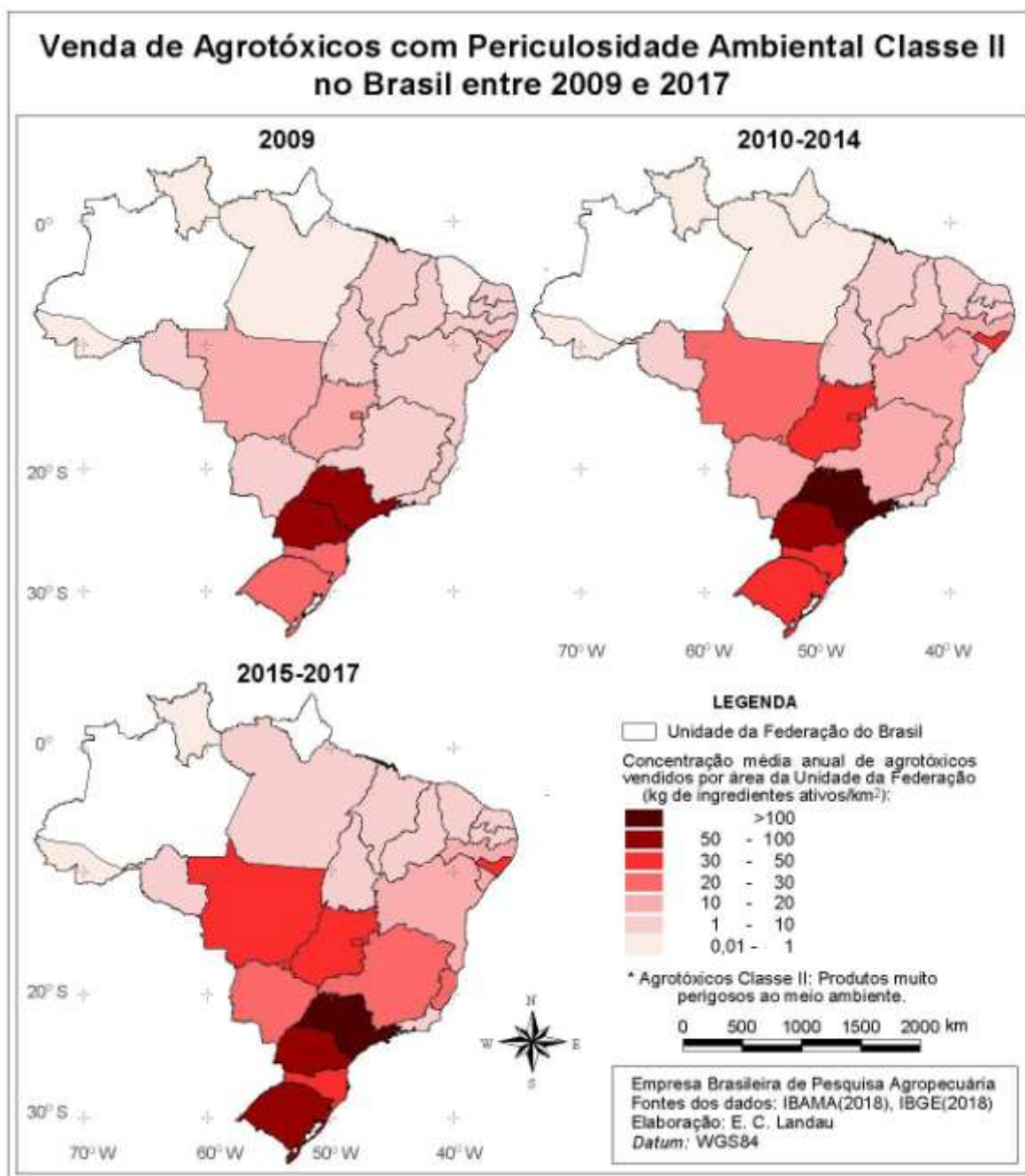


Figura 52.15. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental II por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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

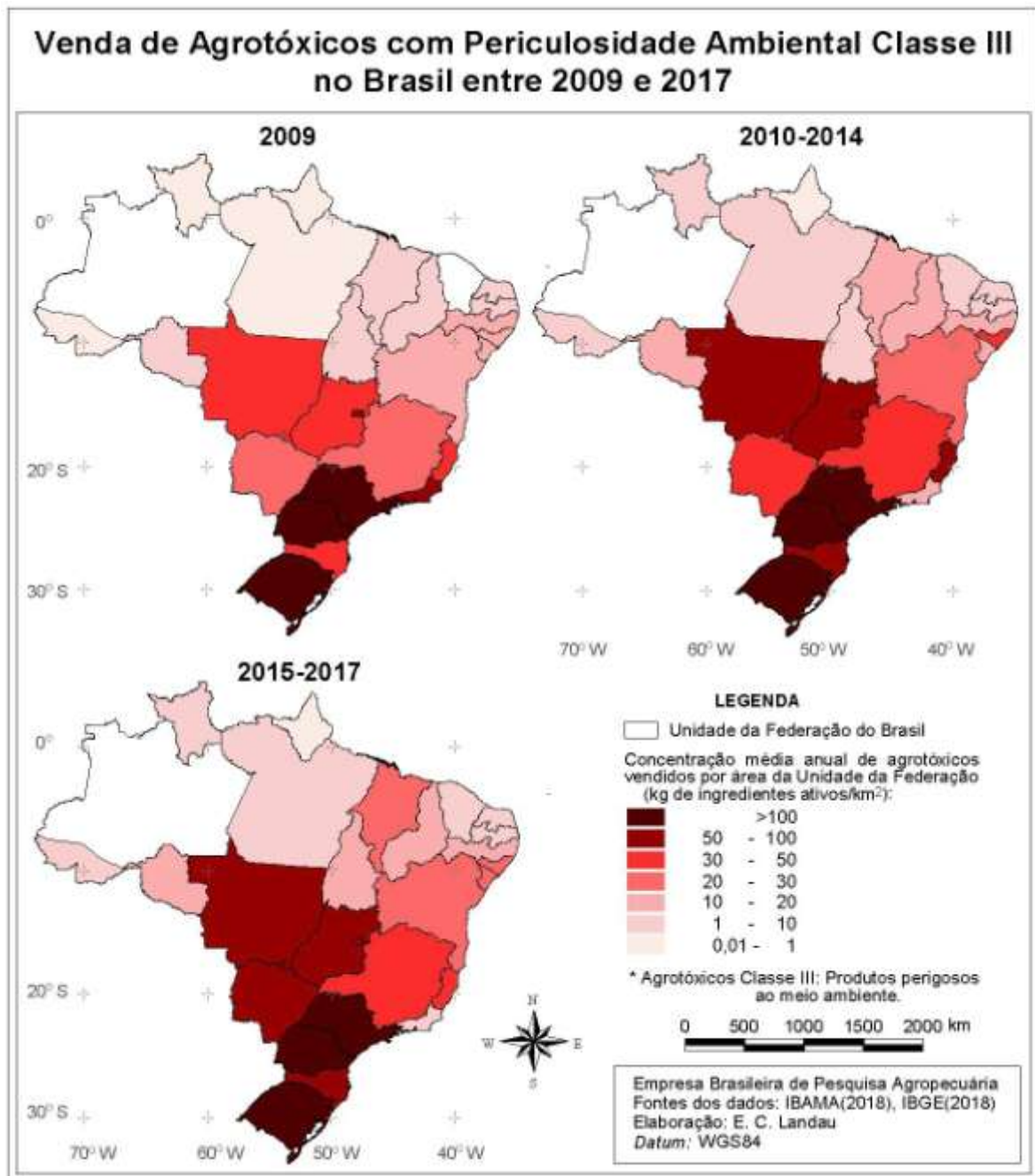


Figura 52.16. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental III por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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

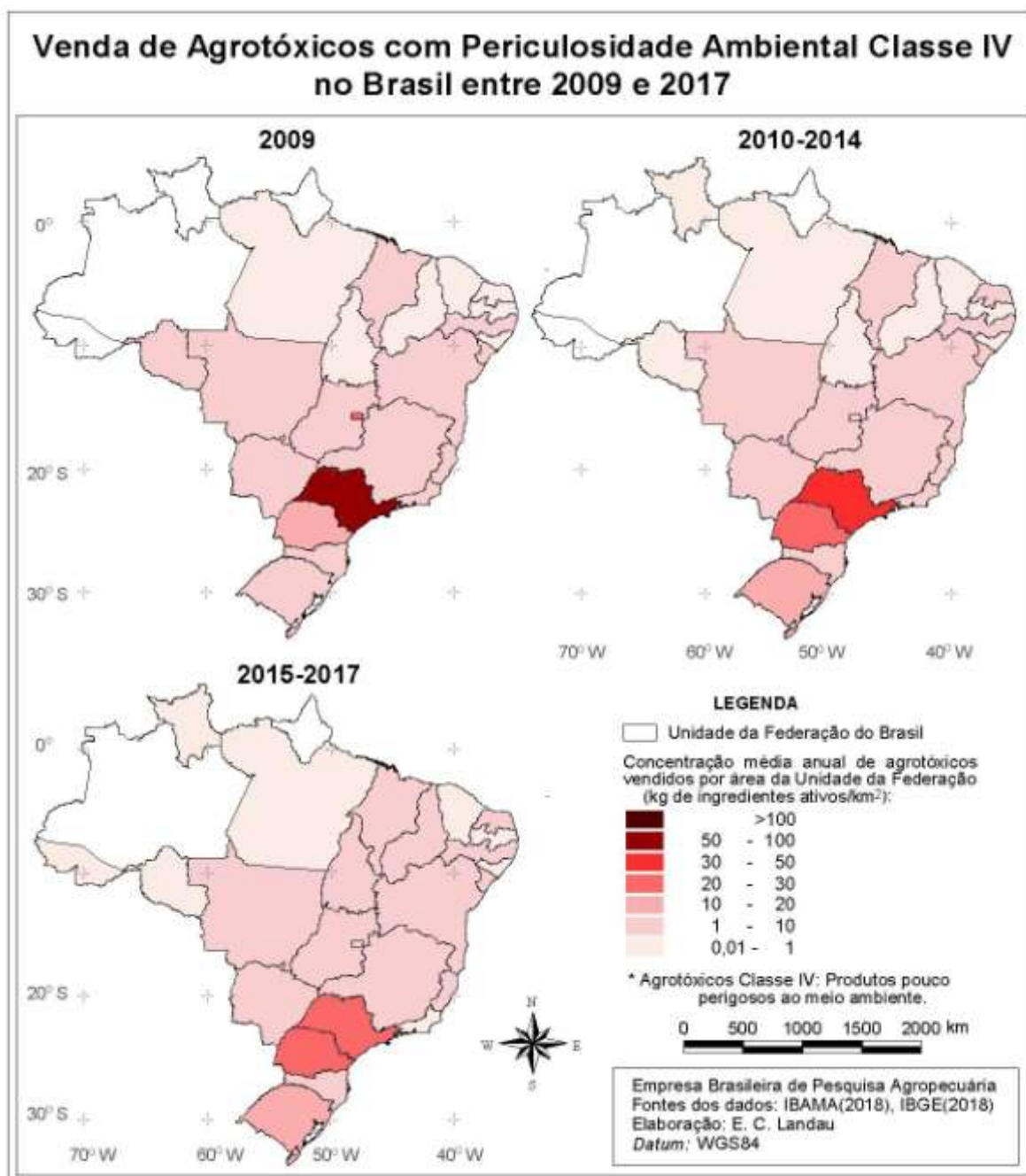


Figura 52.17. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agrotóxicos e afins da classe de periculosidade ambiental IV por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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

Classes de uso

A partir dos ingredientes ativos apresentados são formulados²⁵ produtos para diversos usos, classificados como acaricidas, bactericidas, cupinidas, feromônios²⁶, formicidas, fungicidas, herbicidas, inseticidas, molucidas 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 adjuvantes²⁷, espalhantes²⁸, protetores de sementes²⁹ e reguladores de crescimento³⁰ (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 vendas³¹ 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 vendas³² 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 iniciais 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).

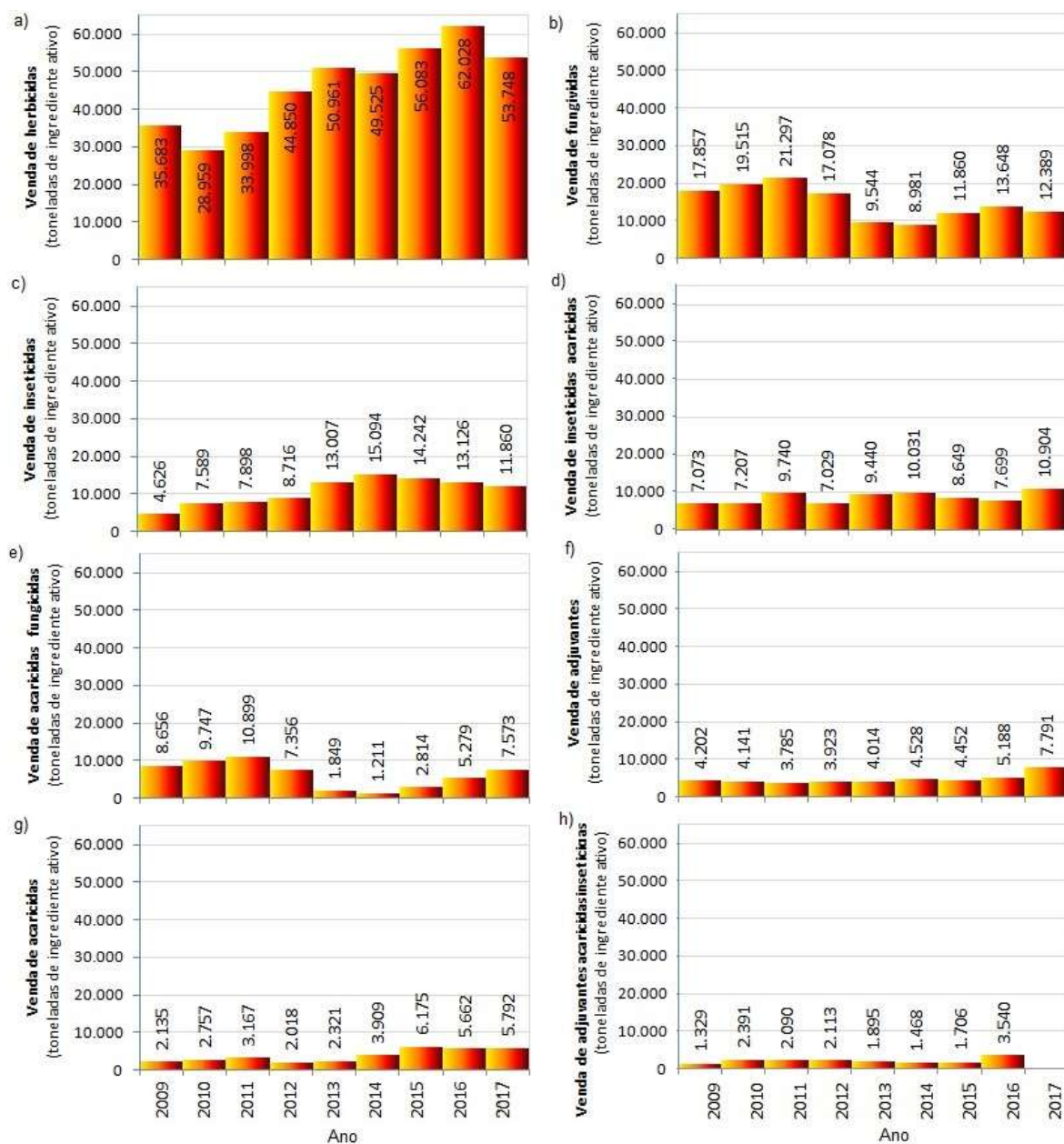


Figura 52.18. Variação do volume dos principais agrotóxicos vendidos entre 2009 e 2017 no Brasil por classe de uso dos produtos formulados: a) herbicida, b) fungicida, c) inseticida, d) inseticida acaricida, e) acaricida fungicida, f) adjuvante, g) acaricida e h) adjuvante, acaricida, inseticida.

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

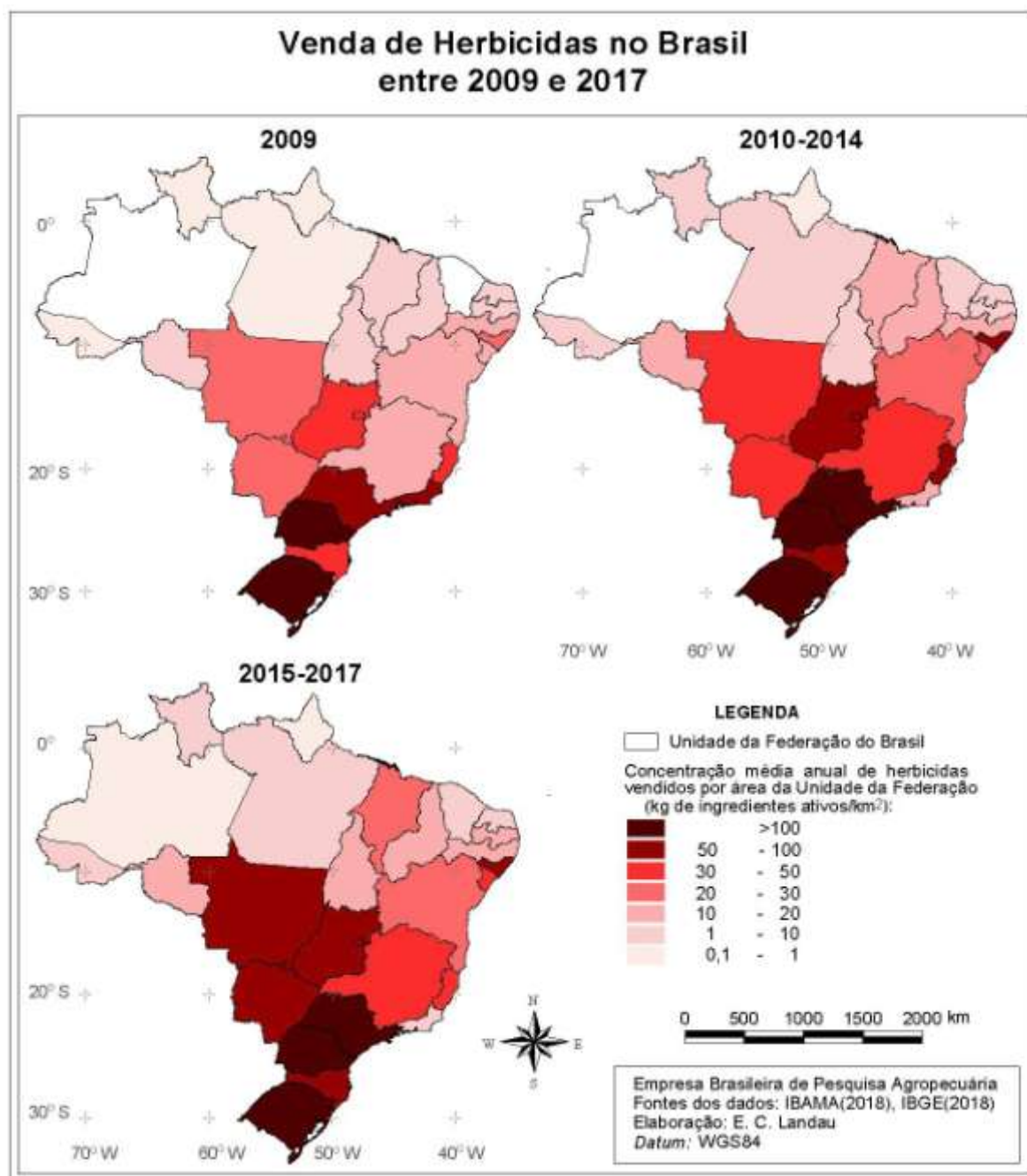


Figura 52.19. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de herbicidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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.

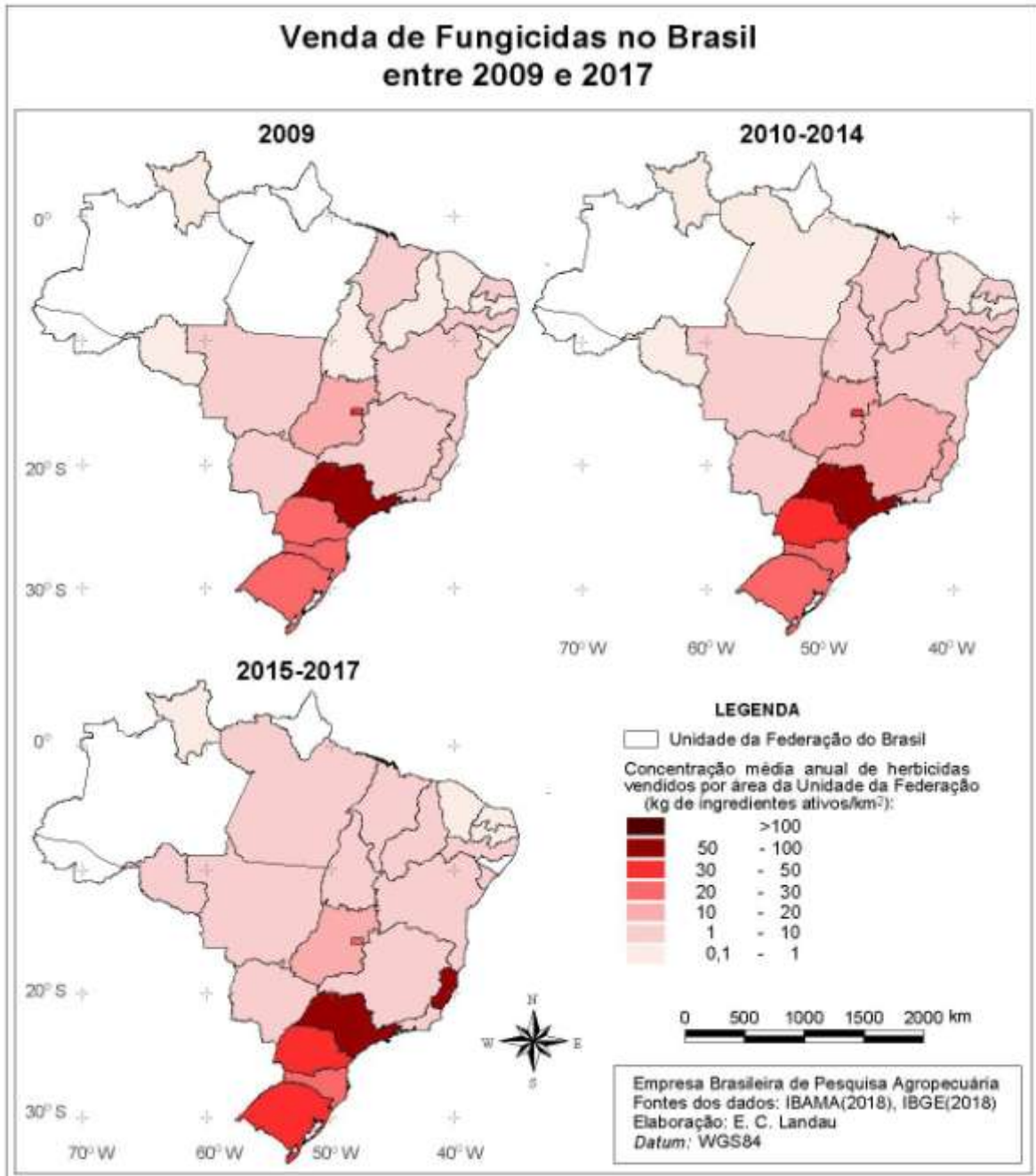


Figura 52.20. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de fungicidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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

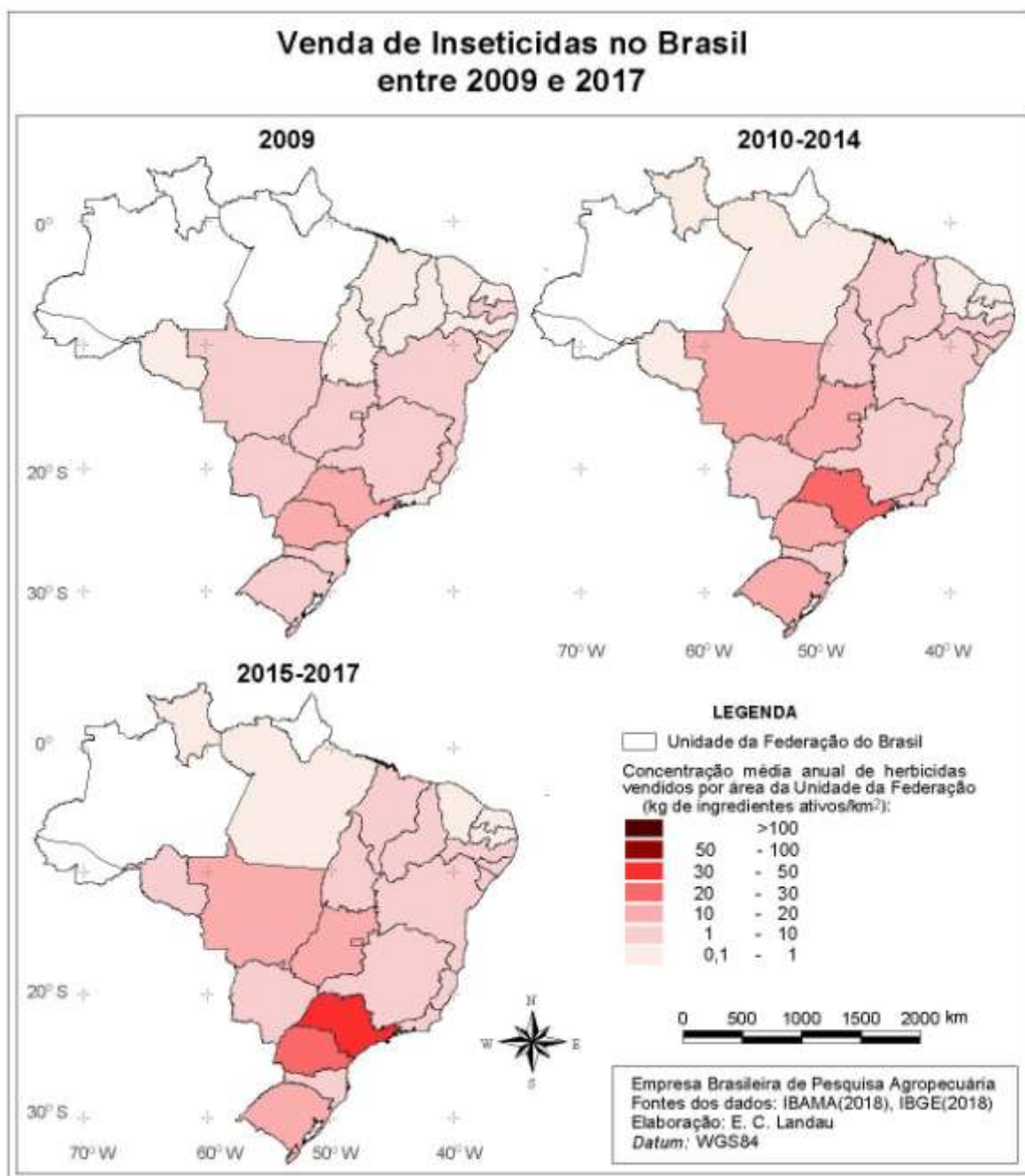


Figura 52.21. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de inseticidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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

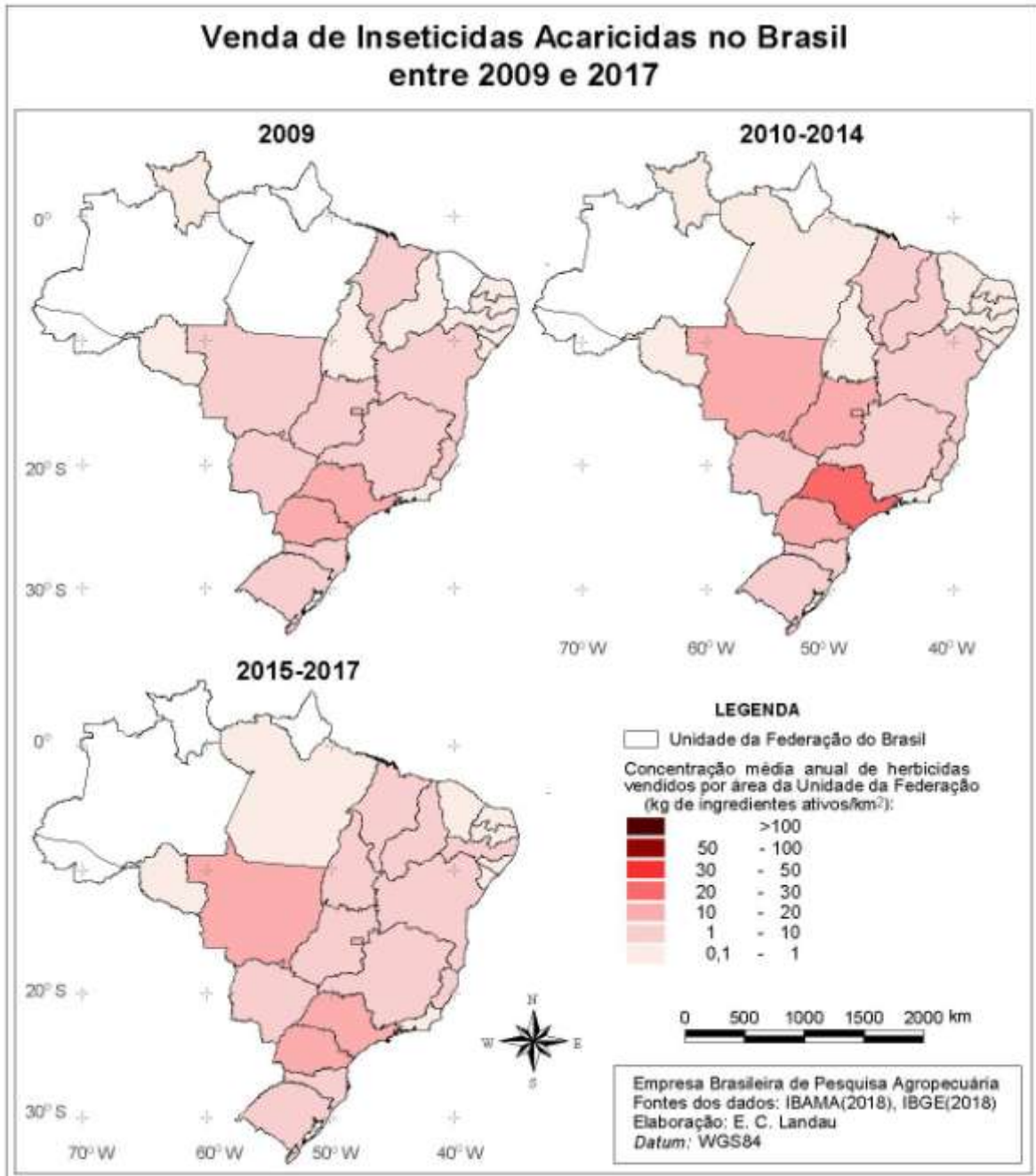


Figura 52.22. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de inseticidas acaricidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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

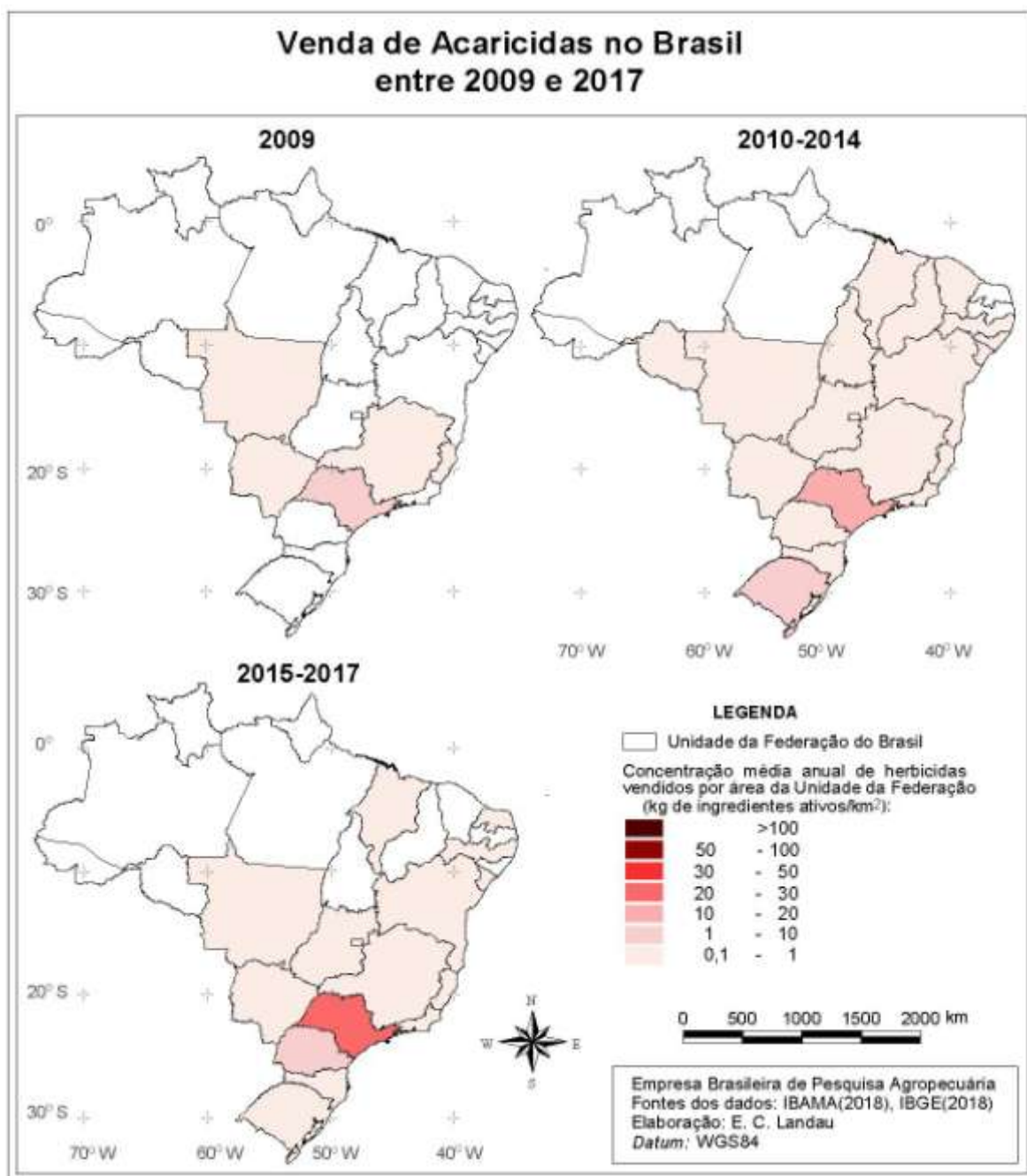


Figura 52.23. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de acaricidas por Unidade da Federação do Brasil entre 2009 e 2017.

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 2017³⁴ 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/km² 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/km²) 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/km² 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/km²) 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/km² (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)
<i>Aspergillus flavus nrrl</i>	<i>Aspergillus flavus</i> produtores de aflavotoxinas
<i>Bacillus pumilus</i>	<i>Alternaria solani</i>
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>Pratylenchus brachyurus</i>
<i>Baculovirus anticarsia</i>	<i>Anticarsia gemmatilis</i>
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Bemisia tabaci</i> raça B
<i>Helicoverpa zea single capsid nucleopolyhedrovirus</i>	<i>Helicoverpa</i> sp.
<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Mahanarva fimbriolata</i>
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Meloidogyne incognita</i>
<i>Spodoptera frugiperda multiple nucleo polyhidro virus(sfmnpv)</i>	<i>Spodoptera frugiperda</i>
<i>Trichoderma asperellum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Vírus vpn-hearnpv	<i>Helicoverpa armigera</i> , <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Helicoverpa virescens</i> , <i>Helicoverpa punctigera</i>

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)								
			<i>Bacillus thuringiensis</i>			<i>Metarhizium anisopliae</i>			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).

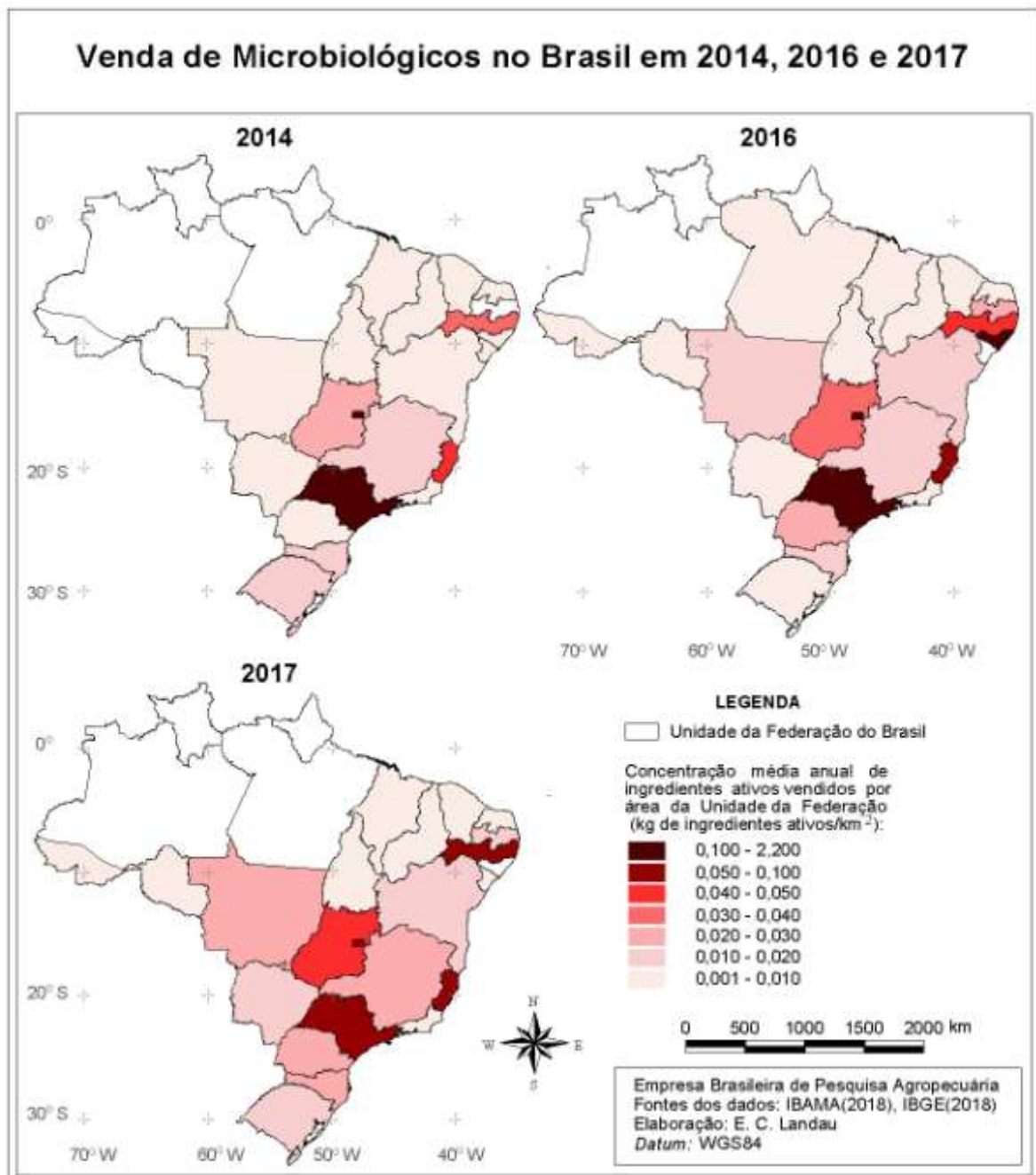


Figura 52.24. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de ingredientes ativos microbiológicos por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017³⁵.

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

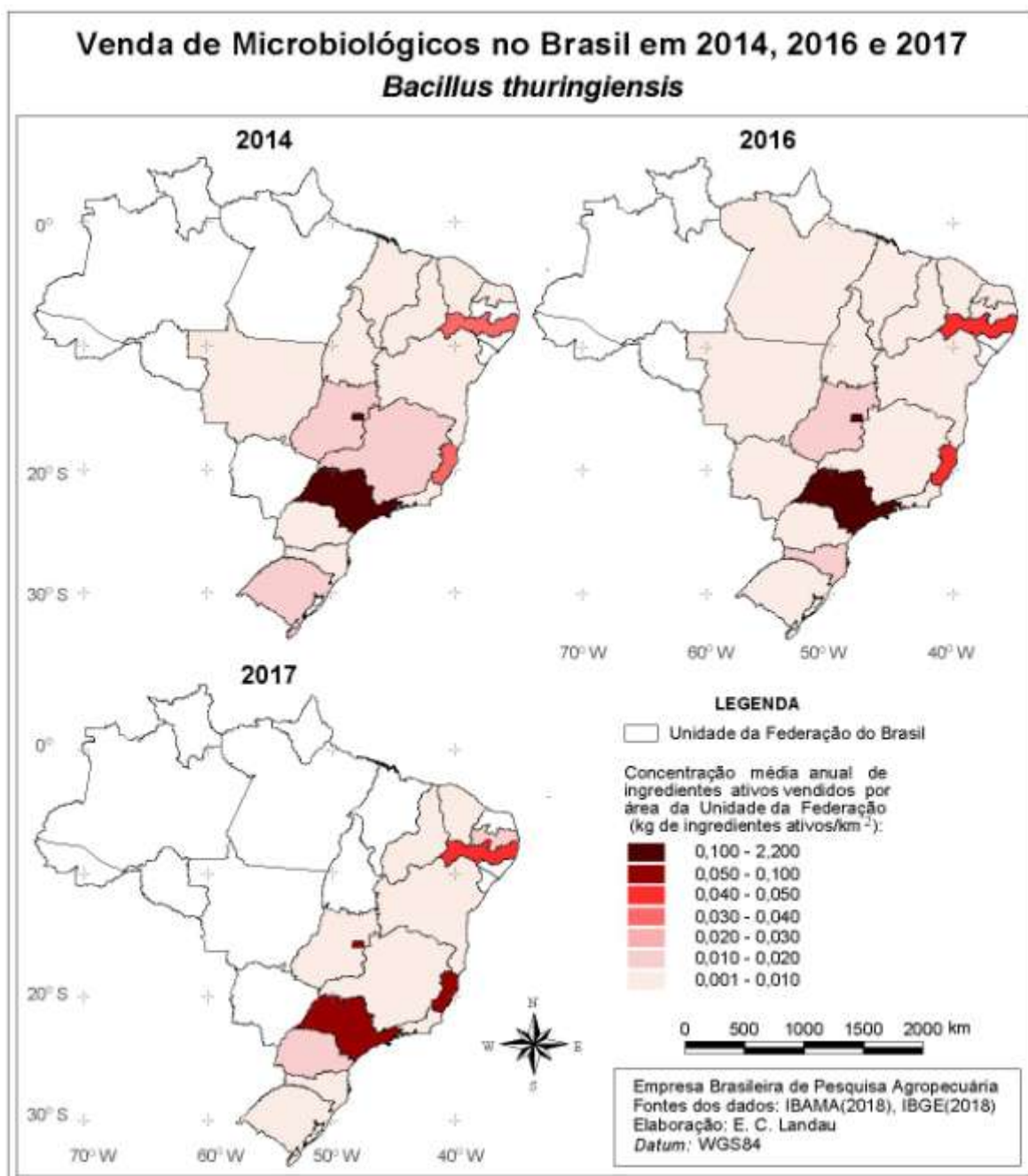


Figura 52.25. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas do ingrediente ativo microbiológico *Bacillus thuringiensis* por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017³⁶.

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.

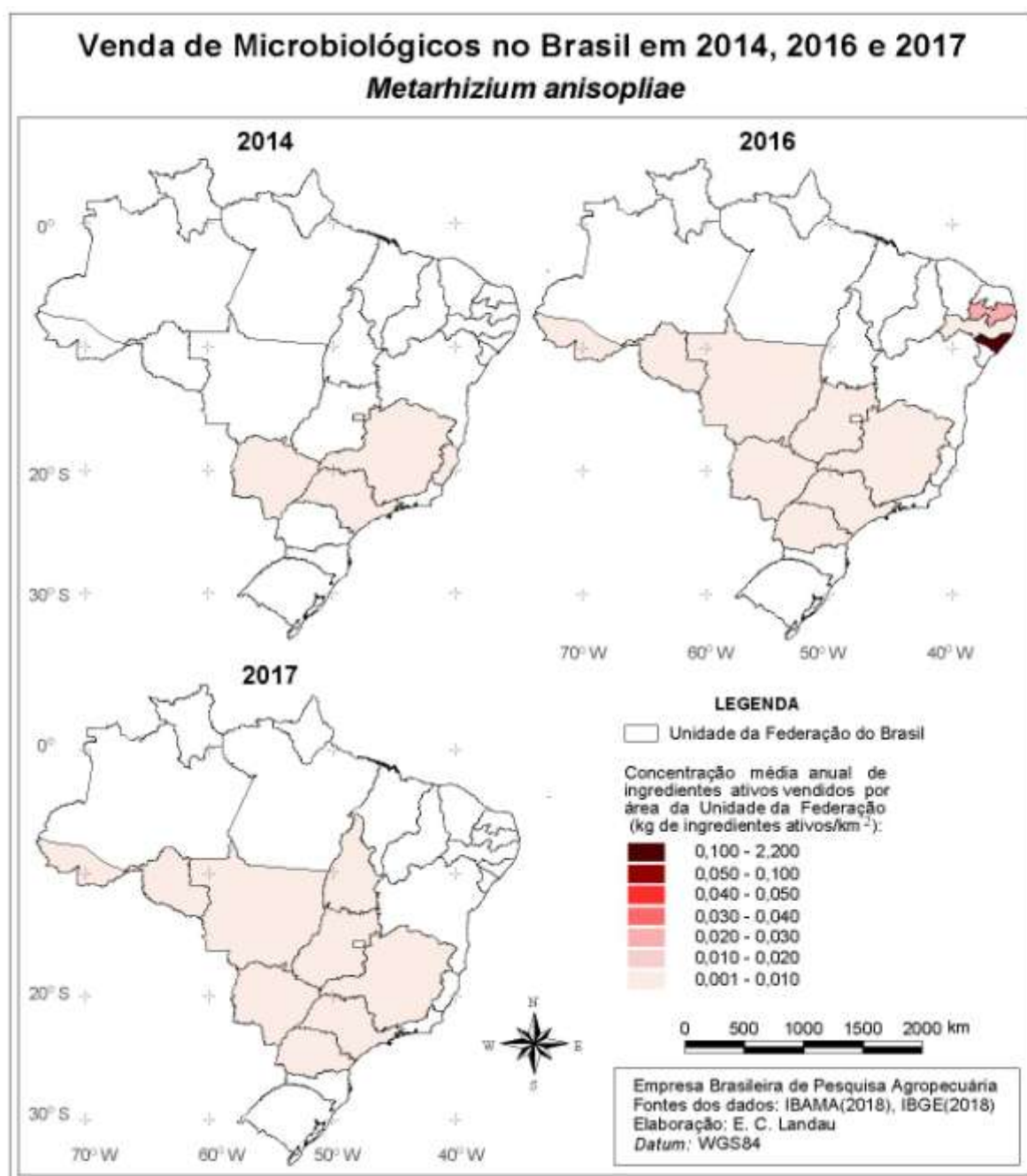


Figura 52.26. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas do ingrediente ativo microbiológico *Metarhizium anisopliae* por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017³⁷.

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

³⁷Únicos 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/km²), Roraima (4,43 g/km²), Santa Catarina (2,78 g/km²), Rio Grande do Sul (1,39 g/km²), Pernambuco (0,34 g/km²), São Paulo (0,21 g/km²) e Minas Gerais (0,14 g/km²). (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	<i>Spodoptera frugiperda</i>
(Z)-8-Dodecenol	<i>Grapholita molesta</i>
(Z)-9-Hexadecenal	<i>Heliothis virescens</i>
(Z)-13-Octadecenal	<i>Cryptoblabes gnidiella</i>
1,4-Dimetoxibenzeno	<i>Diabrotica speciosa</i>
4,8 Dimetildecenal	<i>Tribolium castaneum</i>
5,9 Dimetilpentadecano	<i>Leucoptera coffeella</i>
Acetato de (e,z,z)-3,8,11-tetradecatrienila	<i>Tuta absoluta</i>
Acetato de (e,z,z)-4,7,10-tridecatrienila*	<i>Phthorimaea operculella</i>
Acetato de (e,z)-3,5-dodecadienila*	<i>Bonagota cranaodes</i>
Acetato de (e,z) 7,9-dodecadienila*	<i>Lobesia botrana</i>
Acetato de (e,z)-3,8-tetradecadienila*	<i>Tuta absoluta</i>
Acetato de (e,z)-4,7-tridecadienila*	<i>Phthorimaea operculella</i>
Acetato de (e)-8-dodecenila*	<i>Grapholita molesta</i>
Acetato de (z,e)-9,12-tetradecadienil*	<i>Ephestia elutella</i>
Acetato de (z)-11-hexadecenila*	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Acetato de (z)-5-dodecenila*	<i>Bonagota cranaodes</i>
Acetato de (z)-7-dodecenila*	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Acetato de (z)-8-dodecenila*	<i>Grapholita molesta</i>
Acetato de (z)-9-hexadecenila*	<i>Bonagota cranaodes</i>
Acetato de (z)-9-tetradecenila	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Codlure	<i>Cydia pomonella</i>
Dodeca- 7,9-dienyl acetate; (e,e) doedeca-7,9-dienyl acetate	<i>Lobesia botrana</i>
	<i>Eupoecilia ambiguella</i>
Etanol	<i>Hypothenemus hampei</i>
Eugenol-metílico	<i>Bactrocera carambolae</i>
Gossiplure	<i>Pectinophora gossypiella</i>
Grandlure	<i>Anthonomus grandis</i>
Metanol	<i>Hypothenemus hampei</i>
N-2's-metilbutil-2-metilbutilamida	<i>Migdolus fryanus</i>
Rincoforol	<i>Rhynchophorus palmarum</i>
Serricornim	<i>Lasioderma serricorne,</i>
Sordidim	<i>Cosmopolites sordidus</i>
Trimedlure	<i>Ceratitis capitata</i>

* 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 2017³⁸.

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)

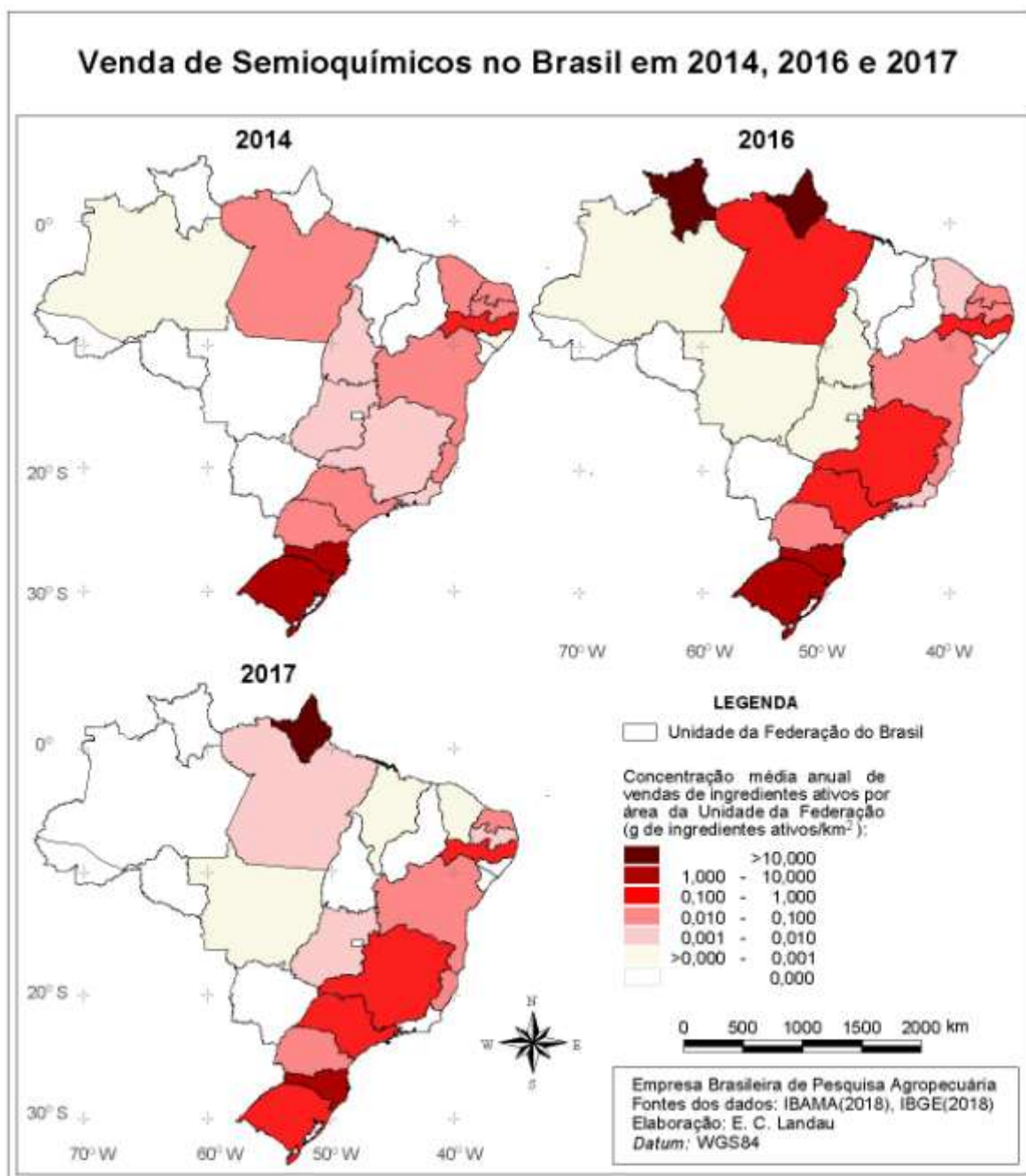


Figura 52.27. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de ingredientes ativos semioquímicos por Unidade da Federação do Brasil em 2014, 2016 e 2017³⁹.

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/km²), seguidos pelo Mato Grosso do Sul, Maranhão e Ceará (entre 0,05 e 0,1 g/km²) (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 flavipes* 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. flavipes* 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)
<i>Cotesia flavipes</i>	<i>Diatrea saccharalis</i>
<i>Neoseiulus californicus</i>	<i>Tetranychus urticae</i>
<i>Phytoseiulus macropilis</i>	<i>Tetranychus urticae</i>
<i>Trichogramma galloi</i>	<i>Diatrea saccharalis</i>

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 <i>Cotesia flaviceps</i> (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).

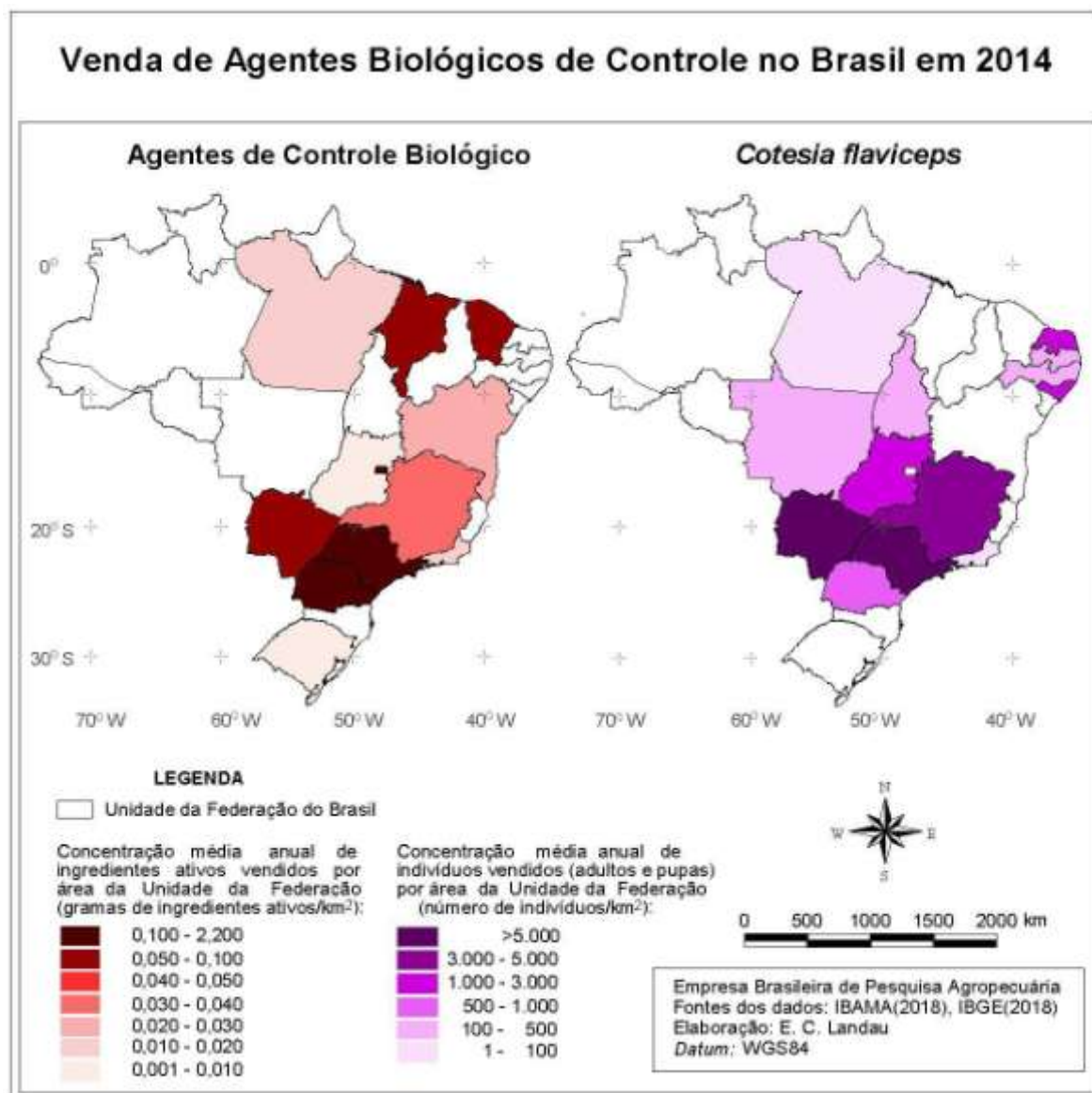


Figura 52.28. Variação geográfica e temporal da densidade média anual de vendas de agentes biológicos de controle por Unidade da Federação do Brasil em 2014⁴⁰.

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

⁴⁰Não 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 2009⁴¹ (Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos, 2019), observa-se que aproximadamente 40% dos ingredientes ativos comercializados no país foram destinados a lavouras de soja⁴² ($40,67 \pm 5,42\%$ ⁴³); em torno de 13% destinados à lavouras de milho ($13,28 \pm 1,17\%$) e acima de 8% aos plantios de cana-de-açúcar ($8,57 \pm 0,92\%$), indicando que mais de 60% dos ingredientes ativos de agrotóxicos comercializados no período ($\sim 62,52\%$) 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).

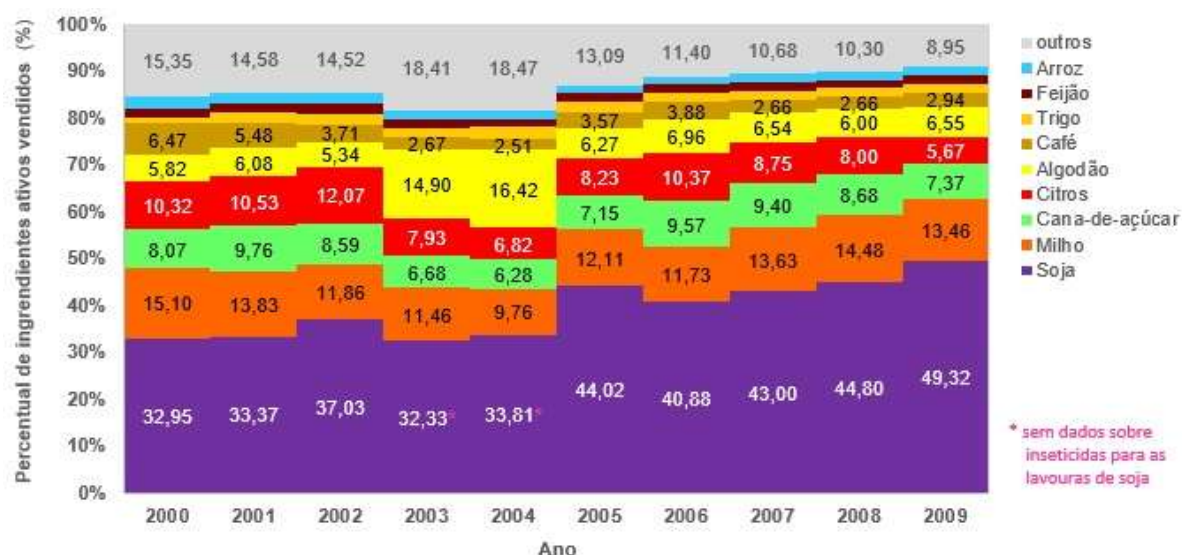


Figura 52.29. Variação relativa dos percentuais de agrotóxicos e afins vendidos no Brasil entre 2000 e 2009 por cultura agrícola de destinação destes.

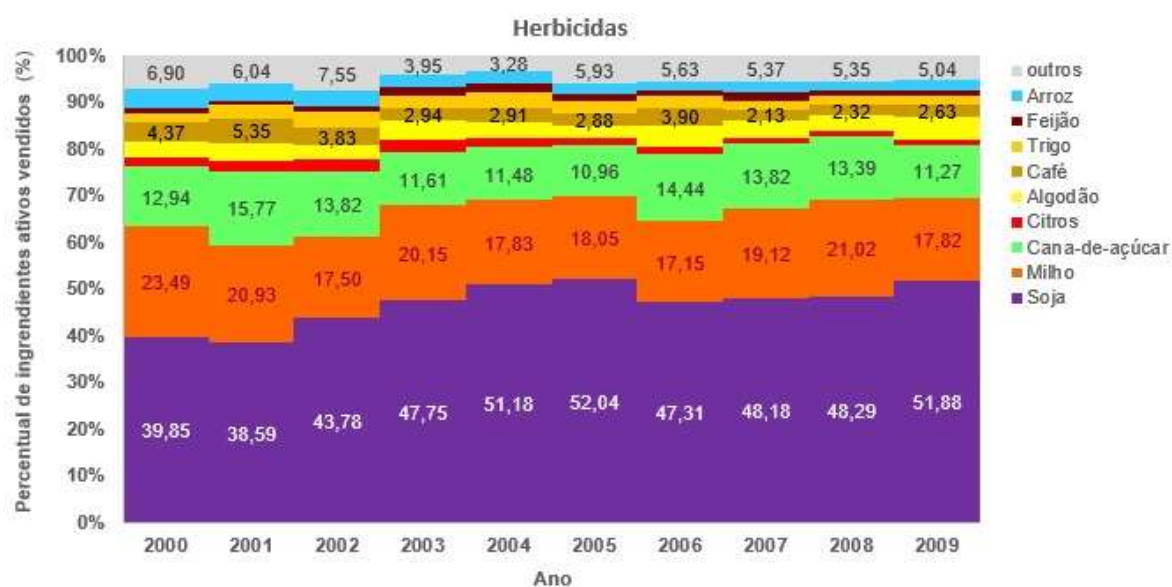
Elaboração: Elena C. Landau. Fonte dos dados: Portal de Dados Abertos sobre Agrotóxicos (2019)

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 $\pm$ 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)

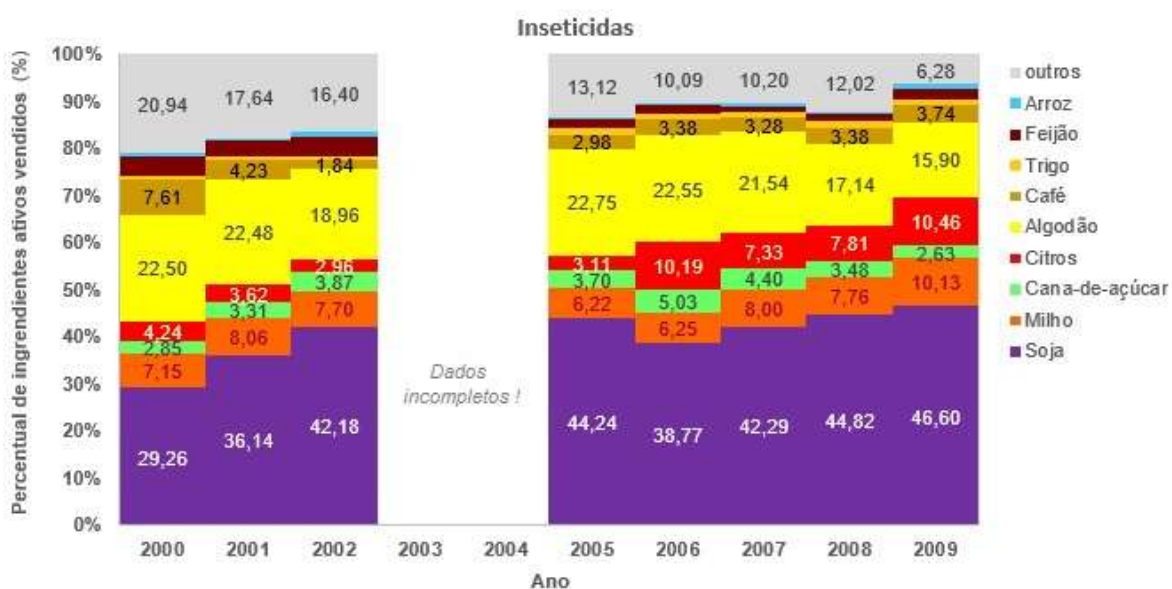
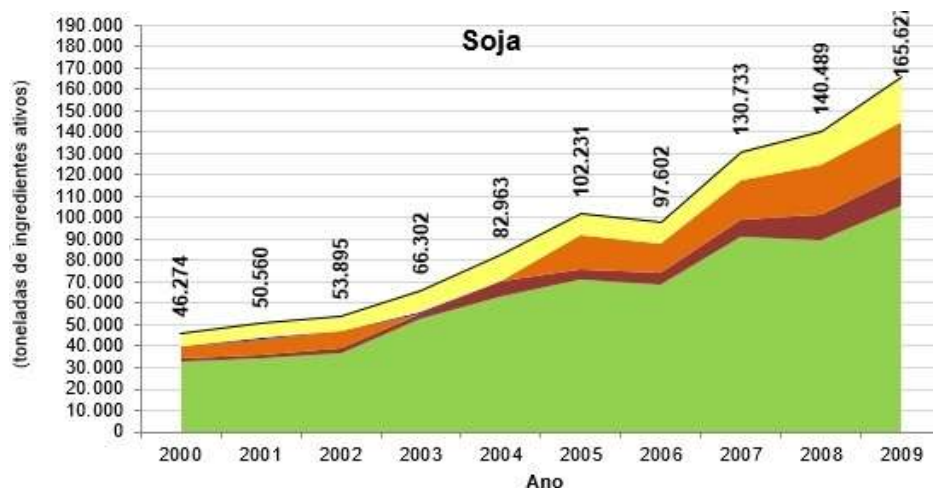


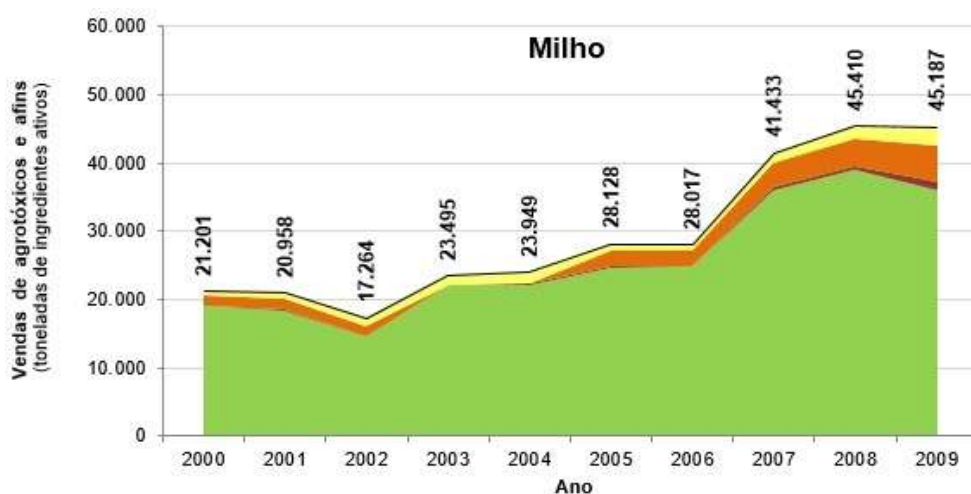
Figura 52.30. Variação relativa dos percentuais de herbicidas e inseticidas vendidos no Brasil entre 2000 e 2009 por cultura agrícola de destinação destes: a) herbicidas e b) inseticidas.

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) soja⁴⁴, 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 que 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 2017⁴⁵ 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, 1.177 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).

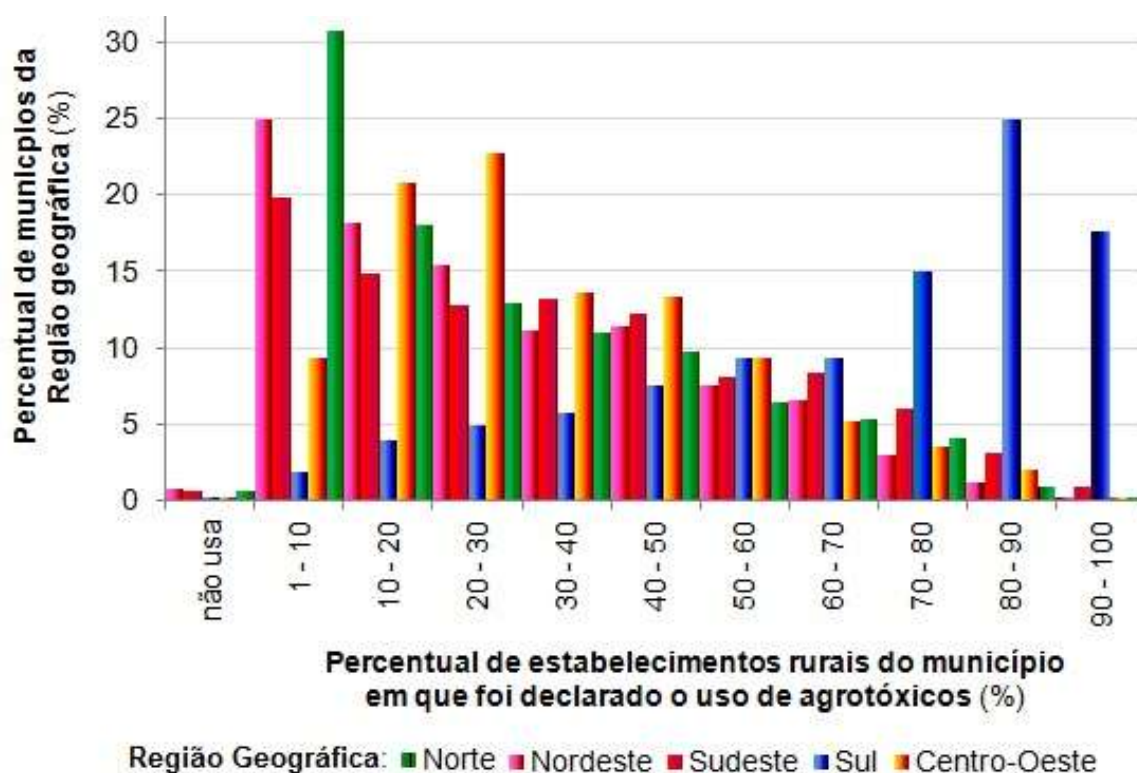


Figura 52.32. Percentual de municípios com 50 estabelecimentos rurais ou mais por frequência relativa de estabelecimentos de cada Região geográfica do Brasil em que foi declarado o uso habitual ou esporádico de agrotóxicos em 2017.

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

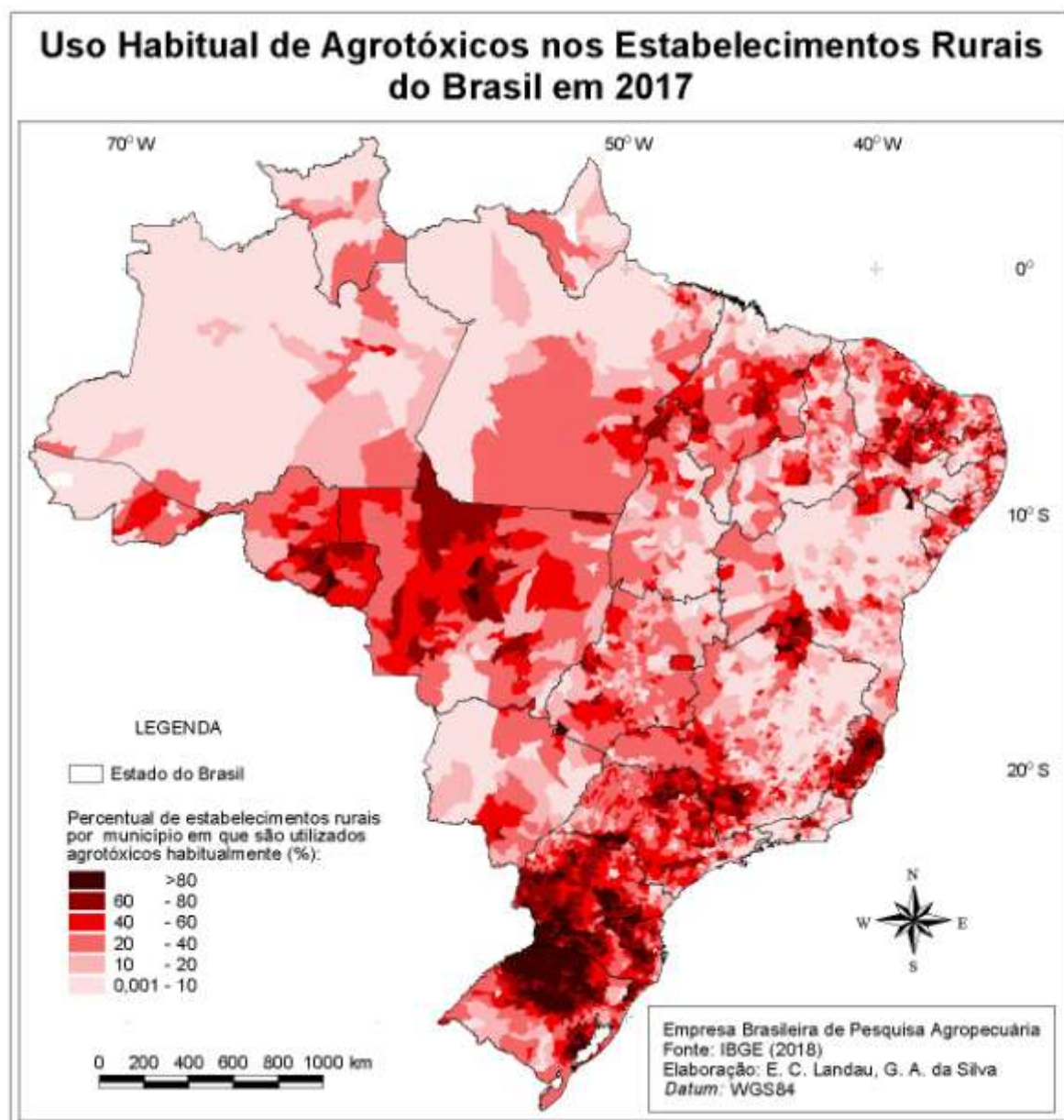


Figura 52.33. Variação geográfica do percentual de estabelecimentos rurais por município do Brasil em que foi declarado o uso habitual de agrotóxicos em 2017⁴⁶.

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.

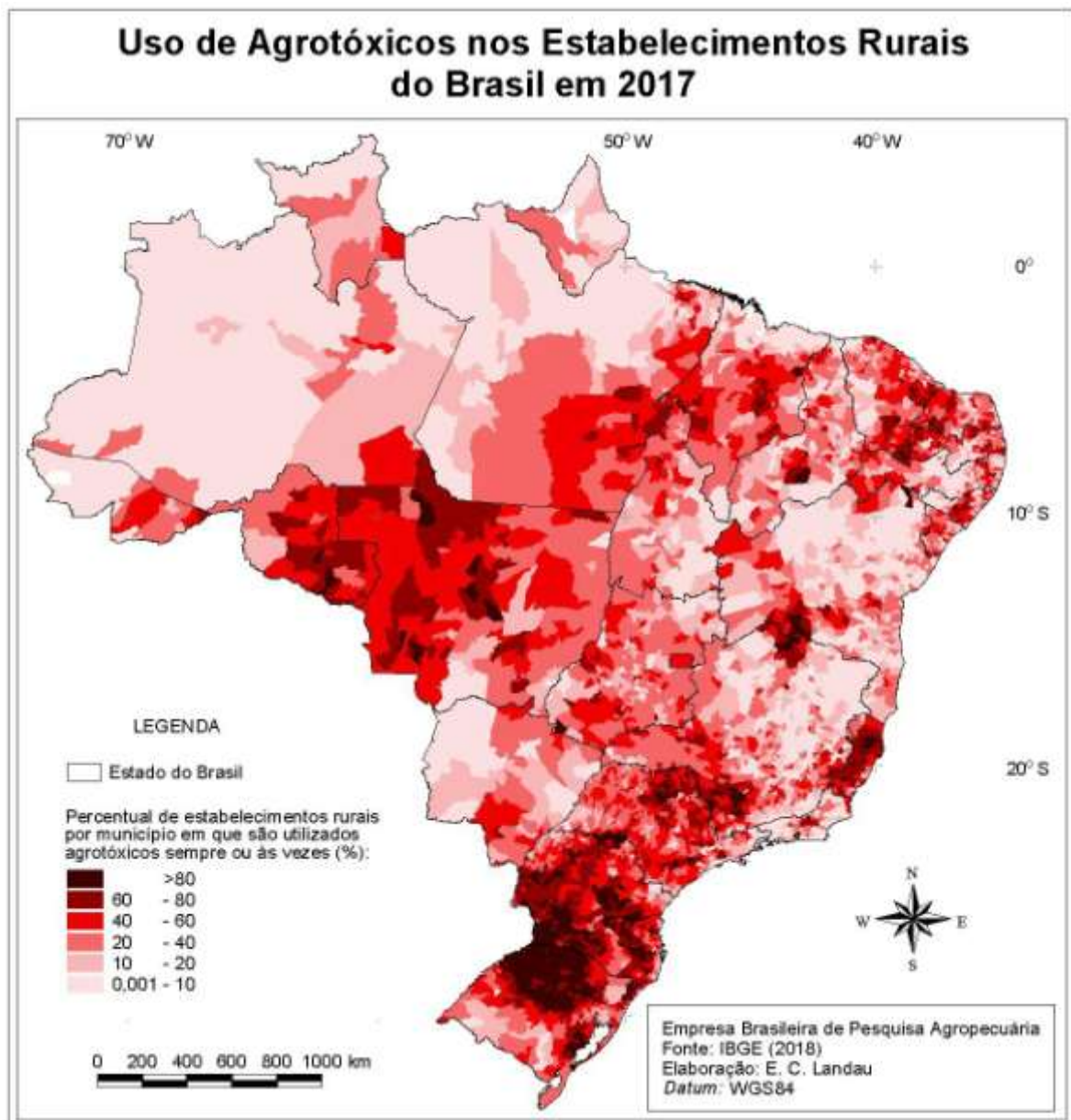


Figura 52.34. Variação geográfica do percentual de estabelecimentos rurais por município do Brasil em que foi declarado o uso habitual ou esporádico de agrotóxicos em 2017.

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, 2019⁴⁷), 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 (7dSh)* 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. Notícias. 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. **1,4-Dimetoxibenzeno**. 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 Dimetildecenal**. 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 nrri.** Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/A57%2B%2BAaspergillus%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. **Codlélure.** 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-9054-9198fddcbfa5>>. Acesso em: 16 dez. 2018a.

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

ANVISA. **Gossypure**. 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_Aasperelum.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 toxicidade 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.scielo.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.contraosagrototoxicos.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. Notícias. 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.scielo.org/pdf/csc/2002.v7n2/299-311pt>>. 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.scielo.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.scielo.org/scielo.php?pid=S1413-81232017001003281&script=sci_arttext&lng=es>. Acesso em: 6 fev. 2019.

PORTAL DE DADOS ABERTOS SOBRE AGROTÓXICOS. **Vendas por cultura - 2000 a 2009**. Disponível em: <http://dados.contraosagrototoxicos.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. **Balanco 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.

THONGPRAKASANG, S.; THANTANAWAT, A.; RANGKADILOK, N.; SURIYO, T.; SATAYAVIVAD, J. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. **Food and Chemical Toxicology**, v. 59, p. 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.

