

## **VI-198 – ESTUDO DA COMERCIALIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS LISTADOS NO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO BRASIL**

**Renata de Oliveira Pereira<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Engenharia Civil pela UFV. Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Professora adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

**Taciane de Oliveira Gomes de Assunção<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFJF.

**Ágata Cristina Lima Dias<sup>(3)</sup>**

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela UFJF. Mestranda em Engenharia Civil pela UFV.

**Fernanda Bento Rosa Gomes<sup>(4)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFJF.

**Emanuel Manfred Freire Brandt<sup>(5)</sup>**

Químico Industrial pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Professor adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFJF.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Martelos – Juiz de Fora - MG - CEP: 36036-330 - Brasil - Tel: (32) 2102-3419 ramal: 213- e-mail: [renata.pereira@ufjf.edu.br](mailto:renata.pereira@ufjf.edu.br)

### **RESUMO**

Extensamente utilizados no Brasil, os agrotóxicos podem sofrer diversas interações com o meio ambiente e vir a contaminar as águas, os solos e o ar. Já nesses meios podem entrar em contato com o organismo humano e trazer problemas à saúde. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) realiza o controle da comercialização desses ingredientes ativos no país. A Portaria de Consolidação MS nº 5 de 2017, Anexo XX, estabelece limites máximos permitidos para 38 agrotóxicos em água potável, dos quais 16 estão presentes na lista de comercialização do IBAMA: 2,4 D, alacloro, atrazina, carbendazim, clorpirifós, carbofurano, diuron, endossulfan, glifosato, mancozebe, metamidofós, parationa-metífica, permetrina, simazina, tebuconazol e trifluralina. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a distribuição espacial da venda desses 16 compostos no Brasil entre os anos 2009 e 2017. Nesse sentido, verificou-se a média de comercialização de agrotóxicos no país por estado e por composto no período estudado. Observou-se que as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, em conjunto, foram responsáveis por aproximadamente 80% da comercialização desses compostos no Brasil. Os estados que mais se destacaram nas vendas foram: Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo que concentraram aproximadamente 55% das vendas desses 16 ingredientes ativos no país. O glifosato foi o composto mais vendido na maioria dos estados brasileiros, com exceção de Acre, Ceará e Alagoas, onde destacou-se a venda do 2,4-D. Dentre os compostos alvo desse estudo, estão presentes potenciais contaminantes da água e causadores de efeitos carcinogênicos em humanos. De forma que, evidencia-se a urgente necessidade de estabelecimento de uma relação entre a venda desses compostos no país, a presença no ambiente e o possível efeito à saúde da população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação, legislação, pesticidas, qualidade da água.

### **INTRODUÇÃO**

Os agrotóxicos são compostos amplamente utilizados na agricultura com a finalidade de otimizar a produção. Contudo, uma vez no ambiente estão sujeitos a uma complexa dinâmica, podendo sofrer transformações de ordem física, química e biológica e acabar por contaminar o solo, o ar e as águas superficiais e subterrâneas. Já nessas matrizes, podem entrar em contato com o homem sujeitando-o à problemas no fígado e no sistema nervoso central, problemas com os sistemas cardiovascular e reprodutivo, aumento do risco de desenvolver câncer, dentre outros (ATSDR, 2017).

A comercialização de agrotóxicos no Brasil é controlada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O IBAMA reporta relatórios anuais de comercialização dos ingredientes ativos (IA) no país, desde que ao menos três diferentes empresas sejam detentoras do seu registro no ano (IBAMA, 2018). Nota-se um elevado crescimento na comercialização desses produtos no Brasil entre os anos de 2000 e 2017, uma vez que o valor total no último ano foi superior ao triplo do primeiro (IBAMA, 2018). A determinação da distribuição espacial da venda desses produtos no país possibilita a uma melhor gestão da problemática considerando as particularidades regionais.

No Brasil, a Lei nº 7.802 de 11 de julho 1989 trata sobre processos agrotóxicos, abrangendo desde as pesquisas, experimentações e produção até o destino final das suas embalagens, controle e fiscalização de vendas e uso no país (BRASIL, 1989). Sendo regulamentada pelo Decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002, a legislação prevê, dentre outros aspectos, o controle de registros e reavaliação de registros, fiscalização e inspeção de atividades de produção, importação e exportação destes produtos no país por três segmentos: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Ministério do Meio Ambiente - MMA e Ministério da Saúde - MS, dentro das competências de cada um. Também é responsabilidade dos ministérios, segundo o artigo 2, parágrafo 3º, o estabelecimento do limite máximo de resíduos e o intervalo de segurança dos agrotóxicos e afins (BRASIL, 2002). Portanto, também com este propósito a Portaria de Consolidação do MS nº 5 de 2017, Anexo XX (BRASIL, 2017) estabelece os padrões de potabilidade da água no país, incluindo os valores máximos permitidos (VMP) para a concentração de 38 agrotóxicos em águas de abastecimento humano. Dentre esses agrotóxicos, 16 estão presentes na lista de comercialização do IBAMA que disponibiliza dados de venda entre os anos de 2009 e 2017, sendo assim alvo deste estudo.

## **OBJETIVOS**

O presente trabalho buscou a obtenção da disposição espacial (no Brasil) e temporal (entre 2009 e 2017) de vendas dos agrotóxicos abordados pela atual portaria de potabilidade da água, Portaria de Consolidação MS nº 5 de 2017, Anexo XX (PRC nº5 de 2017, ANEXO XX).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **VENDAS DE AGROTÓXICOS NO BRASIL**

Por meio dos relatórios de comercialização de ingredientes ativos (IA) no Brasil disponibilizados pelo IBAMA (2009 a 2017), selecionou-se os dados referentes aos compostos presentes no padrão de potabilidade da água, abordado pela PRC nº5 de 2017, ANEXO XX. A partir desses dados de vendas, foi feito um estudo que levou em consideração o cálculo das somas, das médias e dos percentuais anuais de vendas de cada agrotóxico no período citado. Cabe ressaltar que quatro compostos, endossulfan, metamidofós, parationa-metilica e carbofurano, não possuem mais autorização de uso no país, todavia a proibição desses compostos ocorreu respectivamente nos anos de 2013, 2012, 2016 e 2017, apresentando, portanto, dados de vendas anteriores a sua proibição. As médias anuais foram calculadas de duas formas: (i) médias anuais de cada composto por estado; (ii) médias anuais para as cinco macro regiões brasileiras. Complementarmente, foi feita a análise de tendência das vendas anuais destes compostos utilizando o teste de Mann-Kendall no *software* ProUCL 5.1.

### **TOXICIDADE SEGUNDO A ANVISA**

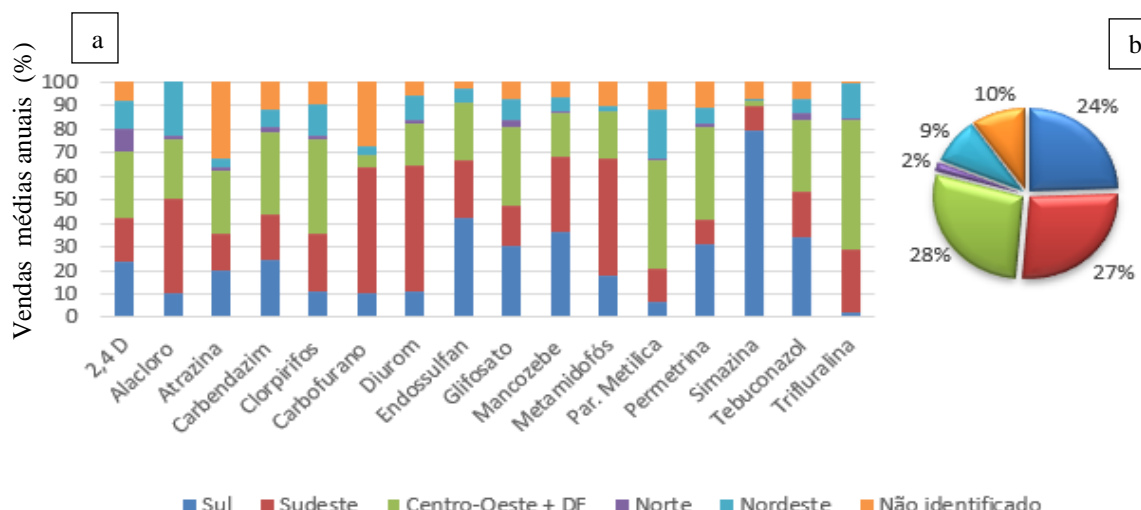
No que diz respeito ao risco destes compostos à saúde, no Brasil os agrotóxicos são classificados de acordo com a sua toxicidade em quatro classes baseado na dosagem letal do composto, a qual representa a dosagem que leva a óbito 50% dos animais expostos à mesma (AGEITEC, 2017). Os agrotóxicos enquadrados na classe I são extremamente tóxicos, os enquadrados na classe II são altamente tóxicos, os de classe III são medianamente tóxicos e, por fim, os pouco tóxicos estão enquadrados na classe IV (BRASIL, 2015). Tal classificação é obtida nas monografias dos compostos disponibilizadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (ANVISA, 2018).

## POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

O potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas foi estimado segundo a metodologia Goss e GUS, respectivamente. Tais metodologias consideram propriedades físico-químicas dos compostos e classifica-os como baixo, médio ou alto potencial, o índice de GUS ainda classifica o potencial como muito baixo (GOSS, 1992; GUSTAFSON, 1989).

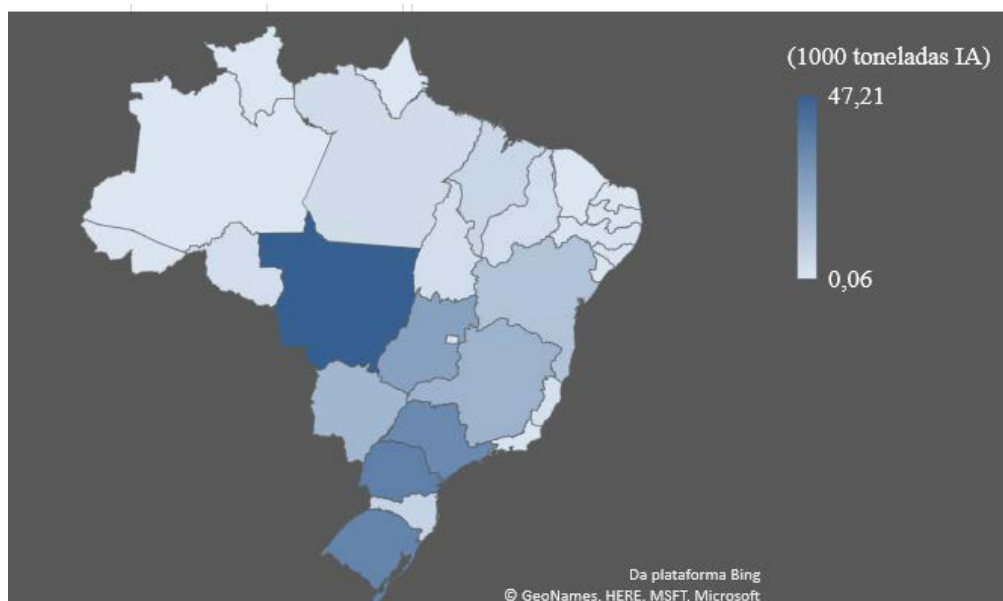
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os compostos alvo deste estudo (abordados na PRC nº5 de 2017, ANEXO XX), 16 estão presentes no relatório de comercialização do IBAMA, sendo eles: 2,4 D, alacloro, atrazina, carbendazim, clorpirifós, carbofurano, diurom, endossulfan, glifosato, mancozebe, metamidofós, parationa-metífica, permetrina, simazina, tebuconazol e trifluralina. A Figura 1.a apresenta a contribuição relativa das macrorregiões do país nas vendas de cada um desses 16 agrotóxicos. 28% das vendas totais desses agrotóxicos no Brasil foram atribuídas à região Centro-Oeste (CO), 27% à região Sudeste (SE) e 24% à região Sul (S), enquanto as regiões Nordeste (NE) e Norte (NO) representaram conjuntamente apenas 11% das vendas desses agrotóxicos no Brasil (Figura 1.b). Os agrotóxicos mais vendidos por região também variaram. Na região CO, destaque para a trifluralina (55%), parationa-metífica (47%) e clorpirifós (40%). Para a região Sul, simazina (79%), endossulfan (42%), mancozebe (37%) e tebuconazol (35%) foram os destaques. Na região SE, diurom (54%), carbofurano (53%) e metamidofós (50%) formam os compostos com as maiores vendas. Na região NE, alacloro (23%), parationa metífica (21%) e trifluralina (14%) destacaram-se. Por fim, na região NO, o 2,4 D foi o composto que apresentou uma comercialização mais expressiva (10%).



**Figura 1 – Porcentagem de vendas médias anuais dos agrotóxicos a) por composto nas macrorregiões do Brasil e b) considerando o total de compostos por macrorregiões.**

Ao se considerar a média de vendas de todos os anos e a soma das vendas de todos os agrotóxicos abordados neste estudo, verifica-se que os estados de Mato Grosso (MT), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS) e São Paulo (SP) são, nessa ordem, os quatro que mais consumiram agrotóxicos entre os anos estudados, com médias anuais de vendas superiores a 30 mil toneladas de IA (Figura 2). O consumo nesses estados ainda corresponde a aproximadamente 55% do uso desses agrotóxicos no país.



**Figura 2 - Médias anuais de vendas dos agrotóxicos abordados neste estudo segregadas por estado em 1.000t/ano.**

Destacam-se também os estados de Goiás (GO), Minas Gerais (MG), Mato Grosso do Sul (MS) e Bahia (BA), respectivamente, com médias de vendas anuais de aproximadamente 24, 18, 16 e 12 mil toneladas dos IA alvo neste estudo. O glifosato foi o IA mais vendido na maioria dos estados brasileiros, no período de 2009 a 2017, sendo Acre, Ceará e Alagoas as exceções, onde o 2,4-D foi o agrotóxico mais comercializado.

A Tabela 1 traz o potencial de contaminação dos compostos em águas superficiais e subterrâneas, classificação toxicológica, autorização de uso segundo a ANVISA, além dos dados de vendas no país. Dentre os agrotóxicos abordados nesse estudo, os mais vendidos no país, no período de tempo considerado, são: glifosato, 2,4-D, atrazina, mancozebe e metamidofós com mais de 10 mil toneladas de IA vendidos em média anual (Tabela 1). O estado do MT foi o que mais comercializou, em média, dez dos 16 IA abordados neste estudo, seguido pelos estados do RS e de SP com dois IA, enquanto PR e BA apareceram com um IA.

**Tabela 1 - Dados de venda dos agrotóxicos, potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas e situação de autorização dos ingredientes ativos junto a ANVISA.**

Composto	GUS	Goss água	Goss Sed <sup>a</sup>	Clas. Tox <sup>b</sup>	Situação ANVISA	Média anual de vendas <sup>c</sup> (1000ton.IA)	Estado onde foi mais vendido na média	Ranking de vendas
<b>2,4 D</b>	B <sup>1</sup>	M	B	I	Autorizado	35,47	MT	2
<b>Alacloro</b>	B	M	B	III	Autorizado	0,02	BA	16
<b>Atrazina</b>	A <sup>2</sup>	A	M	III	Autorizado	20,35	MT	3
<b>Carbendazim</b>	M <sup>3</sup>	A	B	III	Autorizado	6,36	PR	8
<b>Clorpirifos</b>	B	A	A	II	Autorizado	7,68	MT	6
<b>Carbofurano</b>	A	M	B	I	Não autorizado	1,96	SP	11
<b>Diuron</b>	M	A	M	III	Autorizado	6,51	SP	7
<b>Endossulfan</b>	MB <sup>4</sup>	M	A	-	Não autorizado	2,20	MT	10
<b>Glifosato</b>	B	M	M	IV	Autorizado	165,85	MT	1
<b>Mancozebe</b>	MB	M	B	III	Autorizado	14,58	RS	4
<b>Metamidofós</b>	M	M	B	-	Não autorizado	10,39	MT	5
<b>Parationa Metilica</b>	B	A	B	-	Não autorizado	1,35	MT	13
<b>Permetrina</b>	MB	B	B	III	Autorizado	0,20	MT	15
<b>Simazina</b>	A	A	M	III	Autorizado	0,51	RS	14
<b>Tebuconazol</b>	M	A	M	IV	Autorizado	2,21	MT	9
<b>Trifluralina</b>	MB	M	A	III	Autorizado	1,40	MT	12

a: Goss associado ao sedimento; b: Classificação toxicológica segundo a ANVISA; c: Média anual de vendas no Brasil.

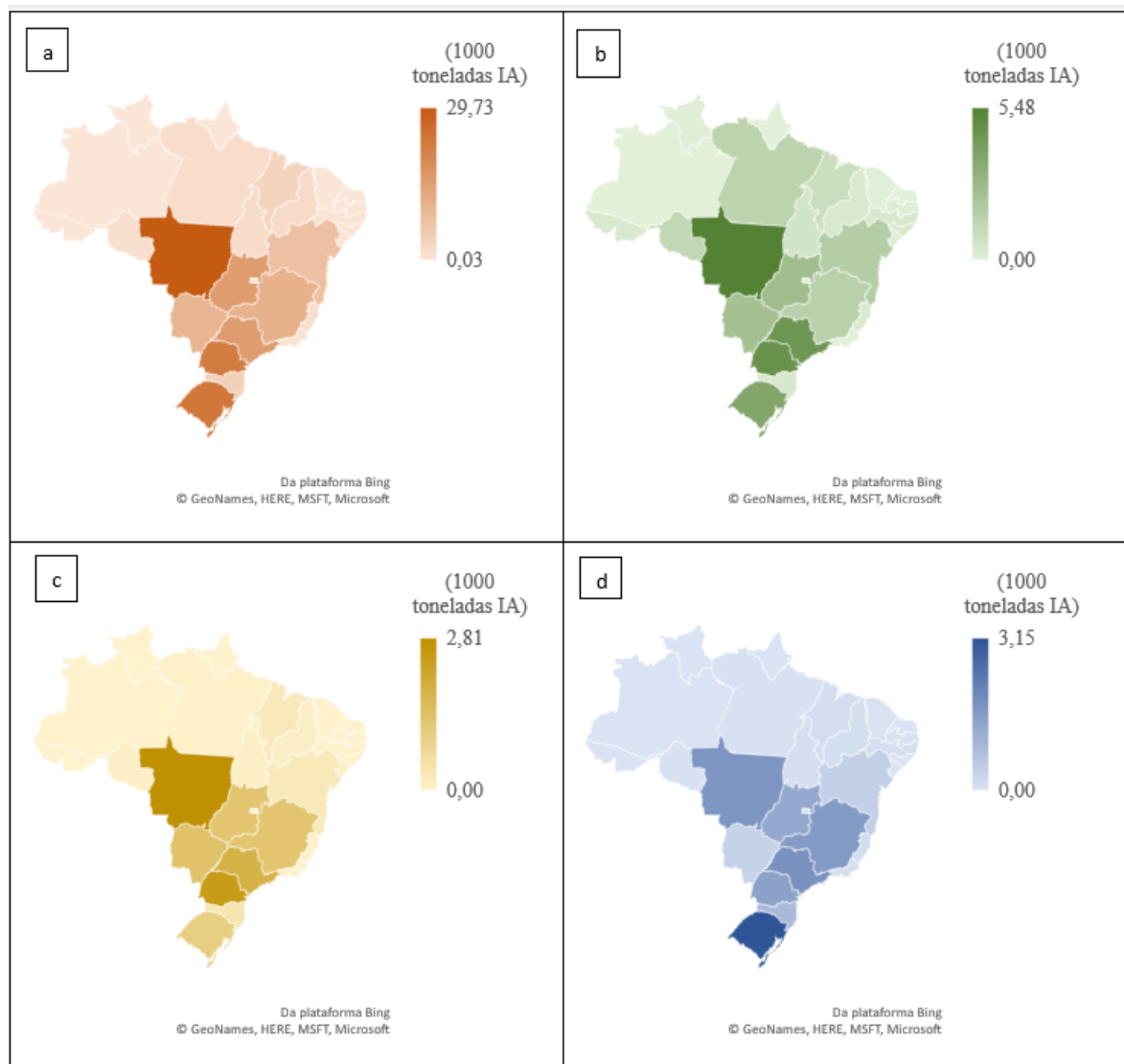
1: B= Baixo; 2: A= Alto; 3: M= Médio; 4: MB= Muito Baixo.

GOSS: potencial de contaminação das águas superficiais (GOSS, 1992).

GUS: potencial de contaminação das águas subterrâneas (GUSTAFSON, 1989).

Fonte: Autoria própria.

O Glifosato possui médio potencial de contaminação em águas superficiais (GOSS, 1992) e é classificado pela ANVISA como de baixa toxicidade. Apesar disso, estudos toxicológicos indicam que essa substância pode causar infertilidade e câncer no sistema hematopoiético (MOSTAFALOU e ABDOLLAHI, 2017). É empregado nas culturas mais comuns no Brasil, tais como milho, feijão, arroz, algodão, cana-de-açúcar, café e soja (ANVISA, 2018). Essa versatilidade é refletida em sua comercialização, sendo expressiva na maior parte do país (Figura 3.a).



**Figura 3 - Média anual de vendas no país. 3.a: Glifosato; 3.b: 2,4-D; 3.c: Atrazina; 3.d: Mancozebe.**

O composto 2,4-D merece destaque, uma vez que apresenta classificação de extrema toxicidade pela ANVISA, além de ser o segundo agrotóxico mais vendido no país, bem como apresenta médio potencial de contaminação de águas superficiais pela dissociação em água, segundo critérios definidos por GOSS (1992). Estudos toxicológicos em humanos associam o 2,4-D ao risco de câncer nos sistemas digestivo e hematopoiético, além de doenças degenerativas como Parkinson e esclerose lateral amiotrófica.



(MOSTAFALOU e ABDOLLAHI, 2017). Esse IA possui autorização para uso em culturas como soja, café, milho, cana-de-açúcar e arroz (ANVISA, 2018). Na safra de 2017/2018, o Mato Grosso apresentou mais de 14 milhões de hectares de área ocupados por estes tipos de cultura (CONAB, 2018), justificando ser o estado que mais comercializa o composto (Figura 3.b).

Já a Atrazina pertence ao Grupo III da ANVISA, possui alto potencial de contaminação em águas superficiais e subterrâneas (GOSS, 1992; GUSTAFSON, 1989) e seus efeitos podem incluir câncer nos sistemas digestivo e hematopoiético, câncer na tireoide e transtornos como Parkinson, infertilidade e baixa qualidade no sêmen (MOSTAFALOU e ABDOLLAHI, 2017). Este composto possui autorização de uso para culturas como cana-de-açúcar e milho, largamente produzidas também no estado de Mato Grosso (Figura 3.c), com área de cultivo superior a 300 mil hectares em 2017/2018 (ANVISA, 2018; CONAB, 2018).

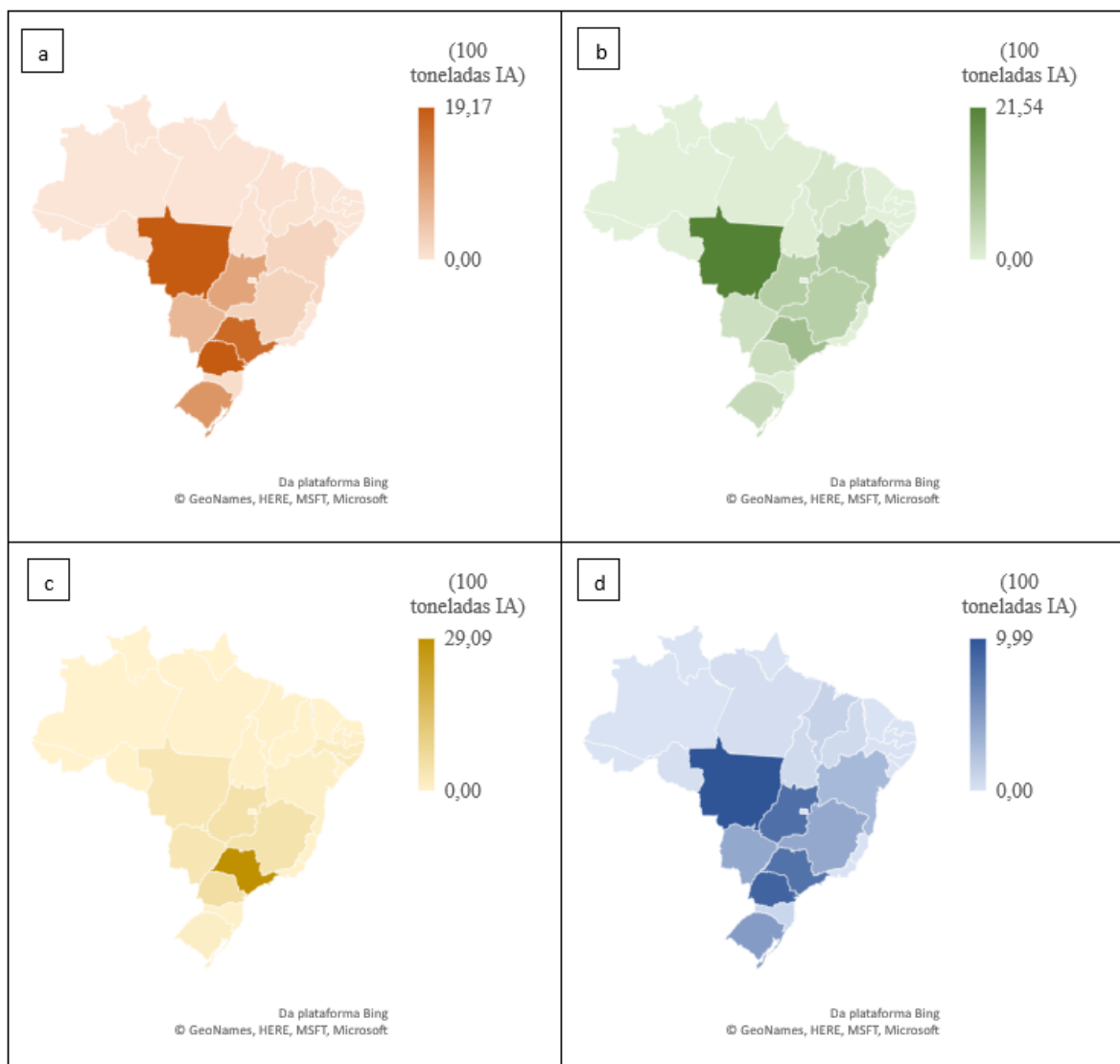
O Mancozebe, por sua vez, possui médio potencial de contaminação em águas superficiais (GOSS, 1992) e autorização para utilização em diversos tipos de plantações, como arroz, soja e uva, largamente produzidas no Rio Grande do Sul, sendo o estado que mais comercializa esse IA (Figura 3.d) (ANVISA, 2018; CONAB, 2018; AGEITEC, 2018).

Os estados brasileiros que mais produzem soja no país são: MT, PR e RS, nessa ordem (CONAB, 2018). Como supramencionado o glifosato, o 2,4-D e o mancozebe possuem autorização de uso no cultivo da soja (ANVISA, 2018). Analisando os dados de vendas, é possível observar que esses estados possuem os maiores percentuais de vendas desses compostos (Figura 3). Para o glifosato: MT (17,4%), PR (13,5%) e RS (14,4%), para o 2,4-D: MT (15,1%), PR (12,6%) e RS (9,9%) e para o mancozebe: MT (7,7%), PR (8,8%) e RS (19,3%). A região Sudeste é a região que mais produz café no país, com destaque para o estado de Minas Gerais (CONAB, 2018). Para esse tipo de cultivo o uso dos ingredientes ativos glifosato, 2,4-D e mancozebe também são autorizados. Comparando com as vendas percentuais, tem-se que para o glifosato: a região SE representa 17% das vendas e MG 6,7%. Já para o 2,4-D: a região SE representa 19% das vendas e MG 4,4%. No caso do mancozebe: a região SE representa 32% das vendas e MG 12,7%.

De acordo com as médias de vendas anuais, os estados do MT e PR possuem significativa comercialização do composto Metamidofós, apresentando conjuntamente, 3.834 toneladas vendidas em média anual, seguidos pelo estado de São Paulo que apresenta 1.715 toneladas anuais vendidas no país (Figura 4.a). Tal composto possui médio potencial de contaminação das águas superficiais (GOSS, 1992) e, desde dezembro de 2011, sua comercialização foi proibida no Brasil. Em junho de 2012, sua utilização também foi proibida no país, uma vez que apresentou evidências de neurotoxicidade, imunotoxicidade e toxicidade sobre os sistemas endócrino, reprodutor e ao desenvolvimento fetal (ANVISA, 2018; ANVISA, 2019b).

O Clorpirifós apresentou uma venda expressiva na região CO (40%) (Figura 1.a), sendo o MT o principal estado a comercializar o composto (Figura 4.b), representado 27,3% das vendas no país. Esse IA possui autorização para uso em culturas como milho, soja e sorgo, sendo que, em 2018, o MT produziu mais de 25 milhões de toneladas de milho, acima de 30 milhões de toneladas de soja e mais de 150 mil toneladas de sorgo (IBGE, 2019a). Classificado toxicologicamente pela ANVISA como classe II (ANVISA, 2018), o Clorpirifós pode acarretar em câncer nos sistemas nervoso, digestivo e hematopoiético e câncer pulmonar, Parkinson, defeitos congênitos, obstrução das vias aéreas, transtorno do déficit de atenção com hiperatividade, autismo e atraso no desenvolvimento infantil (MOSTAFALOU e ABDOLLAHI, 2017). Destaca-se ainda que o composto apresenta alto potencial de contaminação das águas superficiais (GOSS, 1992).

Já o Diurom apresentou registro de vendas expressivo apenas no estado de São Paulo (45,5% do total vendido no Brasil). Esse IA possui alto potencial de contaminação das águas superficiais (GOSS, 1992) e médio para águas subterrâneas (GUSTAFSON, 1989). Possui autorização da ANVISA para uso em culturas como a cana-de-açúcar (ANVISA, 2018) e, atualmente, São Paulo lidera a produção de cana-de-açúcar no país, com uma área de 5.184,9 mil ha em 2017/2018 (Figura 4.c) (CONAB, 2018).



**Figura 4 - Média anual de vendas no país. 4.a: Metamidofós; 4.b: Clorpirifós; 4.c: Diurom; 4.d: Carbendazim.**

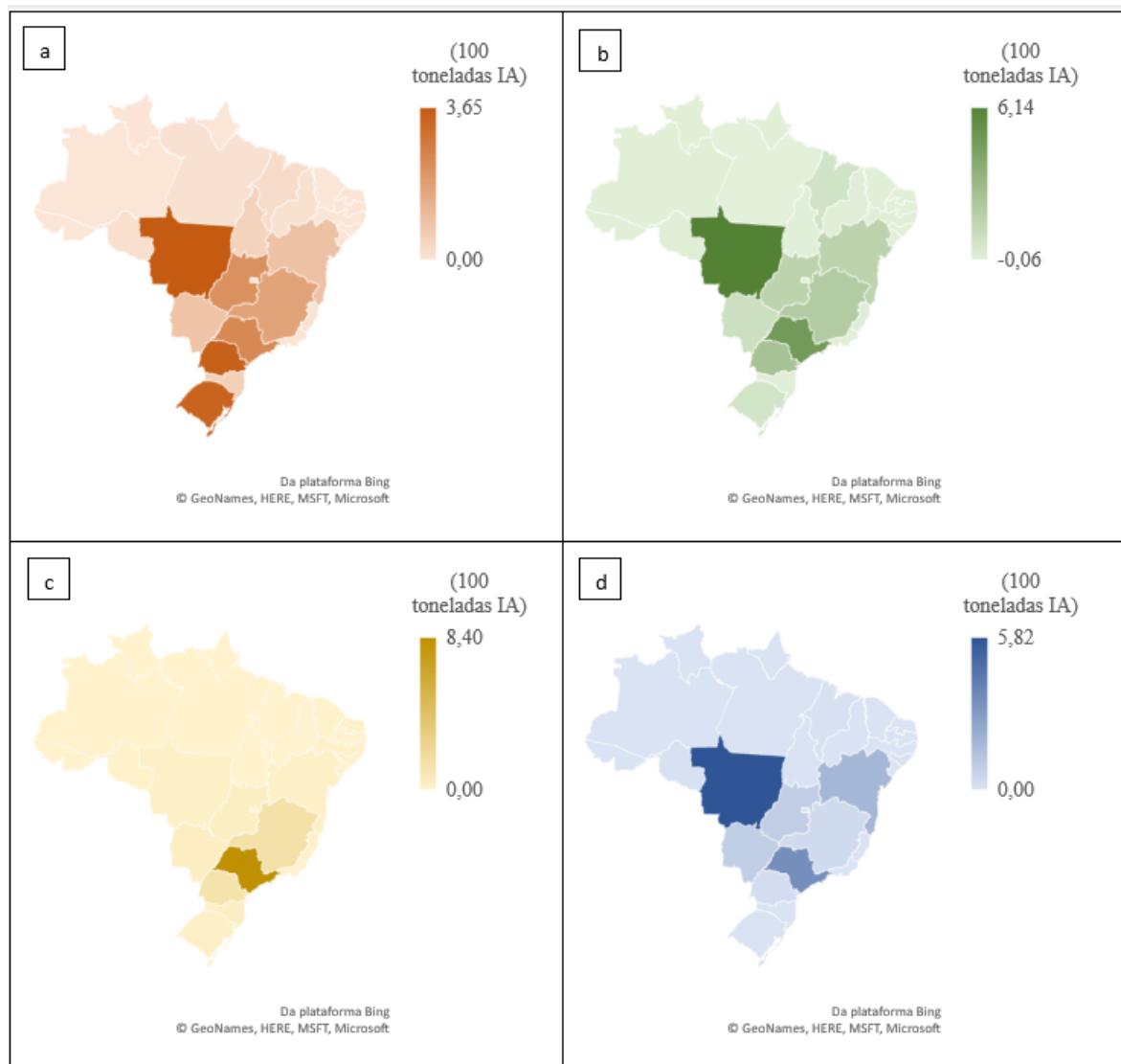
As regiões que apresentaram as maiores porcentagens de vendas anuais para o composto Carbendazim foram CO (36%) e S (25%) (Figura 1.a), com destaque para os estados de MT (15,8%), GO (13,7%), PR (14,5%) e RS (8,5%) (Figura 4.d). O composto possui autorização para utilização em culturas tais como milho, soja, trigo e algodão (ANVISA, 2018). O MT, como anteriormente mencionado, é o maior produtor nacional de milho e soja seguido do PR, que produziu mais de 25 milhões de toneladas desses grãos em 2018, GO com cerca de 20 milhões de toneladas e RS, também com 20 milhões de toneladas. Além disso, PR e RS lideraram a produção de trigo em 2018, com mais de 4 milhões de toneladas nesse ano. A região CO também se sobressaiu como a maior produtora nacional de algodão, com mais de 2 milhões de toneladas em 2018. A região Sul, por sua vez, lidera a produção anual de arroz, superando 9,6 milhões de toneladas (IBGE, 2019a). Ressalta-se ainda que o Carbendazim apresenta alto potencial de contaminação das águas superficiais (GOSS, 1992) e médio potencial de atingir mananciais subterrâneos (GUSTAFSON, 1989).

Na comercialização do composto Tebuconazol, destacaram-se as regiões S e CO, com 34% e 30% das vendas, respectivamente (Figura 1.a). Dentre os quais, os estados do MT (16,4%), PR (16,2%) e RS (15,3%) obtiveram os maiores quantitativos de vendas (Figura 5.a). Essa substância possui autorização para sua aplicação no plantio de frutas, legumes, verduras e grãos (ANVISA, 2018). Enfatiza-se que MT, PR e RS ocupam, respectivamente, os três primeiros lugares no *ranking* nacional de produção de cereais, leguminosas e oleaginosas (IBGE, 2019a). Com relação às culturas frutíferas nas quais esse composto pode ser aplicado, destaque para uva, maçã, figo, pera e pêssgo, sendo o estado do RS o maior fornecedor nacional (IBGE,

2019b). Considera-se ainda que o risco de contaminação após o emprego do Tebuconazol é alto para mananciais superficiais e médio para águas subterrâneas (GOSS, 1992; GUSTAFSON, 1989).

Com relação ao Endossulfan, cabe salientar que somente os estados do MT e SP apresentaram, conjuntamente, venda de 1.094 toneladas no Brasil (Figura 5.b). Esse composto, anteriormente empregado em culturas de algodão, cacau, café, cana de açúcar e soja, não é mais autorizado pela ANVISA desde de julho de 2013, por apresentar características como toxicidade, genotoxicidade, neurotoxicidade e imunotoxicidade (ANVISA, 2019c). Além disso, possui média capacidade de contaminação de mananciais superficiais e é facilmente sedimentado nesse ambiente (GOSS, 1992).

Para o Carbofurano, o IBAMA disponibilizou dados de vendas somente dos anos de 2010 e 2013. Considerando a média desses anos, a região SE apresentou 53% das vendas, sendo o estado de SP o destaque nacional, com 44,8% das vendas (Figura 5.c). A utilização desse IA foi proibida pela ANVISA em outubro de 2017, sendo que houve um período de seis meses posteriores para descontinuação do uso nos cultivos de banana, cana-de-açúcar e café (ANVISA, 2019d). Anteriormente, era empregado nos plantios supracitados (ANVISA, 2018), sendo a região SE a principal responsável pela produção desses alimentos e SP o maior produtor dos dois primeiros (IBGE, 2019a). Sua capacidade de contaminação é moderada para águas superficiais e alta para águas subterrâneas (GOSS, 1992; GUSTAFSON, 1989).

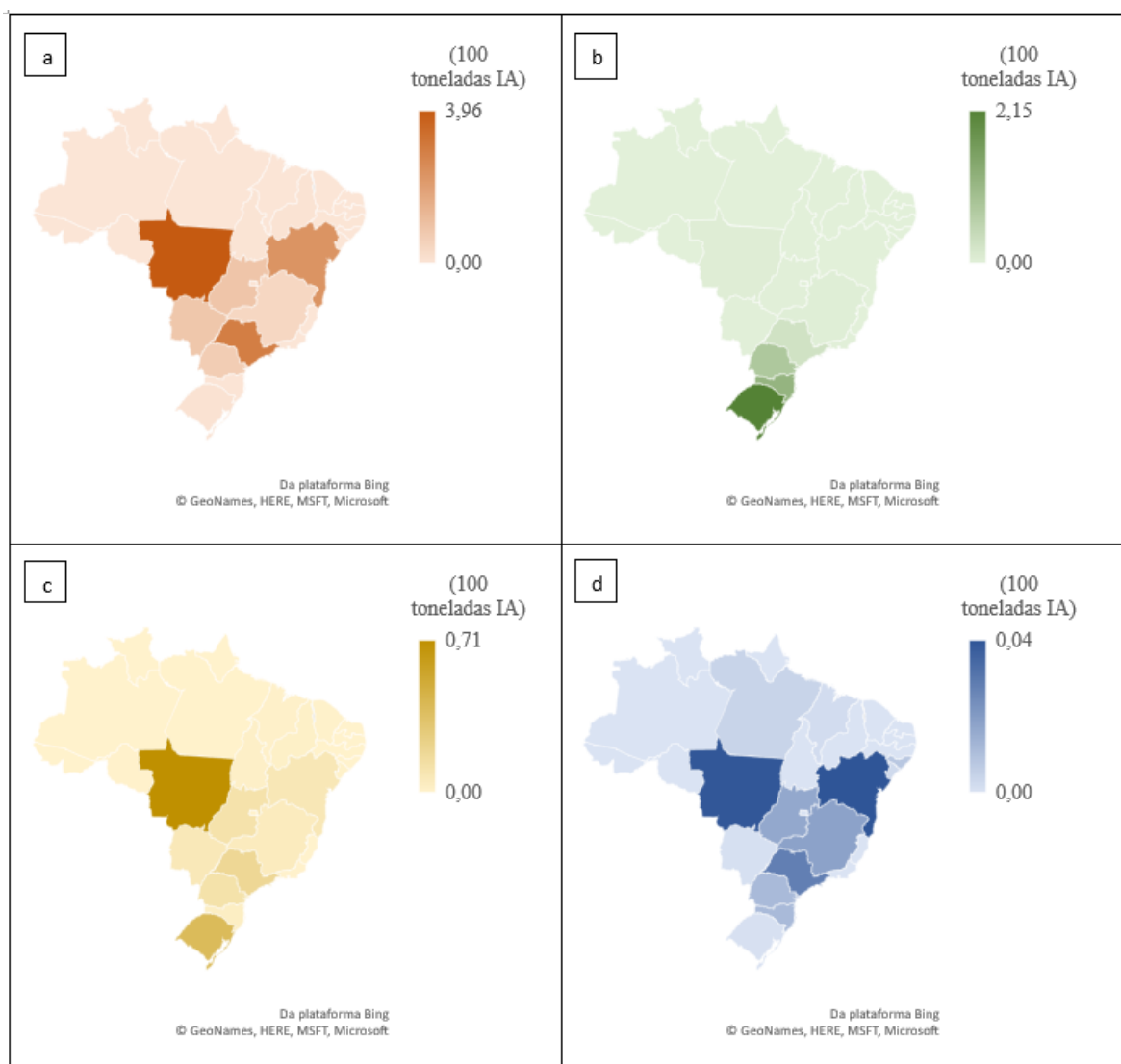


**Figura 5 - Média anual de vendas no país. 5.a: Tebuconazol; 5.b: Endossulfan; 5.c: Carbofurano; 5.d: Trifluralina.**



A Trifluralina apresentou vendas expressivas na região CO (55%), destacando-se os seguintes estados: MT (41,9%), SP (24,2%) e BA (13,2%) (Figura 5.d). Esse composto tem seu uso autorizado na pré-emergência de uma diversidade de culturas, incluindo soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, amendoim, banana e cacau (ANVISA, 2018). O MT se destacou novamente provavelmente pela larga escala de produção de soja, milho e algodão. O estado de SP, por sua vez, apresenta a maior oferta nacional de cana-de-açúcar, amendoim, banana e a BA é o maior produtor de cacau, bem como o segundo maior produtor de amendoim e banana (IBGE, 2019a; IBGE, 2019b).

Na comercialização da Parationa-metfílica, as regiões CO e NE apresentaram as maiores porcentagens de vendas no país, sendo elas, 47% e 21%, respectivamente. Por estado, observou-se: MT (29,1%), SP (20,4%) e BA (16,7%) como destaques nacionais (Figura 6.a). Em junho de 2016 a ANVISA proibiu a sua venda e, em setembro do mesmo ano, a sua utilização. Era empregado como inseticida e acaricida no plantio de soja e algodão, além de alho, arroz, batata, cebola, feijão, milho e trigo (ANVISA, 2018; ANVISA, 2019e). Em decorrência de suas características físico-químicas, esse organofosforado apresenta alto risco de contaminação de mananciais superficiais (GOSS, 1992).



**Figura 6 - Média anual de vendas no país. 6.a: Parationa-Metfílica; 6.b: Simazina; 6.c: Permetrina; 6.d: Alacloro.**

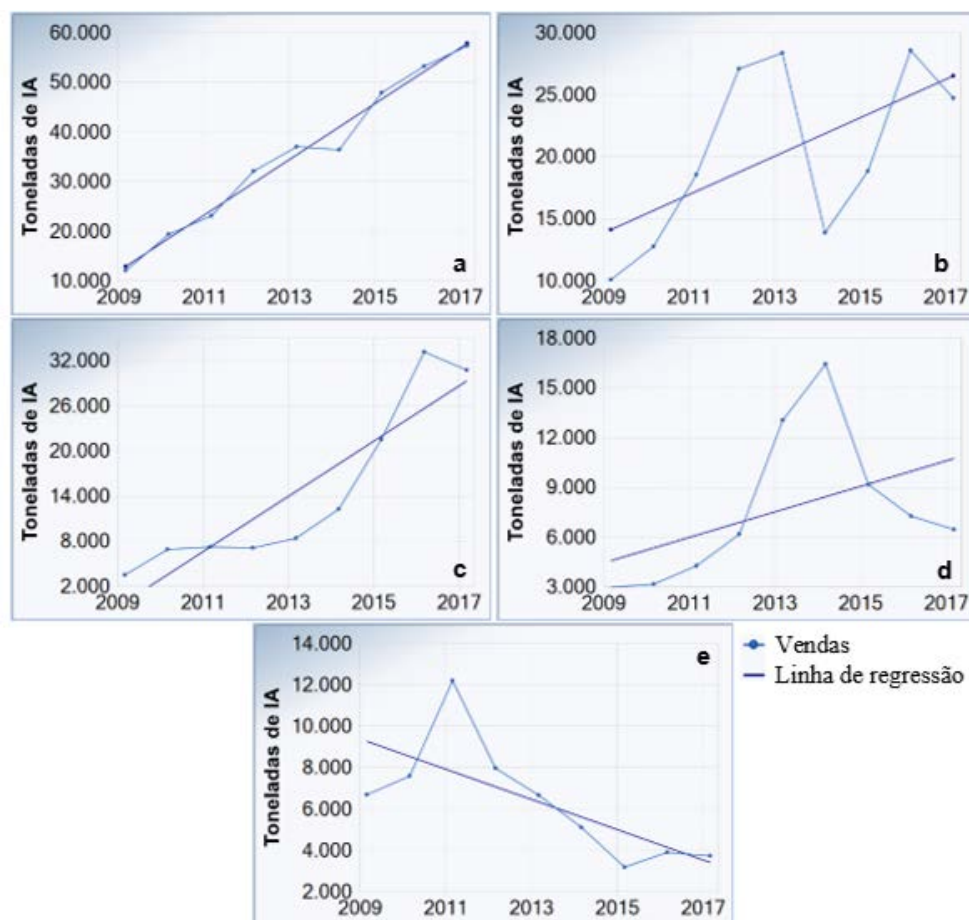
A comercialização da Simazina concentrou-se majoritariamente na região Sul, com 79% das vendas. Os estados do RS (48,7%), SC (18,1%) e PR (12,6%) destacaram-se no país (Figura 6.b). Esse ingrediente ativo é indicado principalmente na fruticultura, incluindo uva e maçã (ANVISA, 2018). Em 2017, a área destinada

ao plantio dessas duas culturas superou 89 mil hectares (IBGE, 2019b). Estudos indicam associação da ingestão da Simazina à ocorrência de câncer no sistema reprodutor masculino e mal de Parkinson (MOSTAFALOU e ABDOLLAHI, 2017). Além disso, sua utilização apresenta alto risco de contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos (GOSS, 1992; GUSTAFSON, 1989).

A Permetrina apresentou vendas significativas nas regiões CO (39%) e S (31%), com destaque para os estados do MT e RS, nos quais apresentou 27,2% e 24,5% das vendas nacionais, respectivamente. Dentre os usos autorizados pela ANVISA, estão as lavouras de algodão, arroz, feijão, fumo, milho, soja, trigo e uva (ANVISA, 2018). Nos estados supracitados, tais culturas agrícolas produziram mais de 100 milhões de toneladas em 2017 (IBGE, 2019b).

O Alacloro é autorizado para utilização nos cultivos de algodão, girassol, amendoim, café, milho, soja e cana-de-açúcar (ANVISA, 2019a). Em 2013, o estado de MG apresentou 100% das vendas do composto no país, sendo que no mesmo ano o estado foi responsável por 55% da produção nacional de café, ocupando a primeira posição no ranking. Nas produções de cana-de-açúcar e amendoim apresentou a segunda colocação, na de milho apresentou a quinta e nas produções de soja e algodão apresentou a sexta colocação (MINAS GERAIS, 2013). Considerando as médias anuais, os estados do MT e BA destacaram-se com 17,5% e 17,3% das vendas, respectivamente (Figura 6.d). Ademais, o risco de contaminação de águas superficiais com o uso desse composto é considerado mediano (GOSS, 1992) e estudos toxicológicos indicam que os efeitos de sua ingestão incluem câncer na tireóide, Parkinson e diabetes (MOSTAFALOU e ABDOLLAHI, 2017).

Por meio da análise temporal estatística (teste de Mann-Kendall aplicado no *software* ProUCL 5.1), constatou-se tendência de aumento na comercialização de 2,4-D, atrazina, mancozebe e clorpirifós. Dentre os IA listados na Portaria de Consolidação MS nº 5 de 2017, Anexo XX e autorizados pela ANVISA, apenas o carbendazim apresentou tendência de decréscimo nas vendas (Figura 7). Para os demais compostos, observou-se uma estabilidade das vendas ao longo dos anos.



**Figura 7 – Análise da tendência temporal de vendas dos compostos. 7.a: 2,4-D; 7.b: Atrazina; 7.c: Mancozebe; 7.d: Clorpirifós; 7.e: Carbendazim.**

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste foram as que mais comercializaram agrotóxicos no país entre 2009 e 2017, sendo que o estado do Mato Grosso se destacou como o maior consumidor para grande parte dos compostos alvo desta pesquisa. Dentre os ingredientes ativos selecionados para o estudo, destacaram-se o glifosato, 2,4-D e atrazina com maior média de venda anual no período de 2009 a 2017. Adicionalmente, constatou-se uma tendência de aumento na comercialização dos compostos 2,4-D, atrazina, mancozebe e clorpirifós no país, enquanto o carbendazim apresentou tendência de decréscimo nas vendas. Os demais compostos, com exceção dos atualmente não autorizados pela ANVISA, não apresentaram evidência estatística para a análise de tendência temporal. Dentre os 16 compostos estudados, observou-se a presença de potenciais contaminantes da água, alguns com elevada toxicidade e com possíveis efeitos carcinogênicos em humanos. Nesse viés, é feito um alerta aos órgãos reguladores no sentido de um efetivo monitoramento da qualidade da água para consumo humano.

## AGRADECIMENTOS

À Pró-reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (PROPP) da UFJF pela bolsa de Iniciação Científica concedida. À FAPEMIG e ao Programa de pós-graduação em Ambiente Construído (PROAC) pelo auxílio na participação no evento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGEITEC – AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6co02wyiv8065610dc2ls9t35i.html>>. Acesso em: 16 ago. 2017.
2. AGEITEC Agência Embrapa de Informações Tecnológicas. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em outubro de 2018.
3. ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas>>. Acesso em: 10 out. 2018.
4. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/a06.pdf/c11ca573-ccc5-46ee-a1f7-ecf5f89058af>>. Acesso em 21 mar. 2019a.
5. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 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=2663884&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=219201&\\_101\\_urlTitle=agrotoxico-metamidofos-sera-banido-do-mercado-brasileiro&inheritRedirect=true](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=2663884&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=agrotoxico-metamidofos-sera-banido-do-mercado-brasileiro&inheritRedirect=true)>. Acesso em 29 mar. 2019b.
6. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 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=2661127&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=219201&\\_101\\_urlTitle=tres-agrotoxicos-poderao-sofrer-restricoes-de-comercio-internacional&redirect=http%3A%2F%2Fportal.anvisa.gov.br%2Fresultado-de-busca%3Fp\\_p\\_id%3D3%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-1%26p\\_p\\_col\\_count%3D1%26\\_3\\_groupId%3D0%26\\_3\\_keywords%3Dendossulfan%26\\_3\\_cur%3D1%26\\_3\\_struts\\_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26\\_3\\_format%3D%26\\_3\\_formDate%3D1441824476958&inheritRedirect=true](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=2661127&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=tres-agrotoxicos-poderao-sofrer-restricoes-de-comercio-internacional&redirect=http%3A%2F%2Fportal.anvisa.gov.br%2Fresultado-de-busca%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26_3_groupId%3D0%26_3_keywords%3Dendossulfan%26_3_cur%3D1%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_format%3D%26_3_formDate%3D1441824476958&inheritRedirect=true)>. Acesso em 29 mar. 2019c.
7. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/termina-prazo-de-descontinuacao-do-uso-de-carbofurano/219201/pop\\_up?inheritRedirect=false](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/termina-prazo-de-descontinuacao-do-uso-de-carbofurano/219201/pop_up?inheritRedirect=false)>. Acesso em 29 mar. 2019d.
8. ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-determina](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-determina)>

- banimento-da-parationa-metilica-ingrediente-ativo-de-agrotoxico/219201/pop\_up?inheritRedirect=false>. Acesso em 29 mar. 2019e.
9. ATSDR – Agency for Toxic Substances & Disease Registry. Toxic Substances Portal. Health Effect of Exposure to Substances and Carcinogens. Disponível em: <<https://www.atsdr.cdc.gov/substances/ToxOrganSystems.asp>>. Acesso em: 18 mai. 2017.
  10. BRASIL. Presidência da República. Congresso. Senado. **Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Seção 1, p. 11459.
  11. BRASIL. Presidência da República. Congresso. Senado. **Decreto Nº 4.074, de 8 de janeiro de 2002**. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 jan. 2002. Seção 1, p. 1.
  12. BRASIL. Ministério Da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 – ANEXO XX**. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 out. 2017. Seção 1, p. 360.
  13. BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Consulta Pública nº 87, de 2 de outubro de 2015**. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 out. 2015.
  14. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em outubro de 2018.
  15. GOSS, D. W. Screening Procedure for Soils and Pesticides for Potential Water Quality Impacts. *Weed Technology*, v. 6, p. 701-708, 1992.
  16. GUSTAFSON, D. I. Groundwater Ubiquity Score: a Simple Method for Assessing Pesticide Leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 8, p. 339-357, 1989.
  17. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 01 out. 2018.
  18. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola>>. Acesso em mar. 2019a.
  19. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Tabelas Estatísticas – SIDRA**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em mar. 2019b.
  20. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Subsecretaria do Agronegócio. **Perfil do Agronegócio Mineiro Dezembro/2013**. Disponível em: <[http://www.agricultura.mg.gov.br/images/files/perfil/perfil\\_minas1.pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/files/perfil/perfil_minas1.pdf)> Acesso em: 21/03/2019.
  21. MOSTAFALOU, S; ABDOLLAHI, M. Pesticides: an update of human exposure and toxicity. *Arch Toxicol*, v. 91, n. 2, p. 549-599, 2017.