

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

Matheus Bertolino Motta

**Avaliação do potencial de contaminação dos mananciais de abastecimento por
agrotóxicos no município de Juiz de Fora, MG.**

**Juiz de Fora
2021**

Matheus Bertolino Motta

Avaliação do potencial de contaminação dos mananciais de abastecimento por agrotóxicos no município de Juiz de Fora, MG.

Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Sanitária
Linha de pesquisa: Qualidade da água.

Orientadora: Professora Doutora Renata de Oliveira Pereira.
Coorientador: Mestre Luan Carlos Octaviano Ferreira Leite.

Juiz de Fora
2021

Imprimir na parte inferior, no verso da folha de rosto a ficha disponível em:
<http://www.ufjf.br/biblioteca/servicos/usando-a-ficha-catalografica/>

Matheus Bertolino Motta

**Avaliação do potencial de contaminação dos mananciais de abastecimento por
agrotóxicos no município de Juiz de Fora, MG.**

Trabalho Final de Curso apresentado ao
Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental
e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Aprovada em

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Renata Oliveira Pereira - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Mestre Luan Carlos Octaviano Ferreira Leite – Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Jonathas Batista Gonçalves Silva
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Júlio César Teixeira
Universidade Federal de Juiz de Fora

DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe, que batalhou incansavelmente para que eu pudesse hoje apresentar este trabalho. Gostaria muito que você pudesse pegar e mostrar meu TFC para todos, igual sempre fez com minhas vitórias. Tenho certeza que ficaria muito orgulhosa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Luciana e Silas, por todo amor, carinho, luta e exemplo que me foi passado. Tudo que eu fiz e me tornei, devo a vocês. Vocês foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

A minha noiva, meu amor, agradeço o amor e cumplicidade que sempre me motiva a ser o melhor que eu posso ser.

Aos meus avós, agradeço todo o suporte, sempre presentes ao meu lado com muita alegria,

Aos meus tios, primos e amigos, agradeço todos os bons momentos e companheirismo que sempre me fizeram uma pessoa extremamente feliz.

À minha orientadora Renata, agradeço por ter acreditado em mim no início da faculdade, e ter me proporcionado a experiência de aprender por anos ao seu lado.

Aos professores do departamento, agradeço imensamente por todos os conhecimentos e experiências compartilhados. Me sinto honrado por ter conhecido vocês.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, e todo sistema de ensino superior público do Brasil, um agradecimento que me falta palavras. Que nunca paremos de lutar e defender o direito de todos ao ensino público, gratuito e de qualidade.

Muito obrigado.

"Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo"
Paulo Freire, 1979.

RESUMO

Há anos a agricultura e a pecuária vem se estabelecendo como as principais estratégias econômicas do Brasil e, sendo assim, é natural que o país se estabeleça como um grande mercado consumidor de defensivos agrícolas. O uso de agrotóxicos é uma medida utilizada visando o aumento da produção, acelerando os processos e diminuindo as perdas. A produção agropecuária é abrangente e atinge o país quase em sua totalidade e, por isso, a avaliação da contaminação do meio ambiente é extremamente importante. Para que a avaliação de quais os potenciais contaminantes de uma região, é imprescindível o conhecimento das bacias hidrográficas, seu uso e ocupação do solo, quais as culturas mais relevantes e também o comportamento dos compostos químicos. O estudo avaliou os principais ingredientes ativos potencialmente contaminantes dos mananciais da cidade de Juiz de Fora - MG . Para tal, foram consideradas as características físicas e químicas dos ingredientes ativos, as principais culturas e a comercialização dos agrotóxicos utilizadas nas mesmas. O estudo foi dividido em quatro etapas, primeiramente buscou-se as culturas predominantes utilizadas na cidade de Juiz de Fora, então foi levantado quais os ingredientes ativos (IA) autorizados para estas. Após, para refinar quais destes IA eram mais relevantes, realizou-se uma comparação com o histórico de vendas médio do estado de Minas Gerais. De posse dos IA mais possíveis de serem utilizados em Juiz de Fora, realizou-se a avaliação da dinâmica ambiental de cada um, buscando entender seu comportamento no ambiente e determinar a possibilidade de estar contaminando os mananciais. Das 198 possíveis culturas, determinou-se que 42 eram relevantes para o município de Juiz de Fora. Essas culturas possuem 60 ingredientes associados autorizados em Minas Gerais e com venda média relevante. Destes 60 IA, após avaliação de sua dinâmica, 40 foram considerados como potenciais riscos de contaminação. Em uma comparação com a legislação vigente de potabilidade da água para consumo humano 15 dos 40 ingredientes indicados como prioritários para a cidade de Juiz de Fora estão presentes na Portaria 888, de 2021. Destaque para o manancial de Chapéu d'Uvas o qual possui maior propensão a contaminação por agrotóxicos devido ao seu uso.

Palavras-chave: contaminação, ingredientes ativos, mananciais de água.

ABSTRACT

For many years agriculture and livestock has been established as the main economic strategies in Brazil putting the country as one of the biggest consumers of pesticides in the world. The use of pesticide aims to increase efficiency and reducing losses of productive processes. The agricultural production has a wide cover in Brazil, with crops covering huge extensions all over the country which makes contamination evaluation crucial. In order to evaluate the potential contaminants in a specific region it turns essential to raise information about the watersheds, to know how the land is used, to identify the main cultures cultivated in the area and to study the chemicals dynamics in the environment. This work studies the active chemicals with contaminant potential based on the physical-chemicals properties and taking into account best sellers chemicals in the city of Juiz de Fora. We focused the analyses in the four watersheds that provides water for the region: Ribeirão Espírito Santo, São Pedro, João Penido and Chapéu D'Úvas. Furthermore, we made a four-step study about the main planted cultures and the active ingredients (IA) used on them. After filtering which IA were most relevant, a comparison was made using the sales history of the county of Minas Gerais. Understanding which IA are more used in Juiz de Fora, an evaluation of the environmental dynamic was made. In this evaluation we sought to identify the chemical behavior in the environment and determined the water drinkability. Of the 198 possible cultures, it was determinate that 42 were relevant for the city. In those cultures, we identified 60 active ingredients authorized for them, with considerable sales record in Minas Gerais. Of those 60, 40 of them were selected after the environmental evaluation, had potential contamination risks. For those IA selected, a comparison was made with the current drinking water regulation and 15 of the 40 indicted IA are present in the Portaria 888/2021.

Key-words: contamination, active ingredients, water supply.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Gráfico da evolução da quantidade de registros de agrotóxicos de 2005 a 2019 no Brasil.....	20
Figura 2: Gráfico do consumo de agrotóxicos e afins no Brasil de 2000 a 2018.....	21
Figura 3: Gráfico do consumo de agrotóxicos e afins no estado de Minas Gerais de 2000 a 2018.	21
Figura 4: Evolução do número de parâmetros por portaria.	24
Figura 5: Carta de localização do município de Juiz de Fora, MG.	30
Figura 6: Carta de localização da Bacia Hidrográfica Preto e Paraibuna.....	31
Figura 7: Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão Espírito Santo.....	33
Figura 8: Carta de localização da bacia do São Pedro.....	33
Figura 9: Carta de localização da bacia de Chapéu D’Uvas.....	35
Figura 10: Uso e ocupação da BCRCD.....	36
Figura 11: Carta de localização da Bacia Doutor João Penido.....	37
Figura 12: Fluxograma do processo metodológico.	38
Figura 13: Quantidade de produção dos produtos agrícolas, em toneladas, em Juiz de Fora, para o ano de 2017.....	46
Figura 14: Cinco principais culturas produzidas na cidade de Juiz de Fora no ano de 2017...47	47
Figura 15: Relatório de Ingredientes Ativos autorizados para a Banana.	48
Figura 16: Documento dos agrotóxicos autorizados no estado mineiro.....	50
Figura 17: Ilustração das reduções de ingredientes com o desenvolvimento metodológico....	62
Figura 18: Perfil de comercialização do fipronil para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.	63
Figura 19: Perfil de comercialização do fluazinam para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.....	64
Figura 20: Perfil de comercialização do glifosato para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.....	64
Figura 21: Perfil de comercialização do metsulfurom-metílico para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.	65
Figura 22: Perfil de comercialização do picloram para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.....	65

Figura 23: Perfil de comercialização do tebutiorom para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos..... 66

Sumário

1	Introdução.....	14
2	Objetivos.....	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	Revisão Bibliográfica	17
3.1	Aspectos históricos brasileiros.....	17
3.2	Evolução da legislação relacionada aos agrotóxicos	18
3.3	Ingredientes ativos no Brasil e em Minas Gerais.....	19
3.4	Evolução da legislação nos padrões de potabilidade da água.....	22
3.5	Problemas decorrentes do uso de agrotóxicos	24
3.6	Características físicas, químicas e biológicas	25
4	Materiais e Métodos	30
4.1	Caracterização da área de estudo	30
4.1.1	Ribeirão Espírito Santo.....	32
4.1.2	Represa de São Pedro	33
4.1.3	Represa de Chapéu D’Uvas.....	34
4.1.4	Represa Doutor João Penido	36
4.2	Descrição das fases do estudo.....	38
4.3	Fase 1- Seleção dos ingredientes ativos.....	39
4.3.1	Etapa 1: Principais culturas da área de estudo.....	39
4.3.2	Etapa 2: Ingredientes ativos autorizados para culturas e pastagem.....	40
4.3.3	Etapa 3: Histórico de vendas	40
4.4	Fase 2: Metodologia de avaliação da dinâmica ambiental.....	41
4.5	Fase 3: Discussão dos ingredientes ativos principais e sua relação com as bacias....	42
4.6	Fase 4: Análise dos ingredientes e comparação com a legislação	43
5	Resultados e discussões	44
5.1	Fase 1	44
5.1.1	Etapa 1: Principais culturas e pastagem da área de estudo.....	44
5.1.2	Etapa 2: Ingredientes ativos autorizados para culturas e pastagem.....	48
5.1.3	Etapa 3: Histórico de vendas	52
5.2	Fase 2: Avaliação da dinâmica ambiental.....	56
5.3	Fase 3: Uso agropecuário das bacias hidrográficas de Juiz de Fora	59
5.4	Fase 4: ingredientes ativos prioritários	61
6	Considerações finais	67
7	Referências	68

8	Anexo A Tabelas CENSO Agropecuário IBGE 2017: Silvicultura, Horticultura, Lavouras temporária e permanente.	76
9	Anexo B: Boletins de vendas dos anos de 2014 a 2018 para os ingredientes ativos no estado de Minas Gerais.....	83
10	Anexo C: 40 ingredientes ativos relevantes para Juiz de Fora, de acordo com a metodologia, e suas características físico-químicas	95

APRESENTAÇÃO

O Presente trabalho foi elaborado e avaliado no formato de monografia, de acordo com as normas definidas na Resolução CCESA nº 14/2019 do Colegiado do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFJF, como pré-requisito para aprovação na disciplina Trabalho Final de Curso II (ESA098).

1 Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo, sendo o segundo maior exportador desses produtos. Para manter esse *status*, o setor utiliza grande quantidade de sementes transgênicas e insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos (PIGNATI *et al.*, 2017).

De acordo com dados do Ministério da Economia a partir da plataforma Comex Vis, em 2019, dos 10 principais produtos exportados pelo Brasil, 7 são produtos de agropecuária. O produto mais exportado, a soja – que consta na lista duas vezes, como grão e farelo –, teve uma exportação de 77,9 milhões de toneladas em 2019 após recorde de 83,8 milhões de toneladas em 2018. Os outros três produtos da agricultura que compõe os dez principais são a celulose, o milho e o café, ocupando a quarta, quinta e a décima posições, respectivamente. Na pecuária, temos a carne bovina e de aves nas posições seis e sete (BRASIL, 2020a).

No Brasil, o agronegócio é enfatizado como uma das mais importantes fontes geradoras de riqueza, devido a elevada produção agropecuária no território. Assim, estima-se que a pulverização de agrotóxicos no território nacional seja de aproximadamente 900 milhões de litros anuais, onde 76% desse consumo é para exportação de soja, milho e cana (LARA, 2019).

Desde o início do século XXI, o uso de agrotóxicos no Brasil tem crescido ano após ano, tendo praticamente triplicado de 2000 para 2018, como mostram dados apresentados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (IBAMA, 2020). Esse aumento está representado também pelo elevado número de ingredientes autorizados no Brasil, que em 2011 era de 366 (SOARES, 2011) e em 2017 haviam 517 ingredientes ativos autorizados e 97 banidos (DE MORAES, 2019)

As inovações da indústria dos agrotóxicos revelaram compostos mais tóxicos, eficientes e mais persistentes no meio ambiente (PORTUGAL; SILVA, 2020). Juntamente com isso, os efeitos nocivos que os mesmos causam na vida humana e na natureza também tiveram seu potencial elevado. Em todo Brasil, a quantidade de registros de ingredientes ativos vem crescendo. Em 2005, haviam 90 registros enquanto em 2019 este número mais do que quintuplicou, alcançando 474 (PORTUGAL; SILVA, 2020).

Juntamente com o aumento de registros, houve o aumento na quantidade de uso e de resíduos. Os resíduos dos agrotóxicos podem permanecer no ambiente após a aplicação e podem impactar não só o local de aplicação, mas também áreas afastadas do cultivo (VIEIRA *et al.*, 2017).

O mau uso pode gerar contaminação da população, do solo, da atmosfera e dos recursos hídricos. Órgãos internacionais orientam que a exposição aos agrotóxicos reflete em riscos à saúde, como por exemplo problemas no sistema nervoso e câncer, e, com o consumo aumentando, é urgente o aumento da monitoração nas diversas matrizes ambientais (VIEIRA *et al.*, 2017). Tem-se uma crescente preocupação dos profissionais de saúde pública com a contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos, principalmente devido ao aumento do uso dos defensivos agrícolas nos últimos anos (VEIGA *et al.*, 2006 *apud* PORTUGAL; SILVA, 2020).

No que tange a qualidade da água, os agrotóxicos presentes nos mananciais são responsáveis por uma depreciação da sua qualidade. Os defensivos podem ainda adentrar a cadeia alimentar, dependendo da sua disponibilidade, persistência e características físico e químicas (SPACIE; HAMELINK, 1985 *apud* AMÉRICO *et al.*, 2015).

A depreciação da qualidade da água não está em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433/97. Conforme exposto no artigo 1º, a água é um bem de domínio público e sua gestão deve proporcionar o uso múltiplo, o que é prejudicado por eventuais contaminações, tanto para o seu uso presente, quanto futuro. A garantia de uma água de qualidade para as gerações futuras também é obrigação em todo Brasil. (BRASIL, 1997).

No território brasileiro, de acordo com Carneiro (2015), ainda são poucos os municípios que realizam análises de agrotóxicos em águas de mananciais. Em 2008 apenas 24% dos sistemas de abastecimento cadastrados no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) apresentavam informações sobre parâmetros de agrotóxicos.

A Portaria 888, de 2021 (BRASIL, 2021) no seu Art. 44 ressalta a responsabilidade de elaboração e submissão anual de coletas de agrotóxicos considerando, conforme exposto no quarto parágrafo, os usos predominantes nas bacias hidrográficas dos mananciais de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas. Assim, cada município pode realizar um estudo dos agrotóxicos utilizados nos mananciais para orientar o monitoramento de agrotóxicos mais assertivo e representativo da região. Dessa maneira, esse estudo busca auxiliar na identificação dos agrotóxicos prioritários de uma região utilizando de dados secundários. Para tal, será feito um estudo de caso para o município de Juiz de Fora (MG).

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial de contaminação por agrotóxicos, com base em suas características físico-químicas e aspectos de consumo, dos mananciais de abastecimento de água da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar e caracterizar os ingredientes ativos usados na região em estudo.
- Avaliar dinâmica ambiental dos ingredientes ativos selecionados.
- Estudar o uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos mananciais de Chapéu d'Uvas, São Pedro, Doutor João Penido e Ribeirão Espírito Santo.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Aspectos históricos brasileiros

A indústria dos agrotóxicos surgiu após a Primeira Guerra Mundial na tentativa de aproveitar compostos químicos que antes eram utilizados para fins bélicos (TERRA, 2008). Contudo, a utilização em larga escala de agrotóxicos em todo o mundo ocorreu após a Segunda Guerra (PELAEZ, 2010).

Com o fim da Segunda Guerra, em 1945, o Brasil, assim como todo o planeta, foi tomado pelos agrotóxicos organossintéticos. O marco da produção destes no Brasil foi quando em 1946 a Eletroquímica Fluminense iniciou a produção de hexaclorobenzeno (BHC). Em 1948 e 1950, o Brasil veria o início da produção do parathion e diclorodifeniltricloroetano (DDT) pela Rhodia e exército do Rio de Janeiro, respectivamente (BULL; HATHAWAY, 1986 *apud* TERRA, 2008).

Entre os anos de 1950 e 1970 o Brasil caracterizou-se como um mercado consumidor de agrotóxicos. Foram adotadas políticas de modernização e facilitação do acesso aos insumos – redução de custos e a criação de linhas de crédito (PELAEZ, 2010). Na tentativa de diversificar o parque industrial brasileiro, o Estado isentou as taxas de importação dos equipamentos necessários à fabricação de agrotóxicos. O impulso ao crescimento foi marcado pelo Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA). Estima-se que durante o período do Programa, houve um crescimento anual médio de 6.867 toneladas, um aumento estimado em 140% (TERRA, 2008).

Os anos da década de 1980 e início de 1990 foram marcados por uma crise na economia brasileira, o que fez com que as políticas estatais mudassem. Houve uma substituição das importações por uma promoção da industrialização nacional e, dessa forma, o fim dos incentivos à modernização da agricultura e crédito rural (TERRA, 2008). A situação nos anos subsequentes foi ainda pior, como pode ser evidenciado ao se observar os gastos com agricultura no período entre 1980 e 2001, quando houve uma redução de gastos de 6,64% para menos de 1%. (GASQUEZ E VILLA VERDE, 2003).

O Plano Real, em 1994, representou uma melhora da economia nacional. Em termos agrícolas, houve continuidade no fim do crédito rural, a participação mais intensa do setor privado e a renegociação de dívidas. No período pós plano, a partir do ano 2001, houve novamente crescimento da agricultura e a manutenção das políticas de envolvimento privado (TERRA, 2008).

Para os próximos anos, marcados pelo início do ciclo do governo nacional em 2019, o cenário apresenta grandes incertezas. Se por um lado o Brasil é um grande produtor, por outro a incerteza do mercado internacional assusta. A postura federal assumida a partir de 2019 traz consequências internas na preservação do meio ambiente e isso deve trazer dificuldades no agronegócio mundial, uma vez que o mercado atual exige sustentabilidade (LUNA; KLEIN, 2019).

3.2 Evolução da legislação relacionada aos agrotóxicos

Os agrotóxicos são definidos pelo artigo 2º da Lei nº 7.802/89, como sendo produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres considerados nocivos (BRASIL, 1989). Estes produtos são encontrados em formulações que possuem um ou mais ingredientes ativos (IA), e esses IA são o grupo de substâncias que atuam sobre os organismos-alvo (IPAM, 2021).

Estes produtos possuem diversas classificações de acordo com a sua finalidade de uso, que é definida como o poder de ação sobre o organismo-alvo. Dentre essa grande variedade, destacam-se três principais: os herbicidas, os inseticidas e os fungicidas que juntos representam 95% do consumo mundial de agrotóxicos (PALAEZ, 2010). Esses últimos dois, inclusive, os primeiros a serem utilizados no Brasil.

No início da década de 1930, foram liberados os primeiros decretos que facilitavam a importação dos agrotóxicos. Inclusive, no ano de 1940, os inseticidas e fungicidas foram excluídos da necessidade de licença previa para importação, numa tentativa de viabilizar seu consumo em lavouras (NAIDIN, 1985 *apud* TERRA, 2008). Em 1957 a Lei nº 3.244, no que diz respeito aos agrotóxicos, possibilitou uma isenção total das alíquotas de produtos importados até meados dos anos 1970 (PALAEZ, 2015). Na década de 1980, a facilitação da importação de agrotóxicos manteve-se. As empresas líderes mundiais do ramo buscavam conquistar o mercado brasileiro e essas políticas liberais possibilitaram essa entrada (NAIDIN, 1985 *apud* TERRA, 2008).

No que diz respeito à legislação sobre o tema, a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 é uma das mais importantes. Essa 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 (BRASIL, 1989).

A Lei dos agrotóxicos, como ficou conhecida a Lei nº 7.802/89, foi um grande avanço pelo estabelecimento de regras mais rigorosas para a concessão de registro aos agrotóxicos. A Lei previu, por exemplo, a proibição do registro caso a ação tóxica não fosse menor ou igual a dos produtos já existentes de mesmo fim. O documento trata ainda de estabelecer padrões e normas sobre embalagens e rótulos dos mesmos e atualiza valores das infrações (TERRA, 2008). Em seu artigo nº 14, a Lei define as responsabilidades administrativas, civis e penais pelos eventuais danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente em todas as esferas: produção, comercialização, utilização, transporte e destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins (BRASIL, 1989). Embora introduzidas regras de pesquisa, produção e comercialização, os órgãos fiscalizadores não foram munidos com a capacitação e recursos materiais necessários para as atividades de registro e fiscalização (KAGEYAMA, 1990 *apud* TERRA, 2008).

Em 2002, foi elaborado o Projeto de Lei (PL) 6.299, inscrito sobre número de origem PLS 526/1999 e de autoria do Senado Federal. O PL tem como objetivo alterar os artigos 3º e 9º da Lei dos Agrotóxicos e se encontra em pauta no Plenário da Câmara (BRASIL, 2002). O Projeto busca comportar maior fardo ao Ministério da Agricultura, retirando a ANVISA e o IBAMA da avaliação e registro de agrotóxicos, e concentrando o poder de legislar e fiscalizar nas mãos da União. A intenção do PL seria acelerar os processos de registro e avaliação de agrotóxicos (BRITO, 2020).

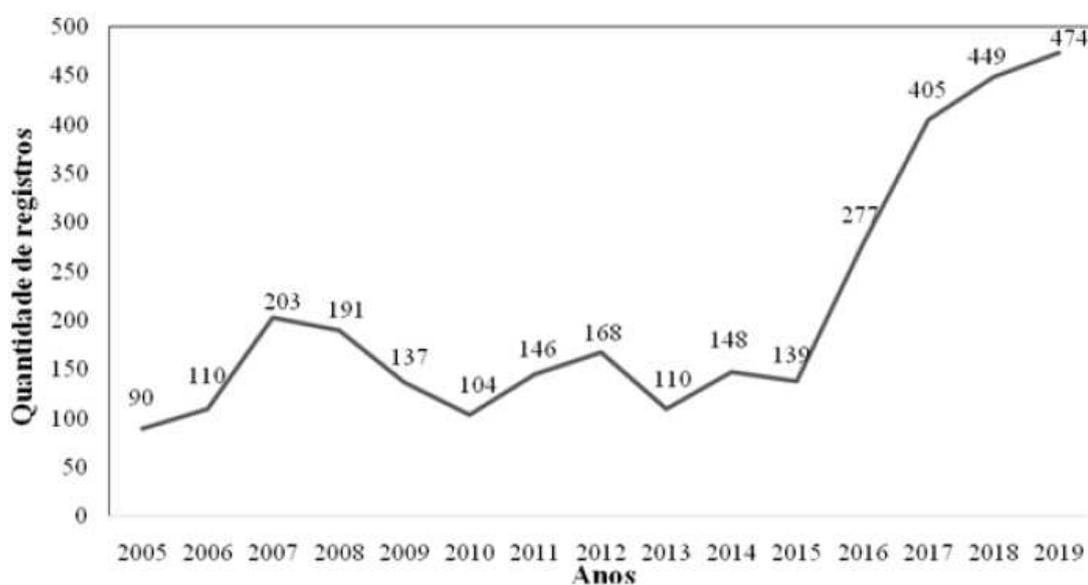
Em julho de 2019 foram publicados no Diário Oficial da União as Resoluções da Diretoria Colegiada (RDC) nº294, 295 e 296. A primeira dispõe sobre os critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise e comparação da ação toxicológica de agrotóxicos, componentes, afins e preservativos de madeira. A segunda disserta sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa e a última estabelece as informações toxicológicas para rótulos e bulas de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira (BRASIL, 2019a BRASIL, 2019b, BRASIL, 2019c). Essas RDC estabelecem o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS) como ferramenta na tentativa de um sistema mais compreensível e harmônico (BRASIL, 2020b).

3.3 Ingredientes ativos no Brasil e em Minas Gerais

A utilização de agrotóxicos vem aumentando em todo mundo e o Brasil segue a mesma tendência. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o país é um dos maiores consumidores de agrotóxico do mundo (VIEIRA *et al.*, 2017). Desde o início dos anos 2000, o

país tem apresentado a maior taxa de crescimento das importações mundiais de agrotóxicos. Em 2013, as vendas atingiram a ordem de 11,5 bilhões de dólares e importações no valor de 3 bilhões de dólares (PELAEZ *et al.*, 2015). O registro de agrotóxicos no país vem aumentando nos últimos anos, tendo mais do que triplicado de 2015 para 2019, conforme mostrado na Figura 1.

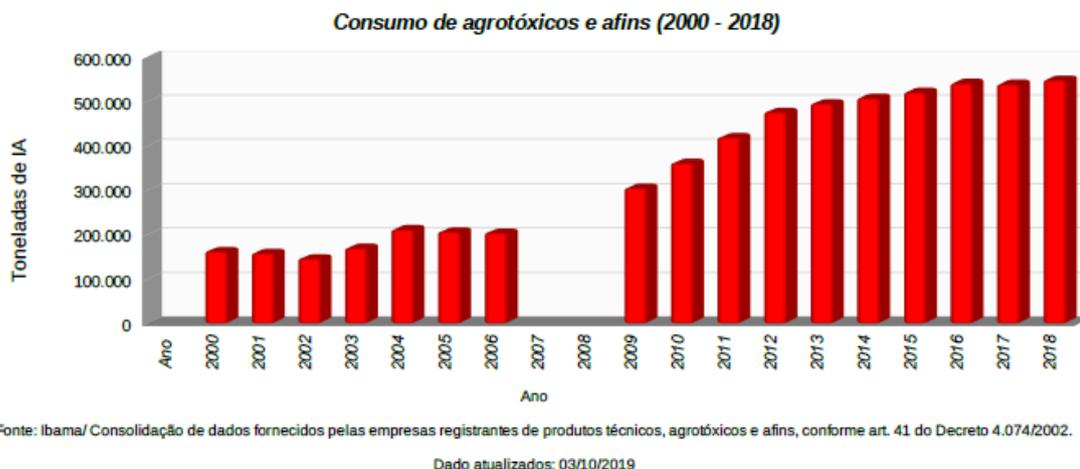
Figura 1: Gráfico da evolução da quantidade de registros de agrotóxicos de 2005 a 2019 no Brasil.



Fonte: Portugal e Silva (2020).

Ao se analisar os dados de vendas de ingredientes ativos fornecidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, fica claro o aumento na utilização dos compostos. A Figura 2, demonstra o aumento de vendas no país. Entre 2000 e 2018 foi possível observar um aumento de mais de 200% nas vendas, saindo de 162.462 toneladas em 2000 para 549.280 toneladas no final de 2018 (IBAMA, 2020).

Figura 2: Gráfico do consumo de agrotóxicos e afins no Brasil de 2000 a 2018.

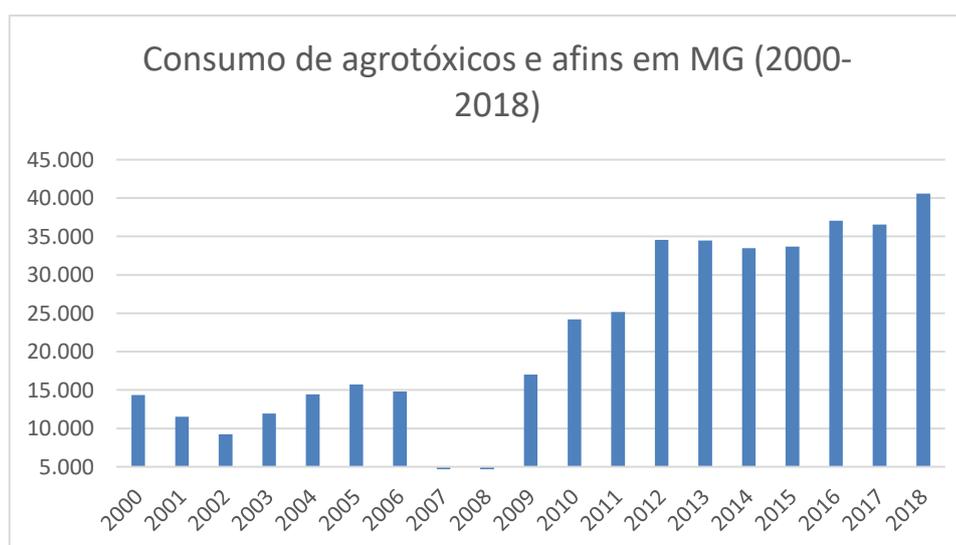


Os dados informados pelas empresas referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados pelo Instituto.

Fonte: Ibama (2020).

O estado de Minas Gerais segue a mesma tendência de crescimento do Brasil, conforme pode ser visualizado na Figura 3. Em 2000, o estado registrou uma venda total de 14.370 toneladas de ingredientes ativos, enquanto no fim de 2018, este número era de 40.594, um aumento de mais de 2,5 vezes (IBAMA, 2020).

Figura 3: Gráfico do consumo de agrotóxicos e afins no estado mineiro de 2000 a 2018.



Os dados informados pelas empresas referentes aos anos de 2007 e 2008 não foram sistematizados pelo Instituto.

Fonte: Adaptada de Ibama (2020).

Seguindo a inclinação supracitada, a tendência é que estes valores de consumo continuem se elevando. Esse problema é altamente ampliado quando se considera o cenário da

insuficiência de dados e fiscalização nacional. De acordo com Pignati (2017), a falta de dados sobre o consumo de agrotóxicos – tipos e volumes – a níveis municipais, o seu desconhecimento tóxico, carência de diagnósticos laboratoriais e a pressão de pessoas fortes do agronegócio que ocupam cargos públicos, favorece a falta de atenção deste problema de saúde pública.

3.4 Evolução da legislação nos padrões de potabilidade da água

A primeira legislação acerca da qualidade da água de consumo no Brasil foi a Portaria Brasília (BSB) nº 56, publicada em 14 de março de 1977. Esse documento atribuía ao Ministério da Saúde toda a responsabilidade sobre definição de padrões, normas e também fiscalização sobre o comprimento das mesmas (BRASIL, 1977). Esse padrão contemplava apenas aspectos microbiológicos e de qualidade física, química e organoléptica, não sendo abrangente aos contaminantes tais como os agrotóxicos. Um marco desta legislação é a definição dos valores máximos desejados, também conhecidos como VMD, e dos valores máximos permitidos, ou VMP (FRANZ, 2018).

Em 1990, com base nas atribuições estabelecidas no decreto de 1977, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 36 em 19 de janeiro. Neste documento, foram selecionados alguns ingredientes ativos e tabelado quais os valores máximos permitidos dos mesmos na água potável. Essa portaria descreveu 14 parâmetros sendo eles os seguintes: aldrin, dieldrin, clordano (total de isômeros), DDT (p-p-DDT; o-p-DDT; p-p-DDE; c-p-DDE), endrin, heptacloro, heptacloro epóxido, hexaclorobenzeno, lindano (Gama HCH), metoxicloro, pentaclorofenol, toxafeno e dicloroetano (BRASIL, 1990).

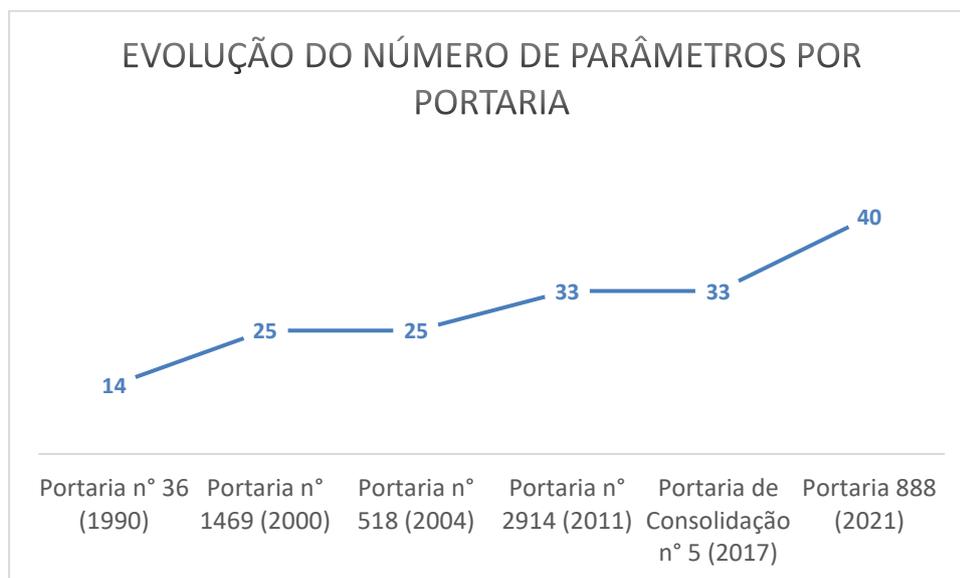
Em 29 de dezembro de 2000 foi publicada uma nova portaria, a de nº 1469. Além de algumas outras mudanças, a portaria atualizou a lista de ingredientes ativos com limites definidos, adicionando mais onze aos então 14 parâmetros de 1990, sendo: alaclor, atrazina, bentazona, endossulfan, glifosato, metolacloro, molinato, pendimetalina, permetrina, propanil, simazina e trifluralina (BRASIL, 2000).

Tanto a Portaria 36/1990 quanto a 1469/2000 modificaram diversos pontos da BSB nº 56/1977 e, dessas alterações, destacam-se o envio de relatórios periódicos ao setor de saúde e extinção do VMD sendo totalmente substituído pelo VMP para quatro características física e 41 orgânicas/inorgânicas (FRANZ, 2018). No que diz respeito aos ingredientes ativos, não houve alteração da Portaria nº 1469 de 2000 para a nº 518, de 2004 (BRASIL, 2004). Segundo Franz (2018), a mudança da portaria de nº 1469 para a de nº 518 se deu pelo novo ordenamento da estrutura do Ministério da Saúde.

Em 12 de dezembro de 2011 foi publicada por sua vez a Portaria nº 2914. Em relação a lista de agrotóxicos, esta portaria apresentou algumas modificações e acréscimos, totalizando 33 parâmetros. Os IAs são: 2,4 D + 2,4,5 T, alaclor, aldicarbe, aldicarbesulfona, aldicarbesulfóxido, aldrin, dieldrin, atrazina, carbendazim, benomil, carbofurano, clordano, clorpirifós, clorpirifós-oxon, DDT+DDD+DDE, diuron, endossulfan (α β e sais), endrin, glifosato, AMPA, lindano (gama HCH), mancozebe, metamidofós, metolacoloro, molinato, parationa metílica, pendimentalina, permetrina, profenofós, simazina, tebuconazol, terbufós e trifluralina (BRASIL, 2011).

No ano de 2017, criou-se a Portaria de Consolidação nº 5, do Ministério da Saúde onde foram consolidadas várias normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, e em seu anexo XX, a incorporação da portaria de qualidade da água para consumo. Não houve alterações em relação aos padrões e compostos supracitados na portaria nº 2914/2011 (BRASIL, 2017). Em 2021, entrou em vigor a Portaria do Gabinete do Ministro, do Ministério da Saúde (GM/MS), Nº 888, de 4 de maio de 2021, que alterou o anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, passando a vigorar na forma de Anexo da mesma. Em relação as modificações, observam-se a retirada da lista do 2,4,5-T, benomil, endrin, pendimentalina, permetrina e da parationa metílica. No âmbito das inclusões, temos o acefato, ametrina, ciproconazol, clorotalonil, difenoconazol, dimetoato e ometoato, epoxiconazil, fipronil, flutriafol, hidroxí-atrazina, malationa, metribuzim, paraquate, picloram, propargito, prothioconazol, tiametoxam, tiodicarbe e tiram. Dessa maneira, totalizam-se nesta Portaria 40 parâmetros (BRASIL, 2021). A evolução quantitativa dos parâmetros pode ser observada na figura 4.

Figura 4: Evolução do número de parâmetros por portaria.



Fonte: Elaboração própria.

3.5 Problemas decorrentes do uso de agrotóxicos

O Brasil já se destaca há algum tempo no consumo de agrotóxicos que tem ocorrido em desproporção quanto ao crescimento nas áreas utilizadas para agricultura. Isso demonstra de maneira evidente o exagero na quantidade utilizada no país. Estima-se que o consumo de agrotóxicos aumentou mais de 250%, enquanto o aumento da área cultivada esteve abaixo dos 80% (DE GODOI, 2020).

Não bastando, o país acrescenta ainda outro fator negativo a esta equação: dos 50 agrotóxicos mais utilizados no território brasileiro, 22 deles são proibidos na União Europeia, o que faz com que o Brasil seja considerado o maior consumidor de agrotóxicos já banidos em outros países (MELLO *et al.*, 2019).

O uso incorreto dos defensivos agrícolas pode trazer impactos na saúde humana, sejam de maneira aguda ou crônica, além de impactos no meio ambiente por meio da contaminação do ar, solo e dos recursos hídricos, sendo essa última o objeto de estudo deste trabalho. A contaminação ambiental por agrotóxicos é considerada, desde a década de 1990 um problema grave, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (SOARES, 2014).

Estudos há anos vem correlacionando o surgimento de doenças a exposição aguda ou crônica de agrotóxicos. É possível observar uma correlação entre o uso dos defensivos e uma série de comorbidades, como por exemplo, alterações auditivas, doenças degenerativas, câncer e malformações congênitas (GARCIA, 2020). Os mananciais podem ser contaminados por

agrotóxicos por lixiviação – no caso dos subterrâneos – ou por escoamento superficial – no caso dos superficiais.

Existem algumas maneiras de avaliar o potencial de contaminação de um agrotóxico no meio ambiente. A melhor forma é o monitoramento de campo, realizado com coletas frequentes, análises laboratoriais e longos prazos. Contudo, apesar de maior eficiência, é uma prática de alto custo e duração. Uma solução para isso se dá na utilização de modelos preditivos da estimativa e avaliação de risco de contaminação do ecossistema (SOARES, 2011).

Dessa maneira, se faz necessária a compreensão do comportamento do agrotóxico e seleção dos ingredientes ativos com maiores chances de contaminação. Para essa avaliação do potencial teórico, se faz necessário o conhecimento físico, químico e biológico dos ingredientes (SOARES, 2011).

3.6 Características físicas, químicas e biológicas

Após a aplicação de um agrotóxico na cultura, uma série de processos físicos, químicos e biológicos determinam seu comportamento e seu destino. O destino do agrotóxico, ou seja, sua locomoção – ou não – é governado por processos de sorção, fotólise, hidrólise, oxidação, volatilização, lixiviação, escoamento superficial, entre outros. A dissipação de um agrotóxico no ambiente é resultado do conjunto de processos de transporte e transformação (SPADOTTO *et al.*, 2010).

Os ingredientes ativos apresentam várias características físicas, químicas e biológicas que são importantes por compor a dinâmica ambiental do agrotóxico. Para o trabalho em questão, serão utilizadas apenas uma pequena parcela destas que se relacionam com a metodologia a ser elucidada adiante. As características que serão importantes para a elaboração da metodologia trabalhada estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Características físico-químicas utilizadas na metodologia.

Característica	Unidade	Significado	Limiares
Solubilidade em água.	mg/L	Massa de uma dada substância que dissolve determinado volume de água à 20°C.	Menor que 50 → baixa. Entre 50 e 500 → moderada. Maior que 500 → alta.

Tabela 1 – (Continuação): Características físico-químicas utilizadas na metodologia

Característica	Unidade	Significado	Limiares
Koc (Coeficiente de partição normalizado em função do conteúdo orgânico).	mL/g.	Usado para medir a tendência de um composto químico se aderir aos solos, levando em conta o carbono orgânico do solo. Os valores variam em função do tipo de solo, pH, propriedades ácido base do pesticida e tipo de matéria orgânica do solo.	Menor que 15 → muito móvel. Entre 15 e 75 → móvel. Entre 75 e 500 → moderadamente móvel. Entre 500 e 4000 → pouco móvel. Maior que 4000 → não móvel.
DT₅₀ água (tempo de meia-vida em água)	Dias.	Tempo necessário para que a concentração do IA se decomponha em 50% do total aplicado em sistemas de sedimento-água.	Menor que 1 → rápido. Entre 1 e 14 → moderadamente rápido. Entre 14 e 30 → lento. Maior que 30 → estável.
DT₅₀ hidrólise (tempo de meia-vida hidrólise)	Dias.	Tempo necessário para que a concentração do ingrediente ativo se decomponha em 50% em dias a 20°C e pH 7.	Menor que 30 → não persistente. Entre 30 e 100 → moderadamente persistente. Entre 100 e 365 → persistente. Maior que 365 → muito persistente.
DT₅₀ solo (tempo de meia-vida em solo)	Dias.	Tempo necessário para que a concentração do IA se decomponha em 50% do total aplicado no solo.	Menor que 30 → não persistente. Entre 30 e 100 → moderadamente persistente. Entre 100 e 365 → persistente. Maior que 365 → muito persistente.
KH (constante da Lei de Henry)	Pa m ³ /mol	Indica a distribuição do composto entre as fases líquida e gasosa para uma dada temperatura, ou seja, o potencial de volatilidade do ingrediente ativo em questão.	Maior que $2,5 \times 10^{-5}$ → volátil. Entre $2,5 \times 10^{-7}$ e $2,5 \times 10^{-5}$ → moderadamente volátil. Menor que $2,5 \times 10^{-7}$ → não volátil.
Kow	Log P	Coeficiente de partição entre n-octanol e água.	Se log Kow menor que 2,7 → baixa bioacumulação. Se log Kow entre 2,7 e 3 → moderada bioacumulação. Se log Kow maior que 3 → alta bioacumulação.

Fonte: Iupac (2020b), Iupac (2020c).

Conforme supracitado, na ausência da possibilidade de testes laboratoriais e longos períodos de análise, os modelos preditivos matemáticos de dispersão encaixam-se como boas opções. Estes modelos são conjuntos de conceitos, sob formas de equações, que buscam retratar os fenômenos naturais (SOARES, 2011).

Vários simuladores do comportamento ambiental dos agrotóxicos foram desenvolvidos, como, por exemplo Agricultural Nonpoint Source Pollution Model (AGNPS), Chemical movement in layered soils (CMLS), Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems (GLEAMS), Leaching estimation and chemistry model (LEACHM), Método de Gustafson (GUS) e de Goss (GOSS) entre outros (SPADOTTO *et al.*, 2010).

Todavia, alguns modelos demandam alta quantidade de dados e que, por muitas vezes, são de difícil obtenção (SPADOTTO *et al.*, 2010. SOARES, 2011). Desses métodos, serão destacados o índice GUS e o método GOSS, importantes no desenvolvimento do trabalho. O primeiro é responsável por indicar o potencial de um agrotóxico atingir as águas subterrâneas por meio da lixiviação. GUS consiste na união de duas parcelas importantes do comportamento dos ingredientes ativos: a mobilidade no solo e a persistência (GUSTAFSON, 1989).

A primeira parcela do modelo leva em consideração como os pesticidas são carregados pelo solo com taxas diferentes de acordo com sua afinidade com a superfície e, sendo assim, o Koc apresenta-se como uma forma de comparar a mobilidade média no solo. Já quando pensamos na persistência do ingrediente ativo, o conceito do tempo de meia-vida é muito útil para a realização de comparações pela sua simplicidade. O estudo sobre a lixiviação dos pesticidas está representado na Equação 1 (GUSTAFSON, 1989). Os resultados calculados a partir da Equação 1 podem ser interpretados conforme exposto na Tabela 2.

$$GUS = (\log_{10} DT50_{solo}) \times (4 - \log_{10} Koc) \quad \text{Equação 1}$$

Tabela 2: Potencial de acordo com modelo de GUS.

Potencial de lixiviação para águas subterrâneas de acordo com a equação 1.

Potencial	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
Valor obtido	< 0 solubilidade < 1 e DT ₅₀ solo ≤ 1.	ou ≤ 1,8.	Todos os outros valores não enquadrados nos demais.	≥ 2,8.

Fonte: Gustafson (1989).

Já o método GOSS foi desenvolvido por Don Goss e consiste em entender a chance de contaminação das águas superficiais, pelos agrotóxicos, por meio do escoamento superficial (GOSS, 1992).

O método avalia o potencial de contaminação dos corpos d'água superficiais de acordo com a forma de transporte do ingrediente ativo que, de acordo com Goss (1992) pode ser de duas formas: dissolvido em água ou associado ao solo e sedimento. Este índice usa tempo de meia-vida no solo, o Koc e a solubilidade em seu cálculo, e a análise é feita de acordo com a tabela 3.

Tabela 3: Potencial de acordo com modelo de GOSS.

Tipo	Potencial de contaminação		
	Baixo	Médio	Alto
Associado ao solo e sedimento	DT ₅₀ solo ≤ 1.	Todos os outros valores enquadrados nos demais.	DT ₅₀ solo ≥ 40 e Koc ≥ 1000.
	DT ₅₀ solo ≤ 2 e Koc ≤ 500.		
	DT ₅₀ solo ≤ 4 e Koc ≤ 900 e solubilidade ≥ 0,5.		
	DT ₅₀ solo ≤ 4 e Koc ≤ 500 e solubilidade ≥ 0,5.		
	DT ₅₀ solo ≤ 4 e Koc ≤ 900 e solubilidade ≥ 2.		DT ₅₀ solo ≥ 40 e Koc ≥ 500 e solubilidade ≤ 0,5.
Dissolvido em água	Koc ≥ 100.000.	Todos os outros valores enquadrados nos demais.	Solubilidade ≥ 1 e DT ₅₀ água >35 e Koc < 100.000.
	Koc ≥ 1.000 e DT ₅₀ água ≤ 1.		
	Solubilidade < 0,5 e DT ₅₀ água < 35.		
			10 ≤ Solubilidade < 100 e Koc ≤ 700.

Fonte: Goss (1992).

A aplicação do índice GUS e do método GOSS já foi utilizada como método preditivo em trabalhos de outros pesquisadores. Como exemplo, podem-se citar o trabalho de Soares (2014), que aplicou o índice GUS e o método GOSS para estimativa de contaminação das águas de mananciais de abastecimento público para o município de Tiros (MG), Canuto (2010) que avaliou o risco potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, pelos métodos GUS e GOSS por pesticidas em Tianguá (CE) e Brito (2001) que estudou o risco de

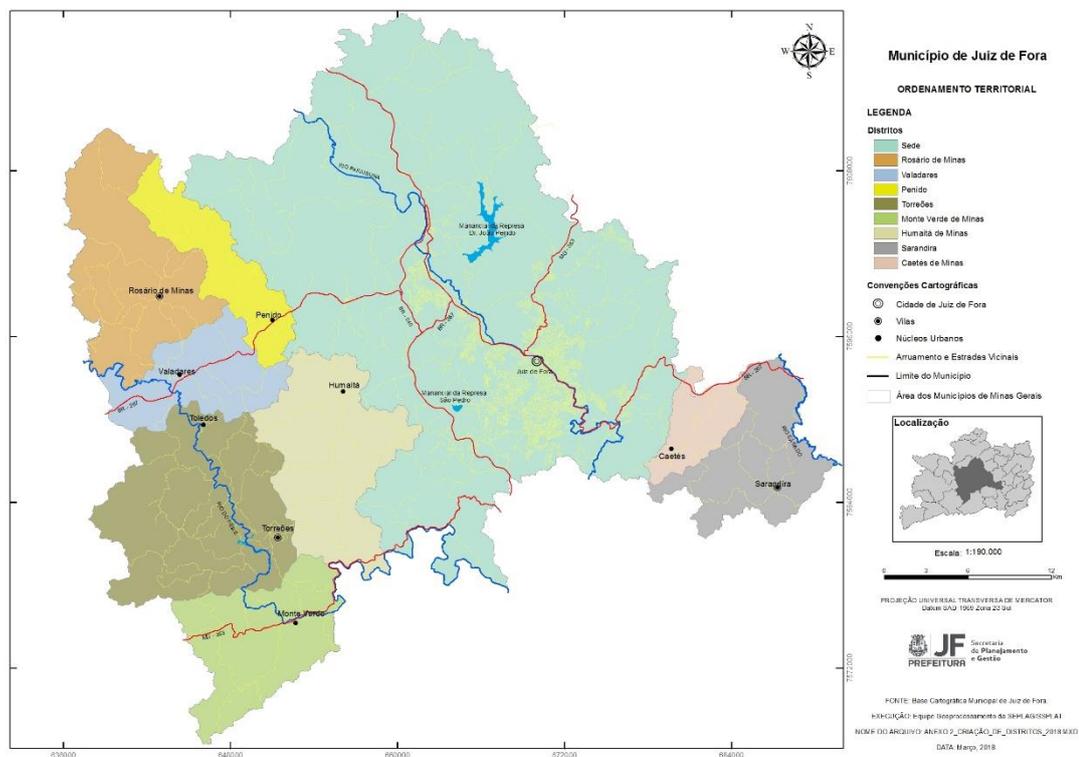
contaminação de águas por pesticidas, usando os citados métodos, em plantações de eucaliptos e coqueiros.

4 Materiais e Métodos

4.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Juiz de Fora, localizada na Zona da Mata mineira, é a quarta maior cidade do estado, com uma população estimada de 568.873 habitantes em 2019 (IBGE, 2020a). Juiz de Fora apresenta uma área total de 1.433,87 km², dívida entre a sede e 8 distritos, conforme ilustrada na Figura 5, onde aproximadamente 681,96 km² são consideradas áreas rurais – 47% do território (PJF, 2020).

Figura 5: Carta de localização do município de Juiz de Fora, MG.



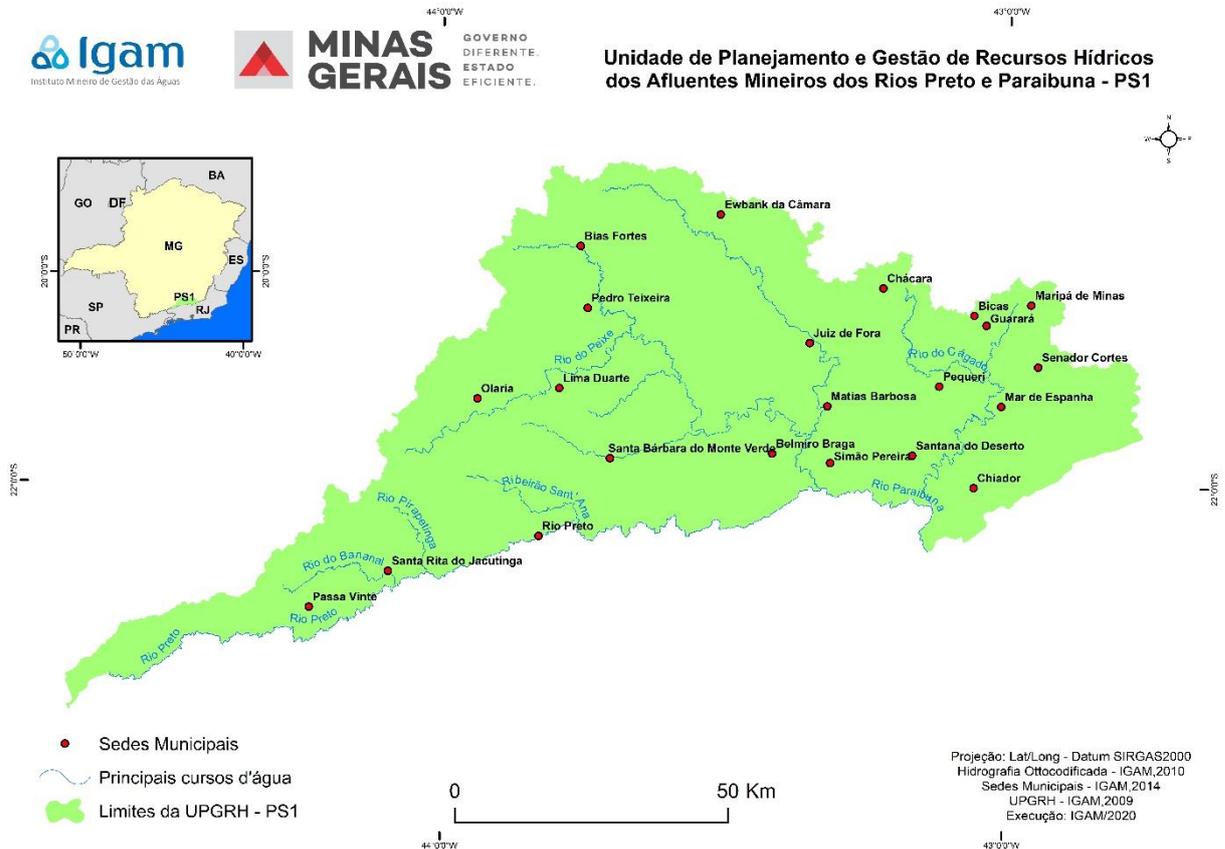
Fonte: PJF (2020).

Aspectos geomorfológicos, clima e hidrografia

Juiz de Fora apresenta uma geomorfologia montanhosa com altitudes que variam de 1.000 metros nos pontos mais altos até 670 no fundo de vale do rio Paraibuna (CESAMA, 2020a). A cidade é classificada como de “Clima Tropical de Altitude” com dois períodos distintos, um de calor e umidade e outro menos quente e seco (PJF, 2020b). Os períodos de maiores temperaturas e alta pluviosidade vão de outubro a abril, enquanto os de menor temperatura e chuvas estão compreendidos de maio a setembro. O município em questão está contido na bacia do Médio Paraibuna, pertencente a bacia do Paraíba do Sul (CESAMA,

2020a). A Figura 6, obtida no Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), está apresentada a Bacia Hidrográfica dos afluentes dos Rios Preto e Paraibuna.

Figura 6: Carta de localização da Bacia Hidrográfica Preto e Paraibuna.



Fonte: IGAM (2021)

Juiz de Fora possui 4 mananciais que abastecem a população: Chapéu d'Uvas, Dr. João Penido, São Pedro e Ribeirão Espírito Santo. O maior é Chapéu d'Uvas, situada a 50 quilômetros da nascente do rio Paraibuna, essa barragem possui um volume de 146 milhões de metros cúbicos. A represa Dr. João Penido, localizada a 10 quilômetros da malha urbana, e tem a finalidade de reservatório para acumulação de água para um volume de 16 milhões de metros cúbicos. A represa de São Pedro – ou represa dos Ingleses, como também é conhecida – fica localizada em uma região mais urbanizada e em área topograficamente elevada, o que é muito importante para a distribuição de água. Por fim, temos o Ribeirão Espírito Santo, o único dos quatro que é um manancial de passagem – captação direta no leito – e que tem seu corpo d'água com 17 quilômetros de extensão. Atualmente, os mananciais supracitados contribuem com o seguinte volume para o tratamento de água da cidade: 900 L/s de Chapéu D'Uvas, 800 L/s advindos da Represa Doutor João Penido, 140 L/s tratados e distribuídos da Represa São Pedro e 620 L/s do Ribeirão Espírito Santo (CESAMA, 2020b).

O presente estudo tem como finalidade a avaliação do potencial de contaminação destes quatro mananciais por ingredientes ativos pelo uso de agrotóxicos. Dessa forma, uma caracterização das bacias é importante para uma avaliação mais precisa.

4.1.1 Ribeirão Espírito Santo

O Ribeirão Espírito Santo está localizado à margem direita do Paraíba e tem sua bacia limitada ao norte pela cidade de Ewbank da Câmara e a leste, oeste e sul os limites da bacia compreendidos dentro de Juiz de Fora (FARIA *et al.*, 2003). A região da bacia possui uma área de drenagem de 151,49 km² e está situada entre as coordenadas 21°36'41" a 21°44'48" Sul e 43°26'30" e 43°37'46" Oeste (SILVA *et al.*, 2017).

Silva *et. al* (2017) realizaram um estudo sobre o uso e ocupação da bacia sobre a perspectiva de uma análise temporal de julho de 1996 até 2016. O trabalho apontou alteração na ocupação da bacia, sendo destacada principalmente a diminuição das áreas de floresta e aumento da área urbana e pastagens, conforme apresentada na Tabela 4.

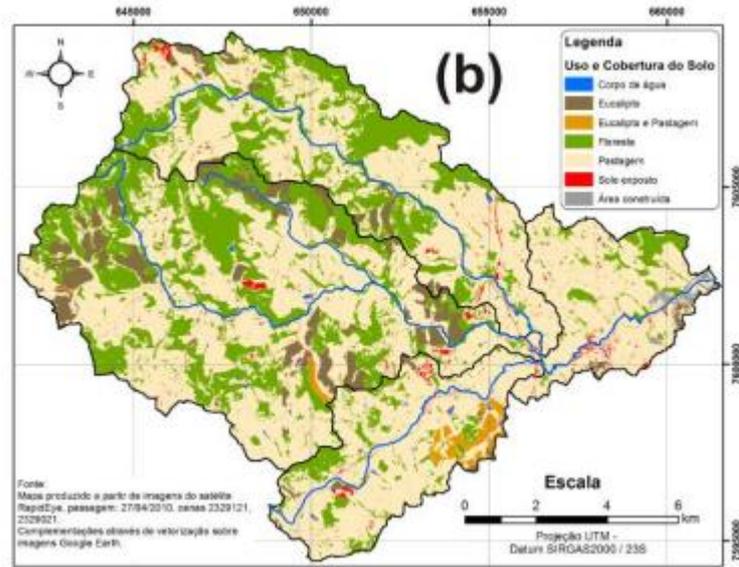
Tabela 4: Uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão Espírito Santo.

Classes de uso e ocupação	1996		2016	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Água	1,48	0,98	0,04	0,03
Pastagem	59,77	39,45	63,53	41,93
Solo exposto	0,62	0,41	0,35	0,23
Floresta	89,46	59,04	86,12	56,84
Área urbana	0,19	0,13	1,48	0,97
Total	151,52	100	151,52	100

Fonte: SILVA *et. al* (2017).

A bacia do Ribeirão Espírito Santo é caracterizada predominantemente por uma ocupação de pastagens, silvicultura e mata, que representam 98,24% do uso e ocupação do solo, de acordo com Pinto *et al.* (2014). A Figura 7 está apresentada uma imagem do uso e ocupação do solo.

Figura 7: Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão Espírito Santo.

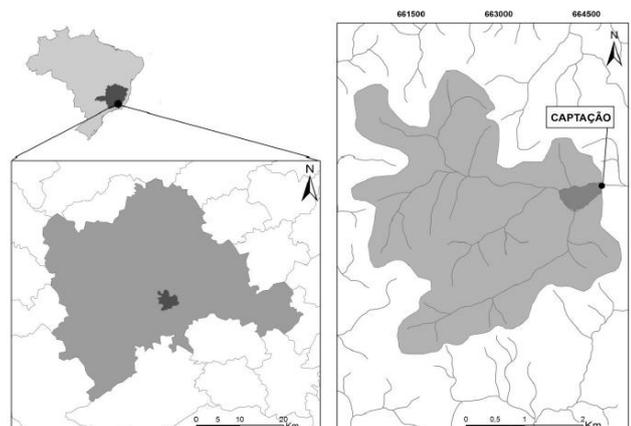


Fonte: PINTO *et. al* (2014).

4.1.2 Represa de São Pedro

A represa de São Pedro, ou Represa dos Ingleses, é abastecida e está inserida na bacia hidrográfica do córrego São Pedro, afluente da margem direita do Paraibuna (FREITAS, 2015). Essa represa conta com uma área de contribuição de 12,9 km² em uma área com forte pressão antrópica, reflexo de uma urbanização forte e crescente (ROCHA *et al.*, 2018). A represa e seu posicionamento dentro da cidade podem ser observados na Figura 7. O manancial em questão possui como principais tributários os córregos São Pedro e Grota do Pinto, atendendo a 15 bairros de Juiz de Fora. As coordenadas para a represa são 21° 46' 43,9" Sul e 43° 24' 29,2" Oeste (COSTA, 2016) e sua localização está apontada na Figura 8.

Figura 8: Carta de localização da bacia do São Pedro.



Fonte: COSTA (2016).

Freitas (2015) realizou um estudo onde é feita uma análise do uso e ocupação do solo referente à bacia de contribuição da Represa em escala temporal. Nesse trabalho, fica evidente o aumento das áreas ocupadas – urbanizadas – durante os anos na bacia e o fato das classes mais representativas que envolvem a mesma serem de pasto e matas, além da urbanização. Outro ponto relevante também exposto por Freitas (2015) é a redução total das áreas de cultura/cultivo. Estes dados podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5: Uso e ocupação do solo na bacia do São Pedro.

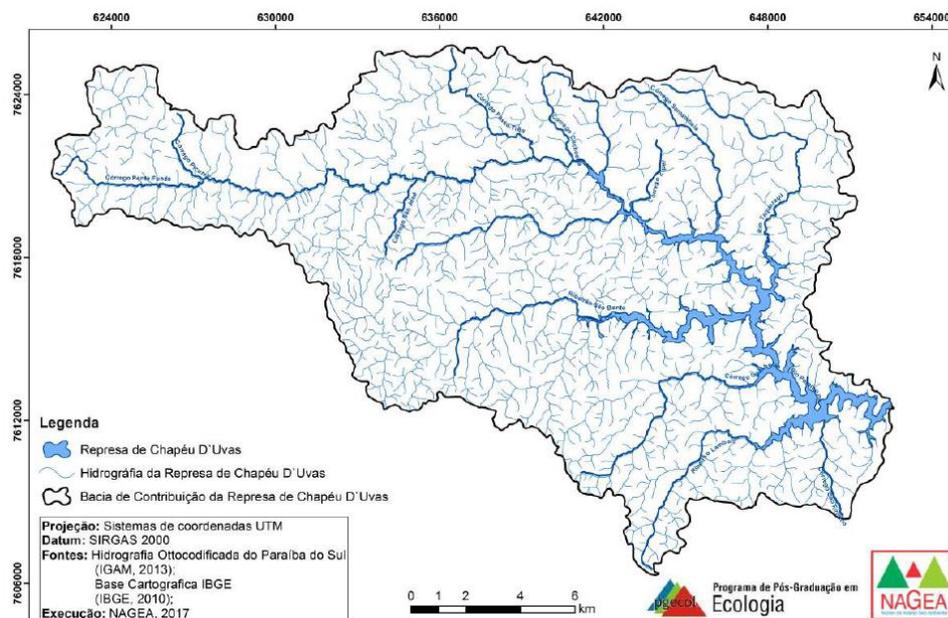
Classes de uso e cobertura	1937		1997		2013	
	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)	Área (km ²)	Área (%)
Mata	1,585	11,4	2,281	16,3	3,850	30,1
Macega	0,945	6,8	2,897	20,8	---	---
Culturas/cultivo	0,171	1,2	0,474	3,4	---	---
Mata galeria	1,363	9,8	1,003	7,2	0,230	1,8
Pasto	9,698	69,4	5,497	39,4	5,300	41,4
Áreas ocupadas	0,193	1,4	1,461	10,4	1,820	14,2
Área com processo erosivo	---	---	0,3342	2,5	1,360	10,6
Represa	---	---	---	---	0,240	1,9
Bacia	13,955	100	13,955	100	12,80	100

Fonte: Freitas (2015).

4.1.3 Represa de Chapéu D’Uvas.

A barragem de Chapéu D’Uvas foi construída sobre o rio Paraibuna, o qual possui nascente localizada a 51,41 km do barramento e percorre 27 km até o ambiente da represa. A Bacia de Contribuição da Represa Chapéu D’Uvas (BCRCD) é definida pela área de contribuição de drenagem para a barragem da represa. Apesar de ser importante para o abastecimento da cidade de Juiz de fora, a mesma está em outros três municípios de Minas Gerais: Antônio Carlos, Santos Dumont e Ewbank da Câmara (OLIVEIRA, 2018). A Figura 9 apresenta a BCRCD, destacando a represa e a sua hidrografia.

Figura 9: Carta de localização da bacia de Chapéu D'Uvas.



Fonte: Oliveira (2018).

Oliveira (2018) realizou um estudo onde é feita uma análise de toda Bacia de Contribuição para o represamento de Chapéu D'Uvas no que diz respeito ao uso e ocupação do solo. A bacia possui uma área total de 312,8 km², dos quais, metade foi definida como pastagem e a outra metade dividida em outras 9 categorias. Os dados do uso do solo podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6: Uso e ocupação do solo na bacia de Chapéu D'Uvas.

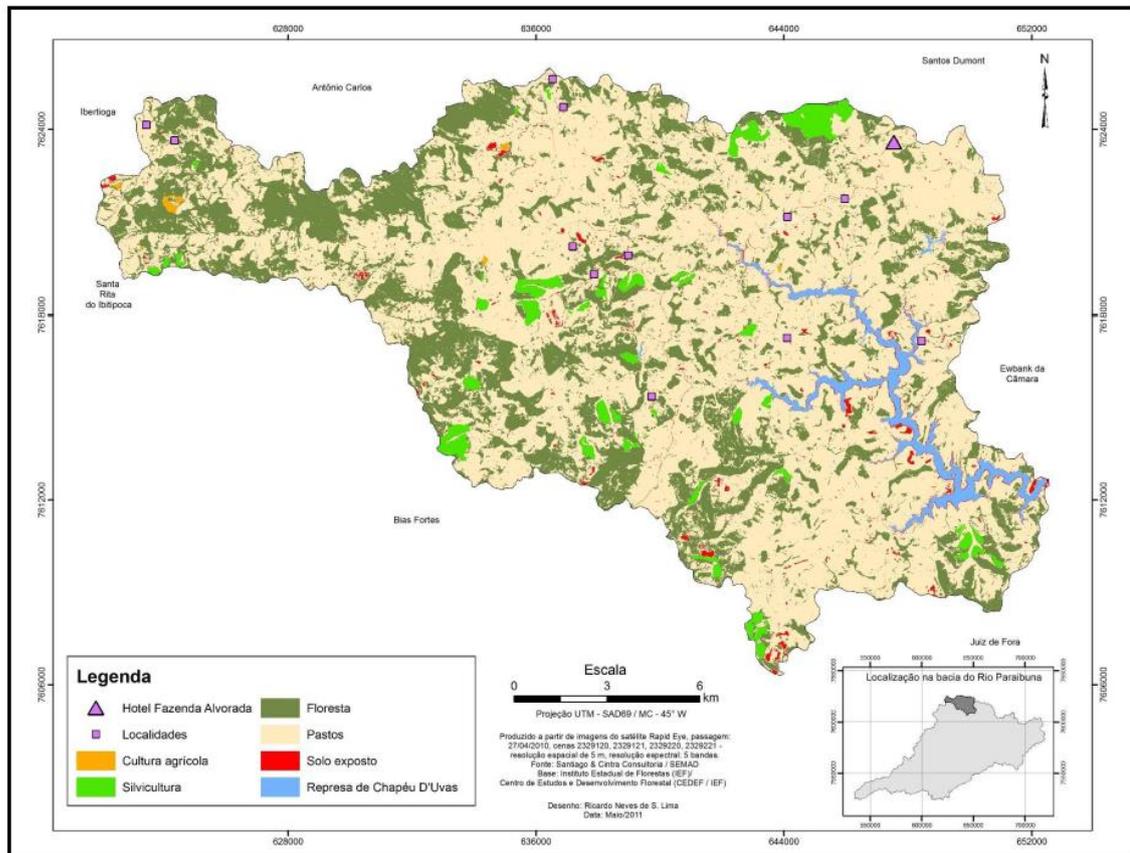
Classe	Área (km ²)	Área (%)
TOTAL	312,888	100,00
Pastagem	159,142	50,86
Mata	97,053	31,02
Silvicultura	21,176	6,77
Pasto sujo	15,988	5,11
Represa	9,097	2,91
Solo exposto	5,057	1,62
Cultura agrícola	2,430	0,78
Áreas úmidas	2,013	0,64
Lagos	0,668	0,08
Área urbanizada	0,264	0,08

Fonte: Oliveira (2018).

A cultura agrícola, foco do presente trabalho, ocupou uma área de 2,43 km², o que representa um valor percentual de apenas 0,78% da área da bacia. Ainda de acordo com Oliveira

(2018), os cultivos agrícolas são realizados em pequenas propriedades rurais com intuito de subsistência ou alimentação de gado. Verificou-se ainda produção de arroz, feijão, milho, cana-de-açúcar e mandioca em hortifrutigranjeiros para abastecimento de núcleos urbanos. A Figura 10 ilustra a BCRC.

Figura 10: Uso e ocupação da BCRC.

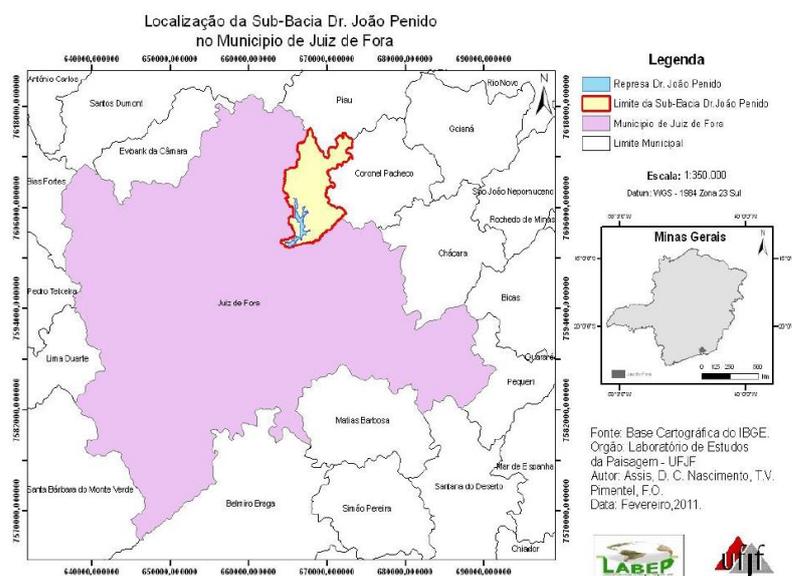


Fonte: Machado (2012).

4.1.4 Represa Doutor João Penido

A represa Doutor João Penido, situa-se na zona Norte da cidade de Juiz de Fora e foi construída em 1934 com o intuito de acumulação e abastecimento da cidade mineira (ASSIS *et al.*, 2014). A bacia onde a represa está inserida possui uma área de contribuição de 59,5 km² e se localiza em uma zona de forte pressão antrópica. Essa ação antrópica gerou, com o passar dos anos, uma piora gradativa da qualidade das águas, fato esse que se deve principalmente pela urbanização das margens, pastagem, solo exposto e utilização das águas para esportes náuticos (ROCHA *et al.*, 2018). A figura 11 está apresentada a localização da Sub-Bacia Doutor João Penido dentro de Juiz de Fora, mostrando também as suas divisas com os municípios de Piau e Coronel Pacheco.

Figura 11: Carta de localização da Bacia Doutor João Penido.



Fonte: Assis *et al.* (2014).

A represa, que atualmente possui um volume armazenado de 16 bilhões de litros, está inserida no Ribeirão dos Burros, um afluente do rio Paraibuna, mas também utiliza água de dois córregos: Vista Alegre e Grama (ASSIS *et al.*, 2014). As classes de uso dessa bacia, para os anos de 1990 e 2011 são representadas na tabela 7.

Tabela 7: Uso e ocupação do solo na bacia João Penido.

Classes de uso	1990		2011	
	Km ²	Área (%)	Km ²	Área (%)
Água	2,70	3,89	2,47	3,56
Mata	22,62	32,56	17,22	24,78
Solo exposto e pastagem	41,73	60,06	45,09	64,89
Área Urbana	2,11	3,04	4,57	6,58
Sombra	0,31	0,46	0,13	0,19
Total	69,49	100,00	69,49	100,00

Fonte: Assis *et al.* (2014).

De acordo com Oliveira *et al.* (2015), a barragem vem sofrendo uma ocupação residencial de forma desordenada e ilegal, o que leva a degradação de Áreas de Preservação Permanente (APP). Ainda, a região não apresenta infraestrutura de saneamento básico, ocasionando disposição de esgoto doméstico de forma irregular em córregos e na própria represa. Oliveira *et al.* (2015) destaca ainda a criação de animais e cultivo de frutas, legumes e hortaliças em pequenas propriedades.

4.2 Descrição das fases do estudo

A metodologia do trabalho em questão foi construída baseada em quatro fases (Figura 12). A fase 1 encarregou-se de fazer a seleção de quais ingredientes ativos são o foco da cidade de Juiz de Fora. Com base nisso, essa fase dividiu-se em três etapas ordenadas que vão excluir aqueles com menor probabilidade de estar contaminando os mananciais de abastecimento de água, levando em consideração o perfil de plantio da cidade, a legislação de defensivos estadual e os boletins de venda da região.

A fase 2 teve como objetivo determinar quais destes ingredientes são relevantes para a cidade – de acordo com os métodos expostos na Fase 1 – com base em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, e constituem um risco potencial a água. Por sua vez, as fases 3 e 4 estabeleceram relações destes ingredientes com as bacias hidrográficas da cidade e com a legislação vigente, respectivamente.

Figura 12: Fluxograma do processo metodológico.



Fonte: Elaboração própria.

4.3 Fase 1- Seleção dos ingredientes ativos

Para avaliação de quais os principais ingredientes ativos (IA) que potencialmente estão contaminando os mananciais da cidade alvo, se faz necessário um estudo que identifique os agrotóxicos que são mais prováveis de serem encontrados. Desta forma, foram levantados quais os principais ingredientes ativos utilizados na cidade com base nas culturas e pastagem, regulamentações estaduais e histórico de vendas. A metodologia de seleção dos IA foi dividida em três partes conforme será descrito nos próximos itens.

4.3.1 Etapa 1: Principais culturas da área de estudo

Esta etapa tem como objetivo identificar as principais culturas produzidas na cidade de Juiz de Fora. Para isso, foi utilizado o Censo Agropecuário, realizado em 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Este levantamento tem a intenção de retratar a realidade do país no cenário agrário e é o mais recente do IBGE, sendo o terceiro estudo dessa natureza realizado, tendo como data de referência o dia 30 de setembro de 2017 (IBGE, 2020). Utilizando dados obtidos dos resultados definitivos do Censo, pode-se definir quais as culturas mais produzidas no município de Juiz de Fora.

Foram utilizadas quatro tabelas do Censo que trazem dados sobre o cultivo de horticultura (H), lavoura temporária (LT), lavoura permanente (LP) e silvicultura (S) – tabelas 6953, 6957, 6955 e 6945, respectivamente. Todas as tabelas foram refinadas, no sistema do Censo, para tipologia total e unidade territorial de Juiz de Fora. A tabela da horticultura possui um total de 60 culturas possíveis, a lavoura temporária 54, a permanente 70 e a silvicultura 14. Um total de 198 possíveis culturas.

Considerando-se apenas as três primeiras – H, LT e LP, que totalizam 184 possíveis culturas –, as variáveis selecionadas das tabelas foram o número de estabelecimentos (NE) que fazem o cultivo e a quantidade de cada cultura (Q) que foi produzida no ano de 2017. A unidade para as três, no que diz respeito a quantidade produzida, foi a mesma – tonelada vendida. Sendo assim, a metodologia para selecionar quais dessas 184 culturas são as mais dominantes na cidade se deu da seguinte forma: foram consideradas aquelas que tenham Q e NE acima do percentil 25.

A silvicultura ficou separada das três anteriores pelo fato da sua unidade ser diferente, ao invés da unidade tonelada vendida esta tabela é medida em área cortada (C) – além do número de estabelecimento, tal qual a anterior. A metodologia foi similar a anterior, fazendo a triagem das culturas que se situam acima do percentil 25 para C e NE.

Nessa metodologia, foi utilizado o percentil 25 como ponto de corte para selecionar as culturas mais utilizadas no município. O cálculo do percentil 25 nos apresenta um valor a partir do qual encontram-se 75% dos dados. Dessa maneira, selecionou-se este valor por considerar que trabalhar com os 75% dos dados do município constitui representatividade e exclui as culturas com produção baixa e/ou insignificante.

Dessa forma, de todas as culturas produzidas na cidade, de acordo com IBGE (2020), o estudo se concentra para aquelas que apresentam maior relevância de acordo com sua produção. A etapa 2 apresenta a metodologia de seleção dos ingredientes ativos autorizados a nível estadual para as culturas e para a pastagem selecionadas na etapa 1.

4.3.2 Etapa 2: Ingredientes ativos autorizados para culturas e pastagem

A partir da seleção supracitada das principais culturas e pastagem produzidas em Juiz de Fora foi feita a seleção de quais ingredientes ativos podem ser usados para essas culturas. Para essa etapa, foi utilizada a plataforma governamental AGROFIT, pertencente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (AGROFIT, 2020). Uma vez na plataforma, foram gerados relatórios sobre os ingredientes ativos autorizados em nível nacional para cada uma das culturas pré-estabelecidas.

Após listar os IA autorizados nacionalmente, o próximo passo foi desconsiderar dentre eles, aqueles que não possuem autorização para uso no estado de Minas Gerais. Para isso, foi utilizado um documento emitido pela Gerência de Defesa Sanitária Vegetal (GDV), pelo Setor de Agrotóxico, do Instituto Mineiro de Agropecuária, o IMA (MINAS GERAIS, 2020). No documento “Agrotóxicos Aptos para Comercialização no Estado de Minas Gerais”, de abril de 2020, constam todos os ingredientes ativos regulamentados no estado. Sendo assim, foi realizado, cultura por cultura, um trabalho que filtrou todos os ingredientes ativos autorizados para as culturas e pastagens produzidas na cidade de Juiz de Fora.

4.3.3 Etapa 3: Histórico de vendas

Esta etapa foi realizada pela comparação dos ingredientes ativos selecionados pela etapa 2 com o perfil de vendas disponibilizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Utilizando as planilhas de vendas de agrotóxicos foi feito um perfil de vendas entre os anos de 2014 e 2018 no estado mineiro, uma vez que a cidade de Juiz de Fora não dispõe desses dados. O perfil foi realizado utilizando as planilhas mais recentes disponíveis no site até 08/06/2020.

O perfil classificou a venda de ingredientes, por ordem de média de toneladas vendida, de todos os ingredientes ativos de Minas Gerais nos anos supracitados. A intenção desta etapa foi remover os IA com menor relevância de uso e definir os prioritários. Dessa maneira, a etapa 3 consistiu no cálculo do percentil 25, tal qual na etapa 1, para utilizar apenas os ingredientes cuja quantidade vendida esteja enquadrada em 75% dos dados. Assim, caso os IA selecionados na etapa 2 não estivessem dentro dos 75% dos compostos com maior quantitativo de venda este também era excluído por entender que seu uso pode ser baixo no município.

Dessa maneira, os ingredientes ativos alvo para este trabalho foram aqueles mais cultivados na cidade, autorizados em Minas Gerais e que constam acima do valor de vendas determinada na metodologia. Assim, objetivou-se com essas etapas selecionar os ingredientes mais prováveis de serem utilizados no município para que fosse possível realizar a fase 2: avaliação da dinâmica ambiental.

4.4 Fase 2: Metodologia de avaliação da dinâmica ambiental

De posse dos ingredientes ativos selecionados na fase 1, aplicou-se uma seleção com base na avaliação da dinâmica ambiental (ADA). Essa fase visou excluir compostos com baixa probabilidade de contaminação das águas utilizando a sua dinâmica ambiental. Para a avaliação foi necessária a obtenção dos seguintes parâmetros: coeficiente de partição normatizado em função do conteúdo orgânico (Koc), tempo de meia-vida no solo, água e em hidrólise (DT₅₀ solo, DT₅₀ água e DT₅₀ hidrólise), constante de Henry (Kh), Coeficiente de partição entre n-octanol e água (Kow) e solubilidade em água.

Os parâmetros dos ingredientes ativos alvo foram então coletados em três agências internacionais: International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC, 2020) – ou a União Internacional da Química Pura e Aplicada –, a base de dados da National Pesticide Information Center (NPIC, 2020) e da Pesticide Database (PAN, 2020).

Para a seleção de quais os agrotóxicos apresentam maior tendência de estarem contaminando a água, foram empregados cinco critérios. A seleção dos agrotóxicos foi baseada na publicação de Bastos *et al.* (2020) que apresenta informações em relação aos padrões de potabilidade de substâncias químicas que representam riscos à saúde. Os critérios estão resumidos na tabela 8.

Os critérios adotados fazem parte de uma série de estudos e documentos técnicos de suporte à revisão do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº5. O estudo de Bastos *et al.* (2020) apresenta discussões acerca do padrão de potabilidade dos agrotóxicos e os critérios de seleção de compostos candidatos a compor o padrão de potabilidade.

Tabela 8: Critérios adotados na ADA.

	Critério	Significado
1	$K_{oc} > 500 \text{ mL/g}$ e $DT_{50} \text{ solo} \leq 10 \text{ d.}$	Elevado potencial de adsorção ao solo e baixo tempo de meia-vida no solo.
2	$K_{oc} \leq 75 \text{ mL/g}$ e $DT_{50} \text{ água} \leq 10 \text{ d}$ ou $DT_{50} \text{ hidrólise} \leq 10 \text{ d.}$	Baixo potencial de adsorção ao solo e baixo tempo de meia-vida na água.
3	$75 \text{ mL/g} > K_{oc} \leq 500 \text{ mL/g}$ e $DT_{50} \text{ água}$ e $DT_{50} \text{ solo} \leq 10 \text{ d.}$	Potencial intermediário de adsorção ao solo e baixo tempo de meia-vida, tanto na água como no solo.
4	Índice de GOSS água baixo, Índice de GUS Baixo e Índice de GOSS associado ao sedimento baixo ou médio	Baixo potencial de lixiviação (GUS), baixo potencial de transporte dissolvido na água (GOSS) e baixo ou médio potencial de transporte associado ao sedimento (GOSS).
5	$KH' > 10^{-4}$ e $KH'/K_{ow} > 10^{-9}$.	Baixa probabilidade de ser encontrada em água devido à elevada volatilidade.

Fonte: Bastos *et al.* (2020).

O primeiro critério exclui os IA que tem tendência a permanecer e se degradar rapidamente no solo. O segundo, mostra aqueles que provavelmente atingiram as águas, mas se degradaram no ambiente aquático de forma rápida. O terceiro critério diz respeito aos que podem ou não ficarem retidos no solo, já que possuem valores de adsorção médios, mas independente de ficarem no solo ou atingirem a água, irão se degradar rapidamente nos dois ambientes. O quarto critério leva em consideração os métodos GUS e GOSS e serão excluídos aqueles que tiverem baixo potencial de lixiviar e de ser transportado dissolvido na água, além de possuírem baixo/médio potencial de ser transportados no solo e sedimento. O quinto critério analisa a chance do IA de estar na água, com base na sua volatilidade, ou seja, na sua tendência de ficar na atmosfera.

Todos os IA foram submetidos aos cinco critérios para saber se constituem ou não um risco potencial de serem encontrados em mananciais. Os IA que atenderem qualquer um dos critérios supracitados foram excluídos, por não se enquadrarem como risco. Os que não atenderam nenhum dos critérios, continuaram e foram sugeridos como risco potencial.

4.5 Fase 3: Discussão dos ingredientes ativos principais e sua relação com as bacias

Esta fase da metodologia teve como propósito fazer uma comparação dos ingredientes ativos levantados na etapa anterior com as bacias hidrográficas da cidade de Juiz de Fora. Os

IA que foram resultantes dos métodos até a fase 2 passaram por uma comparação com uma revisão bibliográfica de artigos e dados oficiais para que, dessa maneira, fosse realizada a verificação de possíveis contaminações documentadas.

Além disso, foi feito um levantamento de quais os usos mais frequentes das bacias hidroráficas, de forma a elencar quais os ingredientes mais importantes quando se pensa na tendência de uso e ocupação do solo.

4.6 Fase 4: Análise dos ingredientes e comparação com a legislação

Esta fase constituiu em uma análise crítica dos ingredientes levantados até a fase 2. Os IA passaram por uma comparação com a legislação vigente, a Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021), apresentando não só a comparação com os parâmetros citados na mesma, mas também uma análise da lei, no que tange a sugestão de uma legislação que municipalize os ingredientes prioritários.

5 Resultados e discussões

5.1 Fase 1

5.1.1 Etapa 1: Principais culturas e pastagem da área de estudo

Esta etapa visou a eliminação dos IA usados em culturas que não apresentam plantio relevante na cidade. As culturas levantadas pertencem a quatro classes: silvicultura, horticultura, lavouras temporárias e permanentes e, a cada cultura dentro de cada classe, foi aplicada a metodologia citada no item 4.2.1 deste trabalho.

O total de culturas retornadas pelo IBGE como passíveis de cultivo em Juiz de Fora foram 60 para horticultura, 14 para silvicultura, 70 para lavoura permanente e 54 para a temporária, totalizando 198 culturas. Dessas 198 possíveis culturas, apenas 78 dessas apresentaram dados de vendas e produção, ou seja, a produção e o número de estabelecimentos retornaram algum valor, mesmo que zero. Destas 78 culturas com dados mínimos, a horticultura – inclusa a agricultura familiar – contribuiu com 47, a lavoura permanente com 11 e a temporária 20.

As tabelas do IBGE (2017) utilizadas podem ser observadas no Anexo A, nas tabelas 23 a 26. A tabela 9 apresenta todas as culturas retornadas pelo IBGE (2017) nas quatro classes supracitadas, utilizando as informações de toneladas comercializadas e o número de estabelecimentos que produzem tal cultura.

Tabela 9: Culturas comercializadas em Juiz de Fora, no ano de 2017, e seus valores de venda e produção.

Cultura	Venda (ton)	Estab (uni)	Cultura	Venda (ton)	Estab (uni)	Cultura	Venda (ton)	Estab (uni)
Abacaxi	0	7	Cebola	2	12	Manjeriçã	25	17
Abóbora	16	63	Cebolinha	132	146	Maracujá	-	1
Abobrinha	19	36	Cenoura	3	21	Milho em grã	563	69
Acelga	6	8	Chicória	8	6	Milho for.	24.223	133
Agrião	39	40	Chuchu	25	49	Milho espiga	5	4
Aipo	1	3	Coentro	1	8	Morango	-	1
Alecrim	3	8	Couve	451	190	Mudas prod.	-	2
Alface	804	156	Couve-flor	12	13	Nabo	1	3
Alho	0	8	Ervilha grã	1	6	Orégano	0	4
Alho-poró	4	16	Ervilha Vagem	5	14	Outros	29	34

Tabela 9 – (Continuação): Culturas comercializadas em Juiz de Fora, no ano de 2017, e seus valores de venda e produção.

Cultura	Venda (ton)	Estab (uni)	Cultura	Venda (ton)	Estab (uni)	Palmito	Venda (ton)	Estab (uni)
Almeirão	181	80	Espinafre	40	44	Palmito	-	2
Arroz	-	1	Feijão de cor	53	21	Pepino	2	7
Banana	44	29	Feijão preto	6	35	Pimenta	0	15
Batata-baroa	-	1	Feijão fradinho	5	35	Pimentão	5	28
Batata-doce	7	17	Feijão verde	2	4	Pitaia	-	1
Batata inglesa	4	4	Corte for.	4.024	102	Pitanga	-	1
Berinjela	7	19	Gengibre	0	4	Quiabo	14	58
Beterraba	-	24	Girassol	-	1	Rabanete	5	7
Boldo	0	7	Goiaba	-	2	Repolho	28	33
Brócolis	45	25	Graviola	-	1	Rúcula	21	31
Café grão	9	6	Hortelã	1	18	Salsa	39	57
Camomila	-	1	Inhame	21	23	Sorgo for.	-	1
Cana for.	12.057	237	Jiló	13	61	Taioba	13	44
Cana-de-açúcar	2.059	64	Laranja	6	6	Tangerina	-	2
Cará	-	1	Limão	3	3	Tomate	42	25
Caruru	-	1	Mandioca	102	128	Vagem	5	14

Estab (uni): número de estabelecimentos que produzem determinada cultura, de acordo com IBGE.

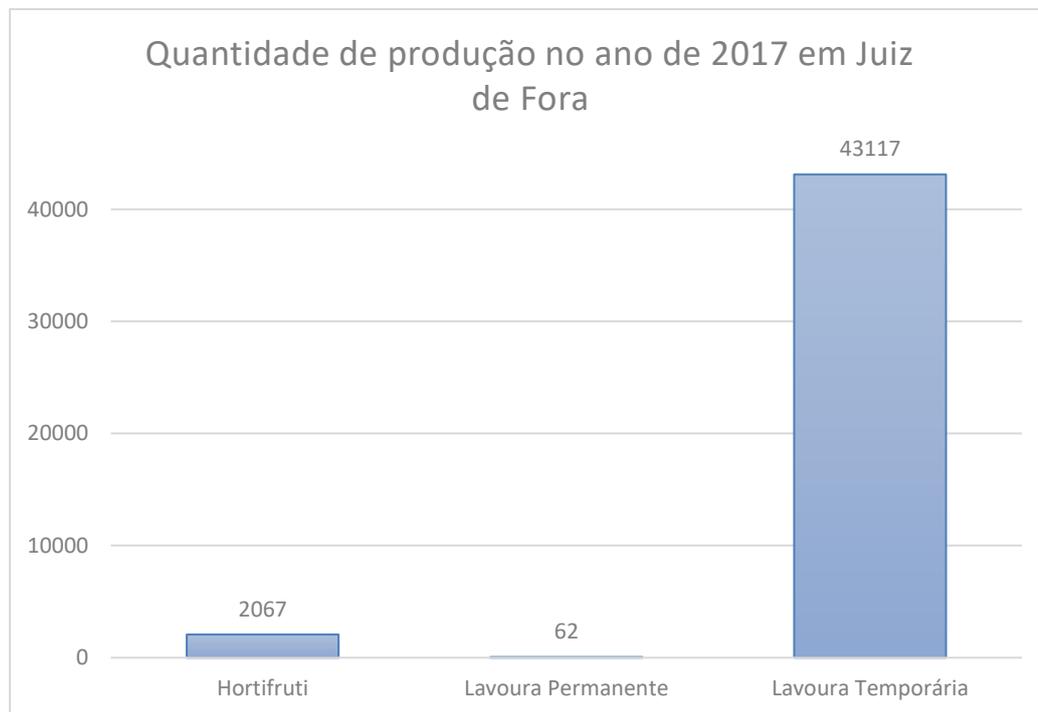
Venda (ton): quantidade comercializada da cultura, de acordo com IBGE, em toneladas.

Fonte: IBGE (2017).

Apesar de contribuir com apenas 20 culturas com dados de venda e produção, a lavoura temporária apresentou, por grande diferença, a maior quantidade de toneladas computadas. Culturas como o milho e cana de açúcar apresentaram, individualmente, uma quantidade produzida superior a todos os produtos de horticultura e lavoura permanente. Isso se dá pelo fato de este produto ser destinado a silagem, logo, sua produção é maior em volume.

A figura 13 mostra o total de toneladas produzidas para lavoura temporária, lavoura permanente e hortifrutí na cidade de Juiz de Fora.

Figura 13: Quantidade de produção dos produtos agrícolas, em toneladas, em Juiz de Fora, para o ano de 2017.



Fonte: Elaboração própria.

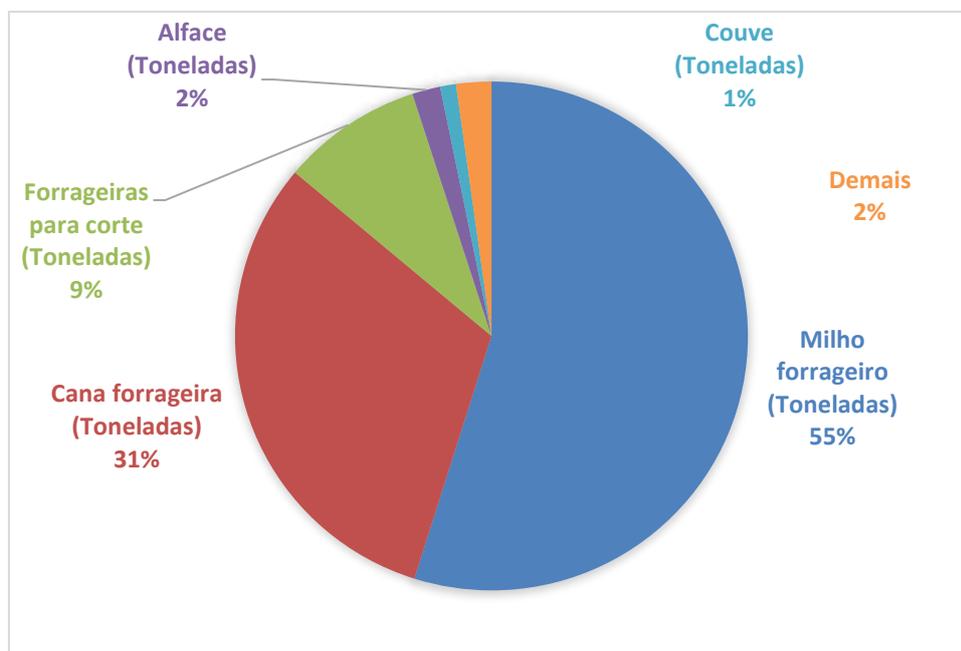
Sobre os dados de vendas e produção dessas culturas foi aplicada a metodologia e calculado o percentil 25 para quantidade e número de estabelecimentos. Para as lavouras e horticultura, foi calculado o percentil 25 para determinação do ponto de corte. Para as vendas, em toneladas, o percentil 25 resultou em 4,25 toneladas anuais e, para os estabelecimentos, o percentil 25 determinou 3 unidades. Esses resultados eliminaram 157 culturas que, de acordo com a metodologia discutida, apresentam menor relevância na produção municipal.

As 41 culturas levantadas como principais da cidade alvo foram: abóbora (moranga, jerimum), abobrinha, acelga, agrião, alface, almeirão, banana, batata-doce, berinjela, beterraba, brócolis, café, cana forrageira, cana-de-açúcar, cebolinha, chicória, chuchu, couve, couve-flor, espinafre, feijão de cor em grão, feijão fradinho em grão, feijão preto em grão, forrageiras para corte, inhame, jiló, laranja, mandioca (aipim, macaxeira), manjeriço, milho em grão, milho forrageiro, milho verde (espiga), pimentão, quiabo, rabanete, repolho, rúcula, salsa, taioba, tomate (estaqueado), vagem (feijão vagem).

Além destas, é também somada a única cultura pertencente a silvicultura, o eucalipto, totalizando 42 culturas a serem trabalhadas. O eucalipto é a única cultura que apresentou algum valor de área cortada, sendo assim, a única que pode ser selecionada, uma vez que não é possível calcular o percentil de um conjunto que apresente apenas um dado retornado.

Sobre essas culturas supracitadas, produtos de lavoura temporária ocupam papel dominante na produção da cidade. Milho, cana e as forrageiras para corte apresentaram valores mais expressivos que os demais, conforme pode ser observado na Figura 14. Essa figura apresenta as cinco principais culturas e sua relação com o total produzido em Juiz de Fora.

Figura 14: Cinco principais culturas produzidas na cidade de Juiz de Fora no ano de 2017.



Fonte: Elaboração própria.

A tabela 10 apresenta o resumo dos resultados desta etapa. A primeira coluna apresenta a classe, a segunda o número máximo de possibilidades que o CENSO (IBGE, 2017) poderia retornar, a terceira o número de culturas que foram classificadas como relevantes na cidade, de acordo com a metodologia, a quarta o número de tipologias que não foram consideradas relevantes pelo estudo e a quinta é o valor percentual que foi mantido de cada classe.

Ainda na tabela 10, podemos ver um número muito equilibrado entre culturas eliminadas e as remanescentes dentro da classe da horticultura, fato esse devido a homogeneidade na quantidade produzida, em termos de toneladas. Quando dentro da lavoura permanente são mantidas apenas três, todavia, apenas quatro culturas haviam atingido algum valor de venda. Sobre as lavouras temporárias, remanesceram dez culturas, e foram eliminadas 44, mas há de se levar em consideração o fato de apenas 16 terem algum valor de venda – e desses 16, dois eram zero, inclusive.

Tabela 10: Relação entre as culturas possíveis e as que seguiram após a aplicação da metodologia sugerida.

Classe	Número de culturas possíveis	Número de culturas remanescentes	Número de culturas eliminadas	Valor % do número de culturas mantidas (pós percentil 25)
Horticultura	60	28	32	46,7%
Lavoura Permanente	70	3	67	4,3%
Lavoura Temporária	54	10	44	18,5%
Silvicultura	14	1	13	7,1%
Total	198	42	90	21,2%

Fonte: Elaboração própria.

5.1.2 Etapa 2: Ingredientes ativos autorizados para culturas e pastagem

Esta etapa foi responsável por selecionar quais os ingredientes ativos são autorizados para cada uma das 42 culturas e pastagem selecionadas no item 5.1.1. Os ingredientes autorizados foram identificados pela plataforma AGROFIT, que gera um relatório para cada cultura, conforme pode ser exemplificado pela Figura 15, utilizando a cultura “Banana”.

Figura 15: Relatório de Ingredientes Ativos autorizados para a Banana.

The figure displays two screenshots of the AGROFIT 'Relatório Consolidado de Ingredientes Ativos' for banana. The left screenshot shows a list of 42 active ingredients with columns for Name, Registration Number, Chemical Group, and Class. The right screenshot shows a list of 42 authorized active ingredients with columns for Name, Registration Number, and Class.

Fonte: AGROFIT (2020).

Nesta etapa, existem ponderações a serem feitas. A primeira é que o sistema AGROFIT não apresentou a lista de IA autorizados para forrageiras para corte e nem para taioba. A

segunda, diz respeito ao fato de algumas culturas apresentarem os mesmos ingredientes ativos autorizados e, dessa maneira, foram agrupadas como uma só, como é o caso de: cana forrageira e cana-de-açúcar (agrupadas como cana-de-açúcar), feijão de cor em grão, fradinho em grão e preto em grão (agrupados como feijão) e, por fim, milho em grão, forrageiro e verde (espiga) (agrupados como milho). A tabela 11 apresenta o número de ingredientes ativos autorizados para cada uma das culturas e para pastagem.

Tabela 11: Ingredientes ativos autorizados para cada uma das culturas selecionadas na primeira etapa.

Culturas	Ingredientes ativos autorizados
Feijão	144
Milho em grão	132
Tomate (estaqueado)	132
Café arábica em grão	128
Laranja	126
Cana-de-açúcar	112
Pimentão	59
Alface	54
eucalipto	53
Repolho	52
Berinjela	51
Banana	48
Abóbora, moranga, jerimum	42
Couve	42
Abobrinha	41
Couve-flor	37
Pastagem	36
Brócolis	33
Jiló	33
Quiabo	29
Mandioca (aipim, macaxeira)	26
Beterraba	25
Chuchu	25
Chicória	22
Almeirão	21
Vagem (feijão vagem)	18
Agrião	17
Espinafre	17
Acelga	15
Rúcula	11
Batata-doce	9
Inhame	9
Cebolinha	8
Rabanete	8

Tabela 11 – (Continuação): Ingredientes ativos autorizados para cada uma das culturas selecionadas na primeira etapa.

Culturas	Ingredientes ativos autorizados
Salsa	4
Manjeriçã	2
Taioba	Sem dado
Forrageiras para corte	Sem dado

Fonte: AGROFIT (2020).

Após levantar todos os ingredientes ativos para as 42 culturas e para pastagem, os mesmos foram agrupados. Esses ingredientes representam todos os IA autorizados a nível nacional e, para que pudéssemos ter apenas os IA autorizados na cidade, foi feita uma comparação deste grupo com os autorizados em Minas Gerais, conforme exposto no documento Agrotóxicos Aptos para Comercialização no Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2020). Este documento está apresentado na Figura 16.

Figura 16: Documento dos agrotóxicos autorizados no estado mineiro.

Agrotóxicos Aptos para Comercialização no Estado de Minas Gerais - ABRIL 2020
 INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA
 Gerência de Defesa Sanitária Vegetal - GDV - Setor de Agrotóxico

Página 1

PRODUTOS AGROTÓXICOS CONVENCIONAIS							
Nº	MARCA COMERCIAL	REG. MAPA	CLTX	INGREDIENTES ATIVOS	CL	EMPRESA	PUBLICAÇÃO DOE
1	2,4-D CROP 806 SL	21316	I	2,4-D	H	SOLUS INDUSTRIA	25/01/18
2	2,4-D (240) + PICLORAM (64) SL	31918	I	2,4 D, SAL DE TRIETANOLAMINA, PICLORAM, SAL DE TRIETANOLAMINA	H	CCAB	02/03/19
3	2,4-D 806 SL ALAMOS	6715	I	2,4 D DIMETILAMINA	H	ALAMOS	15/02/17
4	2,4-D AMIDA 840 SL	5002	I	2,4-D	H	ALBAUGH	
5	2,4-D NORTOX	3009	I	2,4-D	H	NORTOX	
6	2,4-D TECNOMYL	6515	I	SAL DIMETILAMONA DE 2,4-D	H	TECNOMYL	
7	2,4-D AGROIMPORT	41418	I	2,4-D, SAL DE DIMETILAMINA	H	AGRO IMPORT DO BRASIL LTDA	10/08/2019
8	ABACUS HC	9210	III	PIRACLOSTROBINA+EPOXICONAZOL	F	BASF	
9	ABADIN 72 EC	19917	I	ABAMECTINA	I	CROPCHEM	
10	ABAMECTIN 72 EC NORTOX	29617	I	ABAMECTINA	A-I	NORTOX	09/06/18
11	ABAMECTIN NORTOX	5501	III	ABAMECTINA	A-I	NORTOX	
12	ABAMECTIN PRENTISS	806	I	ABAMECTINA	A-I	PRENTISS	
13	ABAMEX	3801	I	ABAMECTINA	A-I	NUFARM	
14	ABAMEX BR 18	6909	I	ABAMECTINA	A-I	NUFARM	
15	ABAMIT	11209	III	ABAMECTINA	I	FMC	
16	ABONE	12014	III	DIURON	H	ALBAUGH	06/07/18
17	ABSOLUTO 500 SC	16117	II	CLOROTALONIL	F	IHARABRÁS	07/03/18
18	ABSOLUTO SC	28517	2	CLOROTALONIL	F	IHARABRÁS	
19	ACADEMIC	1205	II	CIMOXANIL + MANCOZEBE	F	OXON	
20	ACARAMIK	16307	I	ABAMECTINA	A-I	ROTAM	
21	ACARISTOP 500 SC	978805	III	CLOFENTEZINA	A	ADAMA	
22	ACARIT	303	I	PROPARGITO	A	ADAMA	
23	ACCENT	5806	I	NICOSULFUROM	H	DJ PONT	
24	ACCURATE	5208	III	METSULFUROM-METÍLICO	H	FMC	
25	ACEFATO CCAB 750 SP	38618	I	ACEFATO	I - A	CCAB	
26	ACEFATO FERSOL 750 SP	458294	IV	ACEFATO	A-I	AMERIBRAS	
27	ACEFATO NORTOX	16907	I	ACEFATO	I	NORTOX	
28	ACEHERO	8311	I	ACEFATO	I	SABERO	
29	ACERT	2093	III	PROPAQUIZAFÓE	H	ADAMA	

Fonte: Minas Gerais (2020).

De acordo com o MAPA, por meio do AGROFIT (2020), o Brasil possui 265 ingredientes ativos autorizados para as 42 culturas supracitadas, mais a pastagem. Após a comparação dos IA autorizados no Brasil com os autorizados em Minas Gerais houve uma redução para 156 ingredientes ativos. Essa redução de mais de 100 ingredientes apresenta um refinamento importante para a pesquisa, uma vez que permite o foco em IA mais relevantes a nível estadual.

A tabela 12 mostra quantos IA estão autorizados a nível nacional, a nível estadual e qual o percentual da redução a partir desses dois níveis comparativamente. Foi possível atingir uma redução de quase 40%, o que ajuda a separar o que é mais importante para a região de estudo. O Brasil é um país muito extenso, com grandes diferenças sobre cultivos e uso de agrotóxicos em cada estado e esse estudo, mesmo que utilizando uma parcela de informações, ajuda a separar o que é mais importante para a cidade de Juiz de Fora.

Tabela 12: Ingredientes ativos autorizados no Brasil e em Minas Gerais por cultura e o percentual de redução entre a esfera federal e estadual.

Culturas	Ingredientes ativos autorizados no Brasil	Ingredientes ativos Autorizados MG	Redução (%)
Abóbora, moranga, jerimum	42	30	29%
Abobrinha	41	29	29%
Acelga	15	9	40%
Agrião	17	11	35%
Alface	54	36	33%
Almeirão	21	15	29%
Banana	48	33	31%
Batata-doce	9	7	22%
Berinjela	51	38	25%
Beterraba	25	20	20%
Brócolis	33	24	27%
Café arábica em grão	128	88	31%
Cana-de-açúcar	112	75	33%
Cebolinha	8	7	13%
Chicória	22	16	27%
Chuchu	25	20	20%
Couve	42	30	29%
Couve-flor	37	28	24%
Espinafre	17	11	35%
Eucalipto	53	41	23%
Feijão	144	95	34%
Forrageiras para corte	Sem dado	Sem dado	Sem dado
Inhame	9	7	22%
Jiló	33	24	27%
Laranja	126	88	30%
Mandioca (aipim, macaxeira)	26	21	19%
Manjeriço	2	1	50%
Milho em grão	132	90	32%
Pastagem	36	26	28%
Pimentão	59	43	27%
Quiabo	29	21	28%

Tabela 12 – (Continuação): Ingredientes ativos autorizados no Brasil e em Minas Gerais por cultura e seu percentual de diferença entre esses níveis de aceitação.

Culturas	Ingredientes ativos autorizados no Brasil	Ingredientes ativos Autorizados MG	Redução (%)
Rabanete	8	7	13%
Repolho	52	38	27%
Rúcula	11	7	36%
Salsa	4	3	25%
Taioba	Sem dado	Sem dado	Sem dado
Tomate (estaqueado)	132	90	32%
Vagem (feijão vagem)	18	13	28%

Fonte: AGROFIT (2020), Minas Gerais (2020).

5.1.3 Etapa 3: Histórico de vendas

O histórico de vendas do IBAMA foi feito compilando-se todos os anos e calculando a média para cada ingrediente. Houveram 96 ingredientes que possuíam vendas e esses valores variaram de 0,002 toneladas/ano, caso do fosfeto de magnésio, até 12.996 toneladas anuais, como é o caso do glifosato.

O percentil 25 para a média de comercialização foi de 4,2 toneladas anuais, ou seja, os ingredientes ativos acima deste valor foram aqueles que se mantiveram na pesquisa. A tabela 13 apresenta a lista com os produtos mais comercializados, em média, para os anos trabalhados. Além disso, é possível observar também onde está localizado o ponto de corte – percentil 25. O Anexo B, em suas tabelas 27 a 31, apresenta os boletins do IBAMA para os mesmos anos. Tabela 13: Tabela de ingredientes ativos e seus valores médios de vendas, em toneladas, para

os anos de 2014 a 2018 no estado de MG.

IA e sua posição no ranking médio	Média (ton)	IA e sua posição no ranking médio	Média (ton)	IA e sua posição no ranking médio	Média (ton)
Glifosato 1º	12.996,8	Malationa 33º	96,5	Nonil Fenol Polietileno Glicol Éter 65º	10,7
Mancozebe 2º	2.436,5	Epoconazol 34º	93,2	Nonilfenol Etoxilado 66º	8,3
2,4-D 3º	2.084,1	Fipronil 35º	84,2	Diafentiurom 67º	7,9
Atrazina 4º	1.670,9	Cletodim 36º	79,5	Fosfeto De Alumínio 68º	6,5
Acefato 5º	1.370,8	Propargito 37º	75,6	Lactofem 69º	6,3
Óleo Mineral 6º	1.359,1	Bifentrina 38º	51,6	Mesotriona 70º	6,3

Tabela 13 – (Continuação): Tabela de ingredientes ativos e seus valores médios de vendas, em toneladas, para os anos de 2014 a 2018 no estado de MG.

IA e sua posição no ranking médio	Média (ton)	IA e sua posição no ranking médio	Média (ton)	IA e sua posição no ranking médio	Média (ton)
Óleo Vegetal	7º	1.175,9	Lambda-Cialotrina	39º	51,4
Clorpirifós	8º	924,9	Trifluralina	40º	47,3
					PERCENTIL 25: 4,2 TON.
Imidacloprido	9º	800,9	Sulfentrazona	41º	45,1
Tiofanato-Metílico	10º	588,7	Tiodicarbe	42º	45,1
Hidróxido De Cobre	11º	468,7	Propiconazol	43º	40,8
Oxicloreto De Cobre	12º	445,8	Acetamiprido	44º	38,7
Clorotalonil	13º	430,2	Difenoconazol	45º	38,4
Carbendazim	14º	417,5	Captana	46º	33,0
Metomil	15º	388,3	Tiram	47º	33,0
Diurum	16º	380,9	Procimidona	48º	30,6
Dicloreto De Paraquate	17º	347,5	Dimetoato	49º	30,5
Enxofre	18º	340,5	Cimoxanil	50º	27,5
Ametrina	19º	312,5	Triclopir-Butotílico	51º	27,1
Tebutiurum	20º	285,0	Fenoxaprope-P-Etílico	52º	23,9
Clomazona	21º	282,8	Diflubenzurum	53º	22,8
Flutriafol	22º	198,5	Cipermetrina	54º	20,5
Azoxistrobina	23º	189,6	Parationa-Metílica	55º	20,3
Msmá	24º	181,5	Abamectina	56º	19,4
Tebuconazol	25º	175,2	Dibrometo De Diquate	57º	17,5
Picloram	26º	130,2	Imazetapir	58º	17,1
Ciproconazol	27º	126,8	Haloxifope-P-Metílico	59º	16,6
Hexazinona	28º	118,7	Cresoxim-Metílico	60º	13,9
Bentazona	29º	113,8	Clorimurum-Etílico	61º	13,4
					Glifosato-Sal De Isopropilamina
					Metsulfurom-Metílico
					Iprodiona
					Simazina
					Ciantraniliprole
					Terra Diatomácea
					Cloreto De Mepiquate
					Novalurum
					Sulfluramida
					Nicosulfurom
					Lufenurum
					Tetraconazol
					Fluroxipir-Metílico
					Quizalofope-P-Etílico
					Permetrina
					Sulfato De Cobre
					Piriproxifem
					Carboxina
					Folpete
					Dicofol
					Brometo De Metila
					Dodecilbenzeno Sulfonato De Sódio
					Fenpiroximato

Tabela 14: Ingredientes ativos autorizados em Minas Gerais e que estão acima do valor de percentil 25.

Culturas	Ingredientes ativos autorizados	Autorizados MG	Autorizados MG e acima percentil	Redução (%) em relação aos autorizados em MG
Abóbora, moranga, jerimum	42	30	13	57%
Abobrinha	41	29	11	62%
Acelga	15	9	2	78%
Agrião	17	11	2	82%
Alface	54	36	14	61%
Almeirão	21	15	6	60%
Banana	48	33	17	48%
Batata-doce	9	7	3	57%
Berinjela	51	38	19	50%
Beterraba	25	20	10	50%
Brócolis	33	24	10	58%
Café arábica em grão	128	88	40	55%
Cana-de-açúcar	112	75	34	55%
Cebolinha	8	7	2	71%
Chicória	22	16	6	63%
Chuchu	25	20	10	50%
Couve	42	30	13	57%
Couve-flor	37	28	13	54%
Espinafre	17	11	2	82%
Eucalipto	53	41	21	49%
Feijão	144	95	40	58%
FORAGEIRAS PARA CORTE	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado
Inhame	9	7	3	57%
Jiló	33	24	10	58%
Laranja	126	88	39	56%
Mandioca (aipim, macaxeira)	26	21	9	57%
Manjeriço	2	1	0	100%
Milho em grão	132	90	43	52%
Pastagem	36	26	15	42%
Pimentão	59	43	18	58%
Quiabo	29	21	9	57%
Rabanete	8	7	2	71%
Repolho	52	38	17	55%
Rúcula	11	7	1	86%
Salsa	4	3	1	67%

Tabela 14 – (Continuação): Ingredientes ativos autorizados em Minas Gerais e que estão acima do valor de percentil 25.

Culturas	Ingredientes ativos autorizados	Autorizados MG	Autorizados MG e acima percentil	Redução (%) em relação aos autorizados em
Taioba	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado
Tomate (estaqueado)	132	90	43	52%
Vagem (feijão vagem)	18	13	7	46%

Fonte: AGROFIT (2020), Minas Gerais (2020).

Ao final da fase 1, de acordo com metodologia, o número de IA foi reduzido para 60. São estes: 2,4-D, abamectina, acefato, acetamiprido, ametrina, atrazina, azoxistrobina, bentazona, bifentrina, captana, carbendazim, cipermetrina, ciproconazol, cletodim, clomazona, clorantniliprole, cloridrato de propamocarbe, clorimurom-etílico, clorotalonil, clorpirifós, diafentiurom, dibrometo de diquate, dicloreto de paraquate, difenoconazol, diflubenzurom, dimetoato, diurom, enxofre, etefom, fipronil, fluazinam, flutriafol, fosfeto de alumínio, glifosato, glufosinato - sal de amônio, haloxifope-p-metílico, hexazinona, hidróxido de cobre, imazetapir, imidacloprido, lambda-cialotrina, malationa, mancozebe, mesotriona, metomil, metribuzim, metsulfurom-metílico, MSMA, oxicloreto de cobre, picloram, procimidona, propargito, sulfentazona, tebuconazol, tebutiurom, tiodicarbe, tiofanato-metílico, tiram, triclopir-butotílico e trifluralina.

5.2 Fase 2: Avaliação da dinâmica ambiental

Nesta etapa, a metodologia tratou de analisar cada um dos 60 IA resultantes das etapas anteriores de acordo com os cinco critérios explanados. Dessa forma, 20 compostos foram eliminados por não constituírem risco potencial, permanecendo 40 como potenciais riscos.

O primeiro critério exclui oito ingredientes, o segundo dois, o terceiro três, o quarto sete e o quinto e último três – a soma destes valores apresentam 23, mas, como houveram três IA excluídos concomitantemente por dois critérios, o total permanece como 20 ingredientes eliminados (Tabela 15).

Os eliminados, ou seja com baixo risco, foram: 2,4-D, acetamiprido, bifentrina, captana, cipermetrina, cloridrato de propamocarbe, clorotalonil, clorpirifós, diafentiurom (eliminado por 2 critérios – critérios 1 e 4), diflubenzurom, etefom, fosfeto de alumínio, glufosinato - sal de amônio, haloxifope-p-metílico, malationa (eliminado por 2 critérios – critérios 1 e 4),

mancozebe, procimidona, tiofanato-metílico (eliminados por 2 critérios – critérios 1 e 4), tiram e trifluralina (Tabela 15).

Tabela 15: Resumo das eliminações da etapa de Avaliação da Dinâmica Ambiental.

Critério	Significado	Quantidade e citação dos compostos excluídos
1	Elevado potencial de adsorção ao solo e baixo tempo de meia-vida no solo.	8 Clorotalonil, diafentiurom, diflubenzurom, glufosinato sal de amônio, malationa, maconzebe, tiofanato-metílico e tiram.
2	Baixo potencial de adsorção ao solo e baixo tempo de meia-vida na água.	2 2,4 – D e haloxifope-p-metílico.
3	Potencial intermediário de adsorção ao solo e baixo tempo de meia-vida, tanto na água como no solo.	3 Acetamiprido, captana e procimidona.
4	Baixo potencial de lixiviação (GUS), baixo potencial de transporte dissolvido na água (GOSS) e baixo ou médio potencial de transporte associado ao sedimento (GOSS).	7 Bifentrina, cipermetrina, cloridrato de propamocarbe, diafentiurom, etefom, malationa e tiofanato-metílico.
5	Baixa probabilidade de ser encontrada em água devido à elevada volatilidade.	3 Clorpirifós, fosfeto de alumínio e trifluralina.

Fonte: Elaboração própria.

Cabe a observação que nem todos os compostos puderem ser plenamente analisados por todos os critérios pelo fato de que nem todas as características físicas e químicas necessárias estavam contempladas nas agências pesquisadas. Dessa maneira, quando o critério não pode ser analisado por falta de um dado, se mantinha o IA, uma vez que o eliminar não seria adequado pela possibilidade de risco, fazendo assim com que a metodologia fosse sempre mais segura e restritiva.

Os ingredientes que apresentaram este problema de falta de algumas informações foram: abamectina (DT₅₀ água, kh e kow), ciproconazol (koc e DT₅₀ água), cletodim (koc), dicloreto de paraquate (DT₅₀ água), enxofre (todos os parâmetros), flutriafol (koc), hidróxido de cobre (DT₅₀ água e kh), MSMA (DT₅₀ água e kh), oxiclreto de cobre (koc, DT₅₀ água e kh), sulfentrazona (DT₅₀ água e kh), tebuconazol (DT₅₀ água) e tricoplir-butotílico (DT₅₀ água). Isso significa que dos 40 ingredientes classificados como relevantes, 11 deles não foi possível observar todos os dados nas bibliografias. Apesar de ser quase 25% dos IA, quando pensamos no total de dados possíveis, vemos que a falta de dados é muito pequena: foram coletados sete

parâmetros físicos e químicos de 40 ingredientes, totalizando 280 informações possíveis. Como não foram encontradas apenas 26, temos que a falta de dados foi observada em apenas 9% dos casos.

Após a exclusão dos 20 ingredientes supracitados, foram selecionados 40 IA como predominantes no estudo da possível contaminação dos mananciais de Juiz de Fora. Estes podem ser observados no Anexo C, tabela 32, juntamente com as características físicas e químicas relevantes para a metodologia utilizada.

Os ingredientes eliminados pelo primeiro critério, juntamente com os dados associados ao mesmo podem ser observados na tabela 16. Os eliminados pelo segundo, terceiro, quarto e quinto critério, juntamente com as características daquele critério, tal como anteriormente citado, estão apresentados nas tabelas 17, 18, 19 e 20, respectivamente.

Tabela 16: Ingredientes ativos eliminados pelo primeiro critério e seus parâmetros físicos e químicos associados.

Composto	Koc	DT ₅₀ SOLO	Critério 1
clorotalonil	2632 ⁽¹⁾	3,53 ⁽¹⁾	Excluir
diafentiurom	43546 ⁽¹⁾	0,5 ⁽¹⁾	Excluir
diflubenzurom	10000 ⁽²⁾	3 ⁽¹⁾	Excluir
Glufosinato - sal de amônio	600 ⁽¹⁾	7,4 ⁽¹⁾	Excluir
Malationa	1800 ⁽¹⁾	0,17 ⁽¹⁾	Excluir
mancozebe	998 ⁽¹⁾	0,05 ⁽¹⁾	Excluir
tiofanato-metílico	1830 ⁽²⁾	0,5 ⁽¹⁾	Excluir
tiram	670 ⁽²⁾	4,89 ⁽¹⁾	Excluir
Total eliminado			8

(1) IUPAC (2020)

(2) NPIC (2020)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 17: Ingredientes ativos eliminados pelo segundo critério e seus parâmetros físicos e químicos associados.

Composto	Koc	DT ₅₀ ÁGUA	DT ₅₀ hidrólise	Critério 2
2,4-D	39,3 ⁽¹⁾	7,7 ⁽¹⁾	s ⁽¹⁾	Excluir
haloxifope-p-metílico	75 ⁽²⁾	0,25 ⁽¹⁾	43 ⁽¹⁾	Excluir
Total eliminado				2

(1) IUPAC (2020)

(2) NPIC (2020)

s: estável.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 18: Ingredientes ativos eliminados pelo terceiro critério e seus parâmetros físicos e químicos associados.

Composto	Koc	DT ₅₀ SOLO	DT ₅₀ ÁGUA	Critério 3
acetamiprido	200 ⁽¹⁾	1,6 ⁽¹⁾	4,7 ⁽¹⁾	Excluir
captana	200 ⁽²⁾	0,8 ⁽¹⁾	0,6 ⁽¹⁾	Excluir
procimidona	378 ⁽¹⁾	7 ⁽¹⁾	0,8 ⁽¹⁾	Excluir
Total eliminado			3	

(1) IUPAC (2020)

(2) NPIC (2020)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 19: Ingredientes ativos eliminados pelo quarto critério e seus parâmetros físicos e químicos associados.

Composto	GUS	GOSS água	GOSS solo/sedimento	Critério 4
bifentrina	Baixo	Baixo	Médio	Excluir
Cipermetrina	Baixo	Baixo	Médio	Excluir
cloridrato de propamocarbe	Baixo	Baixo	Médio	Excluir
diafentiurum	Baixo	Baixo	Baixo	Excluir
Etefom	Baixo	Baixo	Médio	Excluir
Malationa	Baixo	Baixo	Baixo	Excluir
tiofanato-metílico	Baixo	Baixo	Baixo	Excluir
Total eliminado			7	

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 20: Ingredientes ativos eliminados pelo quinto critério e seus parâmetros físicos e químicos associados.

Composto	Kh (Pa)	Kh' (adm)	Kow	Kh'/Kow	Critério 5
clorpirifós	0,478 ⁽¹⁾	0,000196	50100 ⁽¹⁾	3,91E-09	Excluir
fosfeto de alumínio	33300 ⁽¹⁾	13,65063	11,2 ⁽¹⁾	1,218806	Excluir
trifluralina	10,2 ⁽¹⁾	0,004181	186000 ⁽¹⁾	2,25E-08	Excluir
Total eliminado			3		

(1) IUPAC (2020)

Fonte: Elaboração própria.

5.3 Fase 3: Uso agropecuário das bacias hidrográficas de Juiz de Fora

A represa João Penido é o único dos quatro mananciais estudados a possuir alguma avaliação sobre contaminação por agrotóxicos. No estudo de Bucci *et al.* (2015), foram analisados todos os ingredientes ativos presentes nas Portarias MS/GM 518/2004 (Brasil, 2004)

e 2.914/2011 (Brasil, 2011). Esses IA, conforme exposto na revisão bibliográfica deste trabalho, totalizam 33 e são os seguintes parâmetros: 2,4 D + 2,4,5 T, alaclor, aldicarbe, aldicarbesulfona, aldicarbesulfóxido, aldrin, dieldrin, atrazina, carbendazim, benomil, carbofurano, clordano, clorpirifós, clorpirifós-oxon, DDT+DDD+DDE, diuron, endossulfan (α β e sais), endrin, glifosato, AMPA, lindano (gama HCH), mancozebe, metamidofós, metolacloro, molinato, parationa metílica, pendimentalina, permetrina, profenofós, simazina, tebuconazol, terbufós e trifluralina (BRASIL, 2011). Todos os ingredientes ativos ficaram abaixo do limite de quantificação, estando assim em conformidade com a legislação vigente no momento do estudo, ou seja, a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BUCCI *et al.*, 2015).

Outro ponto que mostra a baixa quantidade de informações acerca deste tema na cidade de Juiz de Fora se dá pela análise dos dados fornecidos pelo SISÁGUA. No sistema, utilizando as Amostras de Vigilância para as análises realizadas de 2014 a 2020, a cidade de Juiz de Fora apresenta apenas 3 dados retornados onde nenhum deles se enquadra na categoria de agrotóxicos (BRASIL, 2020). Não foram encontrados outros dados sobre a presença de ingredientes ativos na água da cidade, o que não significa necessariamente a inexistência de dados, mas que não há disponibilização ao público.

A tabela 21 apresenta um resumo sobre o percentual de cada uma das bacias hidrográficas no que diz respeito ao seu uso e ocupação do solo.

Tabela 21: Resumo do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas dos mananciais da cidade de Juiz de Fora.

Classe de uso	Ribeirão Espírito Santo (%)	Represa de São Pedro (%)	Represa de Chapéu D'Uvas (%)	Represa Doutor João Penido (%)
Solo exposto	0,23	10,60	1,62	64,89
Pastagem	41,93	41,40	50,86	
Silvicultura	---	---	6,77	---
Agrícola	---	---	0,78	---
Demais	57,84	48,00	39,97	35,11

Fonte: Assis *et al.* (2014), Freitas (2015), Oliveira (2018), SILVA *et al.* (2017).

Conforme o exposto na tabela 21, de todas as bacias hidrográficas, apenas Chapéu D'Uvas apresenta, de acordo com as bibliografias consultadas, algum tipo de utilização na agricultura e silvicultura, sendo assim, a bacia prioritária nos estudos das culturas analisadas. O fato localização da bacia ser externa a cidade de Juiz de Fora é um ponto relevante, uma vez que o trabalho busca nortear o documento para a cidade de Juiz de Fora e o controle da bacia, onde a cidade não está inclusa, pode tornar o caso aberto a uma esfera federal

Pode-se observar ainda que em todas as bacias hidrográficas, a relevância da pastagem é alta, apresentando a menor porcentagem de 41%. Assim, os ingredientes autorizados em Minas Gerais e que não tenham sido eliminados na ADA para a pastagem também devem ser observados de maneira prioritária, com considerações. Faz-se necessário uma avaliação acerca da utilização e manejo das pastagens, visto que os ingredientes estarão presentes naquelas com cuidado e manejo adequados.

5.4 Fase 4: ingredientes ativos prioritários

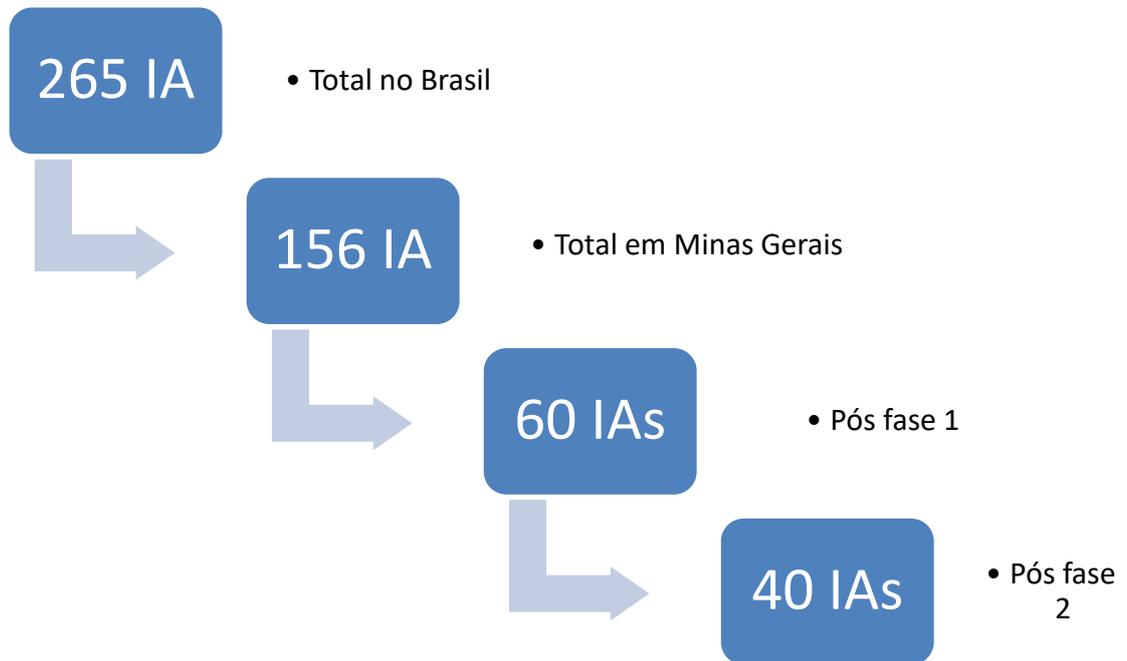
A metodologia foi eficiente no que se propôs e conseguiu reduzir o número de IA que podem contaminar os mananciais da cidade com base em uma série de fatores. Dessa maneira, temos que os ingredientes que ficam como potenciais riscos de presença na água no município de Juiz de Fora são os seguintes: abamectina, acefato, ametrina, atrazina, azoxistrobina, bentazona, carbendazim, ciproconazol, cletodim, clomazona, clorantraniliprole, clorimurmetílico, dibrometo de diquate, dicloreto de paraquate, difenoconazol, dimetoato, diurom, enxofre, fipronil, fluazinam, flutriafol, glifosato, hexazinona, hidróxido de cobre, imazetapir, imidacloprido, lambda-cialotrina, mesotriona, metomil, metribuzim, metsulfurom-metílico, MSMA, oxicloreto de cobre, picloram, propargito, sulfentazona, tebuconazol, tebutiurum, tiodicarbe e tricoplir-butotílico.

A intenção do trabalho foi determinar os ingredientes ativos com maiores potenciais de causar contaminação nos mananciais, com base na metodologia, a fim de nortear a pesquisa sobre possíveis contaminações e criar um plano de monitoramento que fosse adequado para a cidade de Juiz de Fora, conforme preconizado na Portaria 888/2021 (BRASIL, 2021).

Em âmbito nacional, o sistema AGROFIT informa que no Brasil existem, autorizados para a pastagem e culturas estabelecidas, 265 IA autorizados. Quando partimos ao âmbito estadual, comparando os ingredientes do AGROFIT com os do documento da Gerência de Defesa Sanitária Vegetal do IMA (MINAS GERAIS, 2020), temos um total de 156 ingredientes para o estado mineiro. As etapas um e dois da fase 1 da metodologia consistiram em levantar as principais culturas plantadas na área de estudo e seus ingredientes autorizados, juntamente com os de pastagem. Na fase 3, buscou-se comparar com o histórico de vendas, onde esse número se reduziu a 60.

Quando passamos esses IA pela avaliação de dinâmica ambiental, temos uma nova delimitação, mantendo agora apenas 40. Uma redução de aproximadamente 83% se comparado aos 265 ingredientes iniciais. A figura 17 mostra a delimitação dos IA considerados prioritários no estudo em cada fase.

Figura 17: Ilustração das reduções de ingredientes ativos com o desenvolvimento metodológico.



Fonte: Elaboração própria.

Destes 40 ingredientes ativos citados como prioritários na investigação das águas de abastecimento da cidade, apenas cinco dos 40 constavam na Portaria de Consolidação N° 5, do Ministério da Saúde, em seu anexo XX (BRASIL, 2017). São eles: atrazina, carbendazim, diurom, glifosato e tebuconazol. Na recém publicada Portaria 888/2021, este número aumenta para 15 (BRASIL, 2021). Os acréscimos aos quatro anteriores são: acefato, ametrina, ciproconazol, dimetoato, fipronil, flutriafol, metribuzim, picloram, propargito, tiodicarbe. Sobre estes 15 compostos, a tabela 22 apresenta o seu posicionamento no ranking dos mais vendidos em Minas Gerais, nos últimos anos, juntamente com a quantidade média vendida.

Tabela 22: Quantidade média anual comercializadas e posição no ranking dos ingredientes ativos prioritários para avaliação em Juiz de Fora, Minas Gerais.

Ingrediente Ativo	Média MG (toneladas anuais)	Posição no ranking
glifosato	12.996,822	1°
acefato	1.370,842	5°
carbendazim	417,452	14°
diurom	380,896	16°
ametrina	312,527	19°
flutriafol	198,473	22°
tebuconazol	175,170	25°
picloram	130,210	26°
ciproconazol	126,752	27°

Tabela 22 – (Continuação): Quantidade média anual comercializadas e posição no ranking dos ingredientes ativos prioritários para avaliação em Juiz de Fora, Minas Gerais.

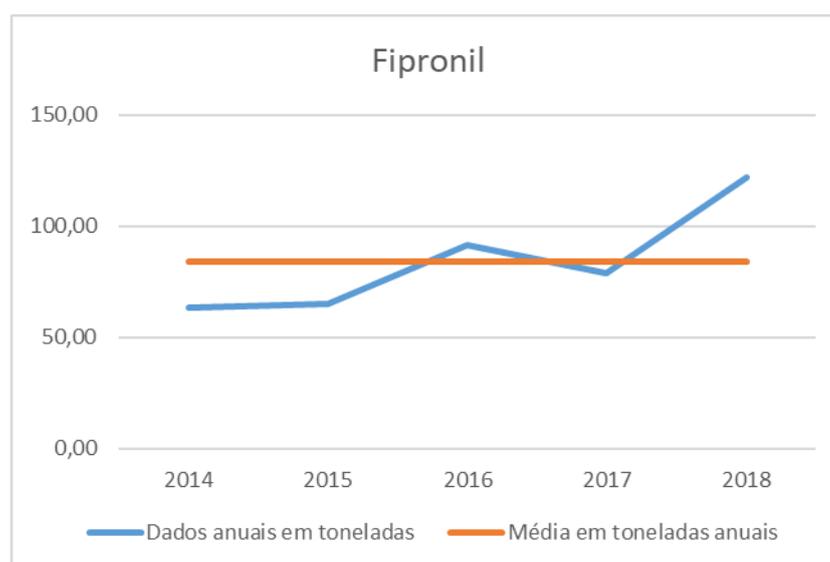
metribuzim	97,849	32°
fipronil	84,156	35°
propargito	75,602	37°
tiodicarbe	45,083	42°
dimetoato	30,460	49°
abamectina	19,387	56°

Fonte: Elaboração própria.

Pelo fato de a pastagem e silvicultura para a cidade de Juiz de Fora, resumida ao eucalipto, serem muito relevantes nas bacias hidrográficas da cidade, os ingredientes ativos autorizados para essas culturas e que estão dentro dos 40 prioritários se tornam ainda mais relevantes. Esses ingredientes são os 15 seguintes: azoxistrobina, ciproconazol, cletodim, clomazona, clorimurom-etílico, diurom, fipronil, fluazinam, flutriafol, glifosato, metsulfurom-metílico, picloram, sulfentrazona, tebuconazol e tebutiurom.

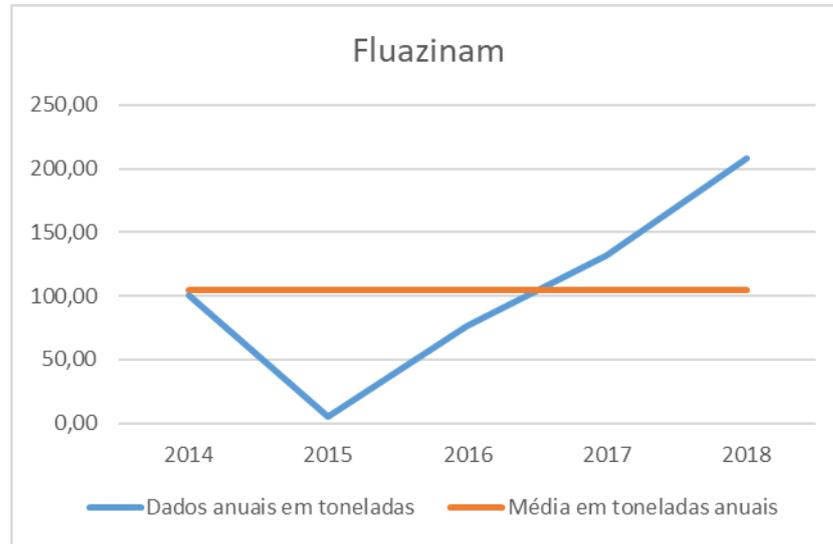
Se levarmos em conta que o principal destaque nas bacias está ligado as pastagens, podemos falar que seis dos 40 merecem destaque no trabalho, sendo eles fipronil, fluazinam, glifosato, metsulfurom-metílico, picloram e tebutiurom. Contudo, um estudo que observe a conservação das pastagens e, conseqüentemente, a utilização de defensivos deve ser realizado para confirmação desse destaque. As figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23 apresentam a evolução do perfil de vendas destes seis, juntamente com a sua média anual comercializada.

Figura 18: Perfil de comercialização do fipronil para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.



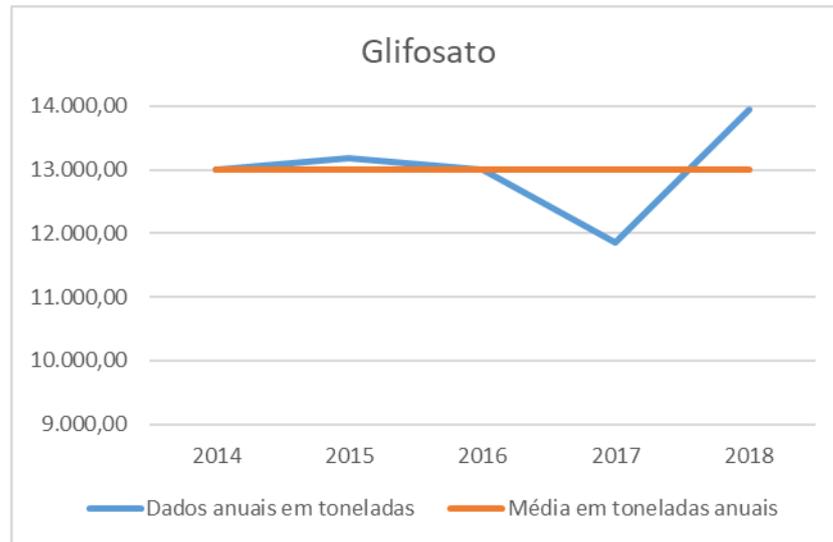
Fonte: Adaptado de IBAMA (2020).

Figura 19: Perfil de comercialização do fluazinam para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.



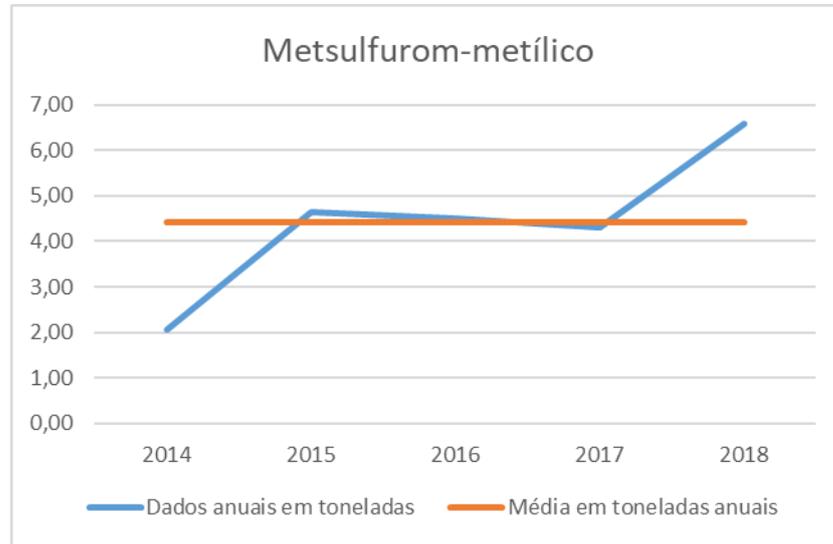
Fonte: Adaptado de IBAMA (2020).

Figura 20: Perfil de comercialização do glifosato para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.



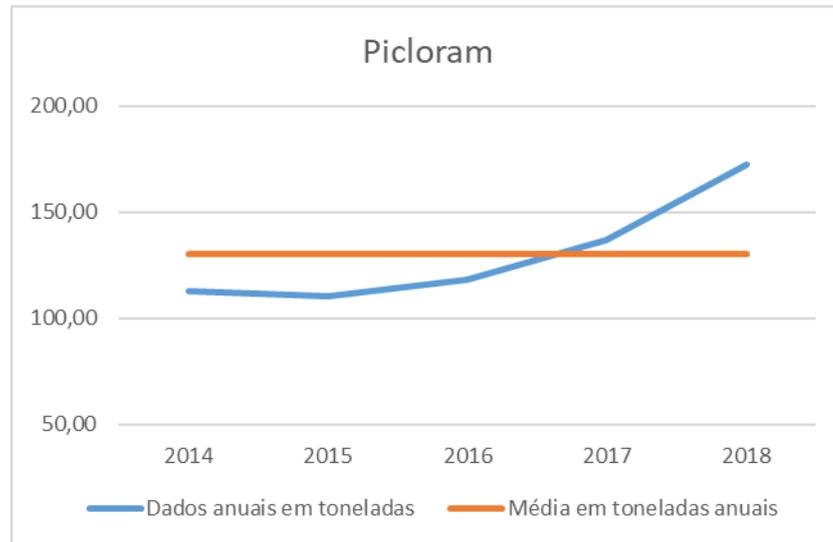
Fonte: Adaptado de IBAMA (2020).

Figura 21: Perfil de comercialização do metsulfurom-metílico para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.



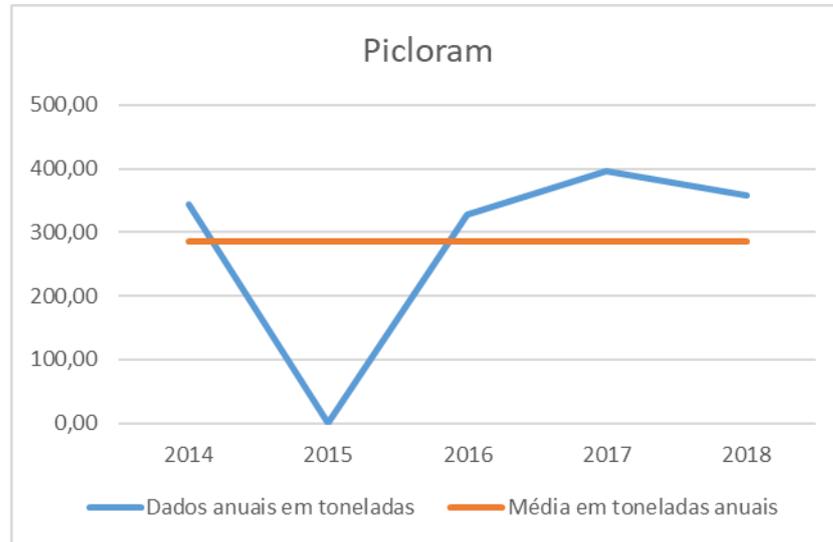
Fonte: Adaptado de IBAMA (2020).

Figura 22: Perfil de comercialização do picloram para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.



Fonte: Adaptado de IBAMA (2020).

Figura 23: Perfil de comercialização do tebutiorom para os anos de 2014 a 2018 e a média anual, em toneladas, para os mesmos anos.



Fonte: Adaptado de IBAMA (2020).

Conforme pode ser observado nas figuras 18 a 23, todos os ingredientes ativos possuem o último ano dos dados, no caso 2018, acima do perfil de vendas médio para o período de 2014 até 2018. Um ponto interessante a ser monitorado em futuros boletins anuais de comercialização é como as vendas destes ingredientes irão se comportar.

O fato de apenas 15 dos 40 compostos prioritários estarem na recém aprovada atualização da legislação de potabilidade brasileira – PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021 – é preocupante. Todavia, a mesma Portaria apresenta em seu escopo a necessidade de que cada região – nesse caso a cidade de Juiz de Fora – elabore um material que consagre quais os ingredientes mais prováveis. A partir de então, este documento deve ser seguido e direcionado para a realidade individual, criando um plano de monitoramento mais preciso e, dessa forma, garantindo uma melhor qualidade da água de consumo.

6 Considerações finais

Conforme exposto, os agrotóxicos estão presentes na história do agronegócio brasileiro e desempenham papel muito importante na economia nacional, entretanto, sua utilização deve ser pensada antes, durante e após aplicação. O uso deve ser planejado de acordo com as culturas, a aplicação cuidadosa e com equipamentos corretos e seu monitoramento definido e embasado na realidade da cidade em questão, conforme preconizado na Portaria 888 (BRASIL, 2021), para que seja possível a organização das análises sobre eventuais contaminações dos mananciais.

Na cidade de Juiz de Fora, a metodologia apresentada pontuou a maior relevância de 41 culturas de lavouras e hortifruti, uma de silvicultura – totalizando 42 –, além das pastagens. Para essas culturas, foram elencados como prioritários para a cidade alvo 40 ingredientes ativos. Estes são: abamectina, acefato, ametrina, atrazina, azoxistrobina, bentazona, carbendazim, ciproconazol, cletodim, clomazona, clorantraniliprole, clorimurom-etílico, dibrometo de diquate, dicloreto de paraquate, difenoconazol, dimetoato, diurom, enxofre, fipronil, fluazinam, flutriafol, glifosato, hexazinona, hidróxido de cobre, imazetapir, imidacloprido, lambda-cialotrina, mesotriona, metomil, metribuzim, metsulfurom-metílico, MSMA, oxicloreto de cobre, picloram, propargito, sulfentrazone, tebuconazol, tebutiurom, tiodicarbe e tricoplirbutotílico.

Esses parâmetros compõe um grupo de maior foco para pesquisas sobre possíveis contaminações dos mananciais. Todos estes são relevantes para a cidade, principalmente para a área composta pela bacia de Chapéu D’Uvas, pela presença de silvicultura e agricultura.

O presente trabalho pode ser considerado um passo em direção a um documento norteador para a cidade de Juiz de Fora (MG). O levantamento dos ingredientes ativos principais, com base na metodologia proposta, apresenta uma lista de IA mais relevante para análises do que os descritos na atual Portaria, pelo fato de se ater mais as características agropecuárias da região.

7 Referências

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso: jul. 2020.

AMÉRICO, Juliana Heloisa Pinê; MANOEL, Letícia de Oliveira; TORRES, Nádia Hortense; FERREIRA, Luiz Fernando Romanholo. O USO DE AGROTÓXICOS E OS IMPACTOS NOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS. Revista Científica Anap Brasil, [S.L.], v. 8, n. 13, p. 101-115, 15 nov. 2015. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/1984324081320151149>.

ASSIS, Débora Couto de et al.. ANÁLISE DA PAISAGEM NA SUB-BACIA DR. JOÃO PENIDO EM JUIZ DE FORA, ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7., 2014, Vitória. Congresso Brasileiro. Vitória: Agb, 2014. p. 1-10.

BASTOS et al. Revisão do Anexo XX da Portaria de Consolidação no 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (antiga Portaria MS Nº 2914/2011). Subsídios para Discussão e Orientações para Revisão Critérios de seleção de agrotóxicos. 2020.

BRASIL. Decreto n. 79.367, de 9 de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Brasília, 9 de março de 1977.

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..

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, 2011.

BRASIL. Decreto n. 79.367, de 9 de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e dá outras providências. Brasília, 9 de março de 1977.

BRASIL. Ministério da Saúde. Organização Mundial da Saúde. Antecedentes da legislação brasileira de potabilidade de água para consumo humano.

BRASIL. Presidência da República. Congresso. Senado. Lei Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jan. 1997. Seção 1, p. 470..

BRASIL. Câmara do Deputados. Senado Federal. Projeto de Lei 6.299. 2002. Disponível em: < <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249> >. Acesso em: 04 mar. 2021.

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.

BRASIL. Causas e Prevenção: Agrotóxicos. 2019. Instituto Nacional do Câncer. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

BRASIL. Constituição (2019). Resolução da Diretoria Colegiada nº 294, de 29 de julho de 2019. Rdc Nº 294, de 29 de Julho de 2019. Brasília, DF, 31 jul. 2019a. n. 146, Seção 1, p. 78. 2019a.

BRASIL. Constituição (2019). Resolução da Diretoria Colegiada nº 295, de 29 de julho de 2019. Rdc Nº 295, de 29 de Julho de 2019. Brasília, DF, 31 jul. 2019b. n. 146, Seção 1, p. 85. 2019b.

BRASIL. Constituição (2019). Resolução da Diretoria Colegiada nº 296, de 29 de julho de 2019. Rdc Nº 296, de 29 de Julho de 2019. Brasília, DF, 31 jul. 2019c. n. 146, Seção 1, p. 86. 2019c.

BRASIL. Comex Vis: Visualizações de Comércio Exterior. Ministério da Economia. Disponível em: < <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-externor/estatisticas-de-comercio-externor/comex-vis> >. Acesso em: jul. 2020. 2020a .

BRASIL, Ministério da Saúde. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 07 de maio de 2021. Seção 1, p. 127.

BRASIL. ANVISA. . Perguntas e respostas - Novo marco regulatório de Agrotóxicos. 2020. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/agrotoxicos/novo-marco-regulatorio>. Acesso em: 29 set. 2020. 2020b.

BRITO, Natilene Mesquita et al. Risco de contaminação de águas por pesticidas aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: análise preliminar. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 11, 2001.

BRITO, Ruth Emily Santana Costa et al. O Projeto de Lei nº 6.299/2002 e as violações socioambientais. 2020.

BUCCI, Maria Magaly Heidenreich Silva et al. Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de

Fora, MG. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 804-824, 28 out. 2015. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1534>.

CANUTO, Thiciana Guedes et al. ESTIMATIVA DO RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR PESTICIDAS DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS DO MUNICÍPIO DE TIANGUÁ-CE, COM APLICAÇÃO DO MÉTODO DE GOSS E ÍNDICE DE GUS. Águas Subterrâneas, 2010.

CARNEIRO, Fernando Ferreira (Org.) Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde / Organização de Fernando Ferreira Carneiro, Lia Giraldo da Silva Augusto, Raquel Maria Rigotto, Karen Friedrich e André Campos Búrigo. - Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CESAMA. Barragem Chapéu d'Uvas. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/mananciais/barragem-de-chapeu-d-uvras-2>>. Acesso em: ago. 2020d.

CESAMA. Represa Doutor João Penido. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/mananciais/represa-dr-joao-penido-2>>. Acesso em: ago. 2020b.

CESAMA. Represa São Pedro. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/mananciais/represa-de-sao-pedro-2>>. Acesso em: ago. 2020c.

CESAMA. Ribeirão Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.cesama.com.br/mananciais/ribeirao-do-espírito-santo-2>>. Acesso em: ago. 2020a.

COSTA, Hiago Fernandes. Monitoramento da qualidade da água e do uso e cobertura da terra na bacia de contribuição da represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG) no período de 2005 a 2015. 2016. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

DE MORAES, Rodrigo Fracalossi. Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Texto para Discussão, 2019.

DE GODOI, Emiliano Lobo; DOMINGOS, Ana Tereza Souza. Políticas Públicas e sua Interface com o Consumo de Agrotóxicos no Brasil. Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas (UNIFAFIBE), v. 8, n. 3, p. 181-212, 2020.

FABRO, Nathalia; RIBEIRO, Cassiano. Os cinco erros mais comuns na aplicação de defensivos. 2017. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2017/04/os-cinco-erros-mais-comuns-na-aplicacao-de-defensivos.html>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

FARIA, André Luiz Lopes; DA SILVA, Jorge Xavier; DE BARROS GOES, Maria Hilde. ANÁLISE AMBIENTAL POR GEOPROCESSAMENTO EM REAS COM SUSCEPTIBILIDADE À EROSÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO ESPINHO, RITO SANTO, JUIZ DE FORA (MG). *Caminhos de Geografia*, v. 4, n. 9, 2003.

FRANZ, Patrick Pereira. Trabalho de Conclusão de Curso. 2018.

FREITAS, F. A. Qualidade da água e uso da terra na bacia de contribuição da Represa de São Pedro, Juiz de Fora-MG. 2015. Tese de Doutorado. Dissertação. Universidade Federal de Juiz de Fora.

GARCIA, Simone Domingues; DE LARA, Taynah Ivanir da Costa. O impacto do uso dos agrotóxicos na saúde pública: revisão de literatura. *Saúde e Desenvolvimento Humano*, v. 8, n. 1, p. 85-96, 2020.

GASQUES, José Garcia; VERDE, Carlos Monteiro Villa. Gastos públicos na agricultura: evolução e mudanças. 2003.

GOULAR, Leandro Jekimim. Anvisa aprovou novas regras de rotulagem para agrotóxico. E agora? 2019. Disponível em: <<https://www.promtec.com.br/anvisa-aprovou-novas-regras-de-rotulagem-para-agrotoxico-e-agora/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

GOSS, D. W. Screening Procedure for Soils and Pesticides for Potential Water Quality Impacts. *Weed Technology*, v. 6, p. 701-708, 1992.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology And Chemistry*, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 339-357, abr. 1989. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/etc.5620080411>.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Relatórios de comercialização de agrotóxicos. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594>. Acesso em jul. 21)

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Boletins Anuais de venda. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>>. Acesso em: ago. 2020.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Censo 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/juiz-de-fora.html>>. Acesso em: jul. 2020a.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA). Censo Agropecuário 2017. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017> >. Acesso em: jul. 2020.

IGAM. PS1 - CBH dos Rios Preto e Paraibuna. Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/ps1-cbh-dos-rios-preto-e-paraibuna>. Acesso em: 09 mar. 2021.

IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Defensivos agrícolas: como evitar danos a saúde e ao meio ambiental. Disponível em: < https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/1e5f6d52-d8e5-4a28-a791-c1d201b1f3c8/IPAM_Del15+_Agrochemical+booklet.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kkusExQ >.

IUPAC (INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY). The PPDB A to Z List of Pesticide Active Ingredients. Disponível em: < <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm> >. Acesso em: jul. 2020.

IUPAC (INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY). AGRICULTURAL SUBSTANCES DATABASES BACKGROUND AND SUPPORT INFORMATION. General chemical properties related to environmental fate. Disponível em: < http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/docs/2_3.pdf >. 2020b.

IUPAC (INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY). AGRICULTURAL SUBSTANCES DATABASES BACKGROUND AND SUPPORT INFORMATION. Data Interpretation. Disponível em: < http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/docs/5_1.pdf >. 2020c.

LARA, S. S. De; PIGNATI, W. A.; PIGNATTI, M. G.; LEÃO, L. H. DA C.; MACHADO, J. M. H. A Agricultura do Agronegócio e sua Relação com a Intoxicação Aguda por Agrotóxicos no Brasil. Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 15, n. 32, p. 1-19, 22 out. 2019.

LUNA, Francisco Vidal; KLEIN, Herbert S. Transformações da agricultura brasileira desde 1950. História Econômica & História de Empresas, v. 22, n. 2, 2019.

MACHADO, P. J. D. O. Diagnóstico ambiental e ordenamento territorial–instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas/MG. Universidade Federal Fluminense, Brazil, 2012.

MELLO, F. A., Fagiani, M. de A. B., Silva, R. C. R. e, & Nai, G. A. (2019). AGROTÓXICOS: IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA. Colloquium

Vitae. ISSN: 1984-6436, 11(2), 37-44. Recuperado de <http://journal.unoeste.br/index.php/cv/article/view/2285>

MINAS GERAIS. INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA - IMA. . Agrotóxicos Aptos para Comercialização no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Minas Gerais, 2020. 25 p.

NPIC (NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER). Disponível em: < <http://npic.orst.edu/> >. Acesso em: jul. 2020.

OLIVEIRA, Márcio de. Limnologia da Paisagem com uso de Regressão Geograficamente Ponderada: estudo da qualidade da água na represa de Chapéu D'Uvas, MG. 2018. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada Ao Manejo e Conservação dos Recursos Naturais, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018.

OLIVEIRA, Luciana de; TOOGE, Rikardy. Número de agrotóxicos registrados em 2019 é o maior da série histórica; 94,5% são genéricos, diz governo. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/12/28/numero-de-agrotoxicos-registrados-em-2019-e-o-maior-da-serie-historica-945percent-sao-genericos-diz-governo.ghtml>. Acesso em: 28 dez. 2019.

PAN (PESTICIDE DATABASE). Disponível em: < <http://www.pesticideinfo.org/> >. Acesso em: jul. 2020.

PELAEZ, Victor et al. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. Revista de Economia, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 27-48, abr. 2010.

PELAEZ, Victor Manoel et al. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. Bras. Inov., Campinas, v. 14, n. , p. 153-178, jul. 2015.

PIGNATI, Wanderlei Antonio; LIMA, Francco Antonio Neri de Souza e; LARA, Stephanie Sommerfeld de; CORREA, Marcia Leopoldina Montanari; BARBOSA, Jackson Rogério; LEÃO, Luís Henrique da Costa; PIGNATTI, Marta Gislene. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a vigilância em saúde. Ciência & Saúde Coletiva, [S.L.], v. 22, n. 10, p. 3281-3293, out. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>.

PINTO, Vívian Gemiliano et al. Diagnóstico físico-ambiental como subsídio a identificação de áreas vulneráveis à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG), Brasil. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied

Science, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 632-646, dez. 2014. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/1980-993x>.

PJF. DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL| Sistema Municipal de Planejamento do Território – SISPLAN. Disponível em: <
<https://www.pjf.mg.gov.br/desenvolvimentodoterritorio/dados/index.php> >. Acesso em: jul. 2020.

PORTUGAL, Taillany Rodrigues; SILVA, Livia Maria da Costa. Análise do aumento dos registros de agrotóxicos e afins e as consequências para os recursos hídricos. Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 1183-1196, jul. 2020. BJAER - Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv3n3-037>.

ROCHA, César Henrique Barra et al. QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DAS REPRESAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DE JUIZ DE FORA (MG), BRASIL. In: III SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 3., 2017, Juiz de Fora. Simpósio. Juiz de Fora: Ufjf, 2017.

ROCHA, César Henrique Barra et al. Dinâmica de parâmetros limnológicos e uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas das represas Dr. João Penido e São Pedro, Juiz de Fora (MG). Principia: Caminhos da Iniciação Científica, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 11-21, 27 fev. 2018. Universidade Federal de Juiz de Fora. <http://dx.doi.org/10.34019/2179-3700.2018.v18.29780>.

SILVA, Isabela Regina et al.. INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIBEIRÃO ESPÍRITO SANTO, JUIZ DE FORA-MG. III SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL.

SOARES, Alexandra Fátima Saraiva. USO DE AGROTÓXICOS, CONTAMINAÇÃO DE MANANCIAIS E ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO PERTINENTE: UM ESTUDO NA REGIÃO DE MANHUAÇU-MG. 2011. 300 f. Tese (Doutorado) - Curso de Escola de Engenharia da Ufmg, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SOARES, Alexandra Fátima Saraiva; AZEVEDO, Bárbara Adriane Dantas; RODRIGUES, Nelson Uchôa Alonso. Aplicação dos algoritmos de GOSS e GUS para estimar a contaminação das águas e mananciais de abastecimento público. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. 2014.

SPADOTTO, C. A. et al. Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos. Embrapa Territorial-Documentos (INFOTECA-E), 2010.

TERRA, Fábio Henrique Bittes. A indústria de Agrotóxicos no Brasil. 2008. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

VIEIRA, Marcos Geraldo et al. Evaluation of Pesticide Contamination in the Water Sources of Southwest Parana Cities. *Revista Virtual de Química*, [S.L.], v. 9, n. 5, p. 1800-1812, 21 ago. 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170105>.

8 Anexo A Tabelas CENSO Agropecuário IBGE 2017: Silvicultura, Horticultura, Lavouras temporária e permanente.

Tabela 23: Tipologia, área cortada e unidade de estabelecimentos com espécies de silvicultura na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Tabela 6945 - Número de estabelecimentos agropecuários com espécies da silvicultura, Área cortada de espécies da silvicultura e Número de pés existentes nos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, espécies da silvicultura, condição do produtor em relação às terras e grupos de atividade econômica

Variável - Área cortada de espécies da silvicultura (Hectares)			
Ano x Tipologia x Espécies da silvicultura			
2017			
Município			
Juiz de Fora (MG)			
Tipologia	Área cortada	Unidades	
Total		107	101
Acácia mangium	X		2
Acácia negra	-	-	
Algarobeira	-	-	
Bambu (taquara)	X		2
Bracatinga	X		1
Eucalipto		107	96
Ipê	-		4
Mogno	X		1
Pinheiro americano	X		1
Pinheiro brasileiro (araucária)	X		1
Quiri	-	-	
Sabiá	X		1
Teca	-	-	
Outras espécies	-		4

Tabela 24: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de horticultura na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Tabela 6953 - Número de estabelecimentos agropecuários com horticultura, Quantidade produzida na horticultura, Quantidade vendida de produtos da horticultura, Valor da produção da horticultura e Valor da venda de produtos da horticultura, por tipologia, produtos da horticultura, condição do produtor em relação às terras e grupos de atividade econômica

Variável - Número de estabelecimentos agropecuários com horticultura (Unidades)	
Ano x Tipologia x Produtos da horticultura	
2017	
Município	
Juiz de Fora (MG)	

Continuação – Tabela 24: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de horticultura na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Tipologia	Toneladas	Unidades
Abobrinha		19 36
Acelga		6 8
Agrião		39 40
Aipo		1 3
Alcachofra	-	-
Alcaparra	-	-
Alecrim		3 8
Alface		804 156
Alho-porró		4 16
Almeirão		181 80
Aspargo	-	-
Batata-baroa (mandioquinha)	X	1
Batata-doce		7 17
Berinjela		7 19
Bertalha	-	-
Beterraba		7 24
Boldo		0 7
Brócolis		45 25
Bucha (esponja vegetal)	-	-
Camomila	X	1
Cará	X	1
Caruru	X	1
Cebolinha		132 146
Cenoura		3 21
Chicória		8 6
Chuchu		25 49
Coentro		1 8
Cogumelos	-	-
Couve		451 190
Couve-flor		12 13
Erva-doce	-	-
Ervilha (vagem)		3 6
Espinafre		40 44
Gengibre		0 4
Hortelã		1 18
Inhame		21 23
Jiló		13 61
Lentilha	-	-
Manjeriço		25 17
Maxixe	-	-
Milho verde (espiga)		5 4
Morango	X	1

Continuação – Tabela 24: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de horticultura na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Mostarda (semente)	-	-
Nabiça	-	-
Nabo		1 3
Orégano		0 4
Pepino		2 7
Pimenta		0 15
Pimentão		5 28
Quiabo		14 58
Rabanete		5 7
Repolho		28 33
Rúcula		21 31
Salsa		39 57
Taioba		13 44
Tomate (estaqueado)		42 25
Vagem (feijão vagem)		5 14
Outros produtos		29 32
Sementes (produzidas para plantio)	-	-
Mudas e outras formas de propagação (produzidas para plantio)	X	2

Tabela 25: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de lavoura temporária na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Tabela 6957 - Produção, Valor da produção, Venda, Valor da venda e Área colhida da lavoura temporária nos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, produtos da lavoura temporária, condição do produtor em relação às terras e grupos de atividade econômica

Variável - Quantidade produzida nas lavouras temporárias		
Ano x Tipologia x Produtos da lavoura temporária		
2017		
Total		
Município		
Juiz de Fora (MG)		
Tipologia	Toneladas	Unidades
Abacaxi		0 7
Abóbora, moranga, jerimum		16 63
Algodão herbáceo	-	-
Alho		0 8
Amendoim em casca	-	-
Arroz em casca	X	1

Continuação – Tabela 25: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de lavoura temporária na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Aveia branca em grão	-	-
Batata-inglesa	4	4
Cana-de-açúcar	2059	64
Cebola	2	12
Centeio em grão	-	-
Cevada em casca	-	-
Colza (canola)	-	-
Ervilha em grão	1	5
Fava em grão	-	-
Feijão preto em grão	6	35
Feijão de cor em grão	53	21
Feijão fradinho em grão	5	35
Feijão verde	2	4
Fumo em folha seca	-	-
Gergelim (semente)	-	-
Girassol (semente)	X	1
Juta (fibra)	-	-
Linho (fibra)	-	-
Malva (fibra)	-	-
Mamona	-	-
Mandioca (aipim, macaxeira)	102	128
Melancia	-	-
Melão	-	-
Milho em grão	563	69
Rami (fibra)	-	-
Soja em grão	-	-
Sorgo em grão	-	-
Sorgo vassoura	-	-
Tomate rasteiro (industrial)	-	-
Trigo em grão	-	-
Trigo preto em grão	-	-
Triticale em grão	-	-
FORAGEIRAS PARA CORTE	4024	102
Cana forrageira	12057	237
Milho forrageiro	24223	133
Palma forrageira	-	-
Sorgo forrageiro	X	1
Outros produtos	X	2
Sementes de algodão (produzidas para plantio)	-	-
Sementes de arroz (produzidas para plantio)	-	-
Sementes de feijão (produzidas para plantio)	-	-

Continuação – Tabela 25: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de lavoura temporária na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Sementes de milho (produzidas para plantio)	-	-
Sementes de soja (produzidas para plantio)	-	-
Sementes de trigo (produzidas para plantio)	-	-
Sementes de forrageiras (produzidas para plantio)	-	-
Sementes de batata-inglesa (produzidas para plantio)	-	-
Toletes de cana-de-açúcar (produzidas para plantio)	-	-
Sementes e outras formas de propagação de outros produtos	-	-

Tabela 26: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de lavoura permanente na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Tabela 6955 - Produção, Valor da produção, Venda, Valor da venda, Colheita, Área plantada e Efetivos das plantações da lavoura permanente nos estabelecimentos agropecuários, por tipologia, produtos da lavoura permanente, condição do produtor em relação às terras e grupos de atividade econômica

Variável - Quantidade produzida nas lavouras permanentes nos estabelecimentos agropecuários com 50 pés e mais existentes		
Ano x Tipologia x Produtos da lavoura permanente		
2017		
Município		
Juiz de Fora		
Tipologia	Tonelada	Unidades
Abacate	..	
Açaí (fruto)	-	-
Acerola	-	-
Agave, sisal (fibra)	-	-
Agave, sisal (folha)	-	-
Algodão arbóreo	-	-
Ameixa	-	-
Amora (folha)	-	-
Amora (fruto)	-	-
Atemoia	-	-
Azeitona (oliveira)	-	-
Banana	-	-
Borracha (látex líquido)		44
Borracha (látex coagulado)	-	-
Cacau (amêndoa)	-	-

Continuação - Tabela 26: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de lavoura permanente na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Café arábica em grão (verde)	-	-	
Café canephora (robusta, conilon) em grão (verde)		9	6
Caju (castanha)	-	-	
Caju (fruto)	-	-	
Camu-camu	-	-	
Caqui	-	-	
Carambola	-	-	
Chá-da-Índia	-	-	
Coco-da-baía (Mil frutos)	-	-	
Cravo-da-Índia	-	-	
Dendê (coco)	-	-	
Erva-mate	-	-	
Figo	-	-	
Fruta-de-conde	-	-	
Goiaba	-	-	
Graviola (Mil frutos)	X		2
Guaraná	X		1
Jabuticaba	-	-	
Jaca (Mil frutos)	-	-	
Jambo	-	-	
kiwi	-	-	
Laranja	-	-	
Lichia		6	6
Lima	-	-	
Limão	-	-	
Louro (folha)		3	3
Maçã	-	-	
Manga	-	-	
Mamão	-	-	
Maracujá	-	-	
Nectarina	X		1
Nêspera	-	-	
Noz (europeia, pecã)	-	-	
Palmito	-	-	
Pera	X		2
Pêssego	-	-	
Pimenta-do-reino	-	-	
Pitaia	-	-	
Pitanga	X		1
Romã	X		1
Tangerina, bergamota, mexerica	-	-	
Urucum (semente)	X		2

Continuação - Tabela 26: Tipologia, tonelada produzida e unidade de estabelecimentos com espécies de lavoura permanente na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Uva (mesa)	-	-
Uva (vinho ou suco)	-	-
Pupunha (cacho frutos)	-	-
Cupuaçu	-	-
Outros produtos	-	-
Mudas de café (Mil unidades)	-	-
Mudas de cacau (Mil unidades)	-	-
Mudas de caju (Mil unidades)	-	-
Mudas de coco-da-baía (Mil unidades)	-	-
Mudas de frutas cítricas (laranja, limão, tangerina, etc.) (Mil unidades)	-	-
Mudas de mamão (Mil unidades)	-	-
Mudas de uva (Mil unidades)	-	-
Mudas de outros produtos da lavoura permanente (Mil unidades)	-	-

9 Anexo B: Boletins de vendas dos anos de 2014 a 2018 para os ingredientes ativos no estado de Minas Gerais

Tabela 27: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2014 no estado de Minas Gerais.

<i>Ingrediente Ativo</i>	<i>MG 2014 MG</i>
glifosato	12.991,49
óleo mineral	1.559,77
óleo vegetal	1.384,68
2,4-D	1.348,31
mancozebe	1.347,07
atrazina	1.294,40
clorpirifós	1.293,31
acefato	1.132,36
hidróxido de cobre	847,48
tiofanato-metílico	706,97
imidacloprido	574,76
carbendazim	546,28
metomil	544,73
diurom	440,28
clorotalonil	359,07
tebutiurom	344,27
oxicloreto de cobre	293,15
dicloreto de paraquate	219,37
enxofre	193,89
azoxistrobina	186,98
bentazona	183,76
tebuconazol	181,82
flutriafol	159,28
ametrina	154,88
picloram	112,97
ciproconazol	109,89
clomazona	108,80
hexazinona	107,76
fluazinam	100,77

Continuação - Tabela 27: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2014 no estado de Minas Gerais.

protioconazol	98,21
propargito	88,43
etefom	87,24
MSMA	85,61
epoxiconazol	78,62
metribuzim	66,88
fipronil	63,43
parationa-metílica	61,44
lambda-cialotrina	51,46
bifentrina	49,42
triclopir-butotílico	40,23
diflubenzurom	35,75
cresoxim-metílico	35,54
cimoxanil	29,71
acetamiprido	29,36
dimetoato	28,48
glifosato-sal de isopropilamina	22,39
tiram	21,60
trifluralina	19,96
nonil fenol polietileno glicol éter	17,47
abamectina	17,26
fenoxaprope-p-etílico	16,23
cipermetrina	15,09
nonilfenol etoxilado	14,26
lactofem	13,62
imzetapir	12,12
clorimurom-etílico	10,05
fosfeto de alumínio	5,40
sulfluramida	4,44
dicofol	3,55
simazina	3,23
metsulfurom-metílico	2,07

Tabela 27: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2014 no estado de Minas Gerais.

tetraconazol	1,98
brometo de metila	1,73
nicosulfurom	1,50
permetrina	0,39
cloreto de mepiquate	0,18
flumetralina	0,05
grandlure	0,00
alacloro	0,00
endosulfam	0,00
fosfeto de magnésio	0,00
imazaquim	0,00
metamidofós	0,00
óxido de fembutatina	0,00
propanil	0,00
sulfato de cobre	0,00

Tabela 28: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2015 no estado de Minas Gerais.

<i>Ingrediente Ativo</i>	<i>MG 2015 MG</i>
glifosato	13.176,70
mancozebe	2.265,79
2,4-D	2.098,32
óleo vegetal	1.506,66
atrazina	1.241,91
óleo mineral	1.092,92
acefato	1.000,68
clorpirifós	690,85
imidacloprido	626,03
hidróxido de cobre	561,47
tiofanato-metílico	477,95
oxicloreto de cobre	431,06
tebutiurom	428,71
diurom	356,84

Continuação - Tabela 28: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2015 no estado de Minas Gerais.

dicloreto de paraquate	334,72
metomil	333,05
clorotalonil	293,70
carbendazim	271,48
ametrina	267,61
azoxistrobina	250,45
tebuconazol	245,67
clomazona	199,59
flutriafol	135,78
bentazona	133,48
enxofre	129,68
ciproconazol	121,28
picloram	110,37
metribuzim	109,76
propargito	88,93
etefom	82,35
hexazinona	80,63
epoxiconazol	78,58
fipronil	65,15
MSMA	63,69
lambda-cialotrina	51,73
cletodim	47,66
difenoconazol	44,32
parationa-metílica	38,83
trifluralina	35,00
cimoxanil	31,33
acetamiprido	28,44
bifentrina	26,15
diflubenzurom	21,58
triclopir-butotílico	21,56
tiram	21,01
dimetoato	20,62

Continuação - Tabela 28: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2015 no estado de Minas Gerais.

fenoxaprope-P-etílico	19,48
cipermetrina	18,94
abamectina	15,03
imazetapir	12,41
cresoxim-metílico	11,54
nonil fenol polietileno glicol éter	11,47
clorimurom-etílico	11,44
nonilfenol etoxilado	10,30
glifosato-sal de isopropilamina	8,88
fosfeto de alumínio	8,17
lactofem	7,80
simazina	7,04
novalurom	5,79
sulfluramida	5,32
fluazinam	4,90
tetraconazol	4,82
metsulfurom-metílico	4,66
carboxina	4,21
nicosulfurom	3,21
brometo de metila	1,59
cloreto de mepiquate	1,09
permetrina	0,79
dodecilbenzeno sulfonato de sódio	0,49
flumetralina	0,15
alacoloro	0,00
bromacila	0,00
fosfeto de magnésio	0,00
imazaquim	0,00
óxido de fembutatina	0,00
propanil	0,00
sulfato de cobre	0,00

Continuação - Tabela 28: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2015 no estado de Minas Gerais.

dicofol -0,03

Tabela 29: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2016 no estado de Minas Gerais.

<i>Ingrediente Ativo</i>	<i>MG 2016 MG</i>
glifosato	13.008,51
mancozebe	3.192,35
2,4-D	2.370,02
atrazina	1.906,55
óleo mineral	1.609,07
óleo vegetal	1.562,73
acefato	1.032,68
imidacloprido	855,08
clorpirifós	763,64
tiofanato-metílico	625,73
oxicloreto de cobre	568,77
clorotalonil	540,86
hidróxido de cobre	451,21
ametrina	441,42
carbendazim	404,47
dicloreto de paraquate	347,43
tebutiuram	327,99
clomazona	282,52
metomil	258,19
flutriafol	232,11
tebuconazol	204,41
enxofre	159,71
azoxistrobina	157,43
hexazinona	157,38
bentazona	124,74
MSMA	120,27
picloram	117,94
propargito	114,66
metribuzim	101,40
ciproconazol	98,98
epoxiconazol	96,63
captana	96,47
etefom	95,63

Continuação - Tabela 29: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2016 no estado de Minas Gerais.

tiodicarbe	91,41
fipronil	91,22
fluazinam	76,46
cloridrato de propamocarbe	57,89
trifluralina	55,22
malationa	41,24
lambda-cialotrina	35,45
bifentrina	35,45
fenoxaprope-P-etílico	32,19
acetamiprido	28,58
dimetoato	27,71
cimoxanil	24,36
cipermetrina	23,68
dibrometo de diquate	21,90
tiram	20,46
propiconazol	19,38
triclopir-butotílico	17,84
diflubenzurom	17,71
abamectina	16,44
nonil fenol polietileno glicol éter	15,90
clorimurom-etílico	15,12
imzetapir	11,20
nonilfenol etoxilado	8,85
fosfeto de alumínio	5,45
sulfluramida	5,36
metsulfurom-metilico	4,51
simazina	4,32
lactofem	4,25
novalurom	4,11
folpete	3,83
nicosulfurom	3,53
permetrina	1,70
parationa-metilica	1,44
tetraconazol	1,30
dodecilbenzeno sulfonato de sódio	0,82
cloreto de mepiquate	0,69
sulfato de cobre	0,54
flumetralina	0,31
alacoloro	0,00

Continuação - Tabela 29: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2016 no estado de Minas Gerais.

bromacila	0,00
brometo de metila	0,00
dicofol	0,00
fosfeto de magnésio	0,00
glifosato-sal de isopropilamina	0,00
imazaquim	0,00
óxido de fembutatina	0,00
propanil	0,00

Tabela 30: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2017 no estado de Minas Gerais.

<i>Ingrediente Ativo</i>	<i>MG 2017 MG</i>
glifosato	11.856,35
2,4-d	2.467,29
mancozebe	2.314,07
atrazina	2.028,76
acefato	1.808,61
óleo mineral	1.667,20
imidacloprido	967,69
óleo vegetal	965,73
clorpirifós	850,64
diurom	545,48
tiofanato-metílico	460,36
clorotalonil	427,71
carbendazim	417,51
tebutiurom	395,58
metomil	391,81
oxicloreto de cobre	371,77
dicloreto de paraquate	363,12
clomazona	357,36
ametrina	272,39
flutriafol	264,40
MSMA	237,78
enxofre	221,43
tebuconazol	208,68
azoxistrobina	196,87
cletodim	150,71
picloram	137,12
fluazinam	131,76
hexazinona	127,59
bentazona	126,94
malationa	126,01

Continuação - Tabela 30: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2017 no estado de Minas Gerais.

metribuzim	118,97
etefom	116,75
epoxiconazol	114,43
ciproconazol	103,95
sulfentrazona	85,97
fipronil	78,99
difenoconazol	67,50
tiodicarbe	60,31
lambda-cialotrina	57,02
bifentrina	52,14
propargito	48,77
trifluralina	48,55
procimidona	47,61
propiconazol	40,36
tiram	32,59
acetamiprido	31,40
haloxifope-P-metílico	31,38
dimetoato	31,14
fenoxaprope-p-etílico	28,19
cimoxanil	26,45
abamectina	24,76
cipermetrina	23,61
mesotriona	22,38
diafentiurom	21,04
triclopir-butotílico	21,02
imazetapir	20,77
diflubenzurom	20,41
clorimurom-etílico	15,00
cresoxim-metílico	11,87
glufosinato - sal de amônio	11,53
nonil fenol polietileno glicol éter	8,72
nonilfenol etoxilado	7,93
novalurom	7,50
fosfeto de alumínio	6,37
sulfluramida	5,49
simazina	5,42
metsulfurom-metílico	4,31
nicosulfurom	3,21
piriproxifem	2,58
tetraconazol	2,57
cloreto de mepiquate	2,56
lactofem	2,19
sulfato de cobre	2,13

Continuação - Tabela 30: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2017 no estado de Minas Gerais.

fenpiroximato	1,26
permetrina	1,08
dodecilbenzeno sulfonato de sódio	0,80
flumetralina	0,15
alacloro	0,00
brometo de metila	0,00
dicofol	0,00
endosulfam	0,00
fosfeto de magnésio	0,00
glifosato-sal de isopropilamina	0,00
imazalil	0,00
imazaquim	0,00
óxido de fembutatina	0,00
parationa-metílica	0,00
propanil	0,00

Tabela 31: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2018 no estado de Minas Gerais.

<i>Ingrediente Ativo</i>	<i>MG 2018 MG</i>
glifosato	13.951,05
mancozebe	3.063,19
2,4-D	2.136,47
atrazina	1.882,94
acefato	1.879,87
clorpirifós	1.026,09
enxofre	997,74
imidacloprido	980,80
óleo mineral	866,56
tiofanato-metílico	672,24
oxicloreto de cobre	564,07
diurom	561,87
clorotalonil	529,69
hidróxido de cobre	483,45
dicloreto de paraquate	472,96
clomazona	465,82
óleo vegetal	459,50
carbendazim	447,53
ametrina	426,33
metomil	413,63
MSMA	400,01
tebutiurom	357,25
malationa	315,13
tebuconazol	280,94
fluazinam	207,66
flutriafol	200,80
ciproconazol	199,66
cletodim	198,95

Continuação - Tabela 31: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2018 no estado de Minas Gerais.

etefom	173,75
picloram	172,64
azoxistrobina	156,23
sulfentrazona	134,30
fipronil	122,00
hexazinona	119,96
procimidona	105,53
epoxiconazol	97,57
bifentrina	94,95
metribuzim	92,24
difenoconazol	80,31
trifluralina	77,53
acetamiprido	75,86
tiodicarbe	73,69
tiram	69,20
captana	68,60
dibrometo de diquate	65,75
lambda-cialotrina	61,25
clorantraniliprole	53,97
haloxifope-p-metilico	51,72
propiconazol	46,09
dimetoato	44,35
glufosinato - sal de amônio	42,81
propargito	37,21
triclopir-butotílico	34,76
imazetapir	29,19
cimoxanil	25,46
abamectina	23,45
fenoxaprope-p-etílico	23,38
cipermetrina	21,34
iprodivona	20,63
ciantraniliprole	19,76
terra diatomácea	19,29
diflubenzurom	18,74
diafentiurom	18,62
clorimuro-metilico	15,37
lufenuro-m	14,14
cloreto de mepiquate	13,67
cresoxim-metilico	10,37
mesotriona	9,07
fosfeto de alumínio	7,13
fluroxipir-meptílico	7,12
metsulfurom-metilico	6,58
quizalofope-P-etílico	6,42
sulfluramida	6,09
lactofem	3,82
nicosulfurom	3,54
sulfato de cobre	2,56
piriproxifem	2,21
permetrina	1,31

Continuação - Tabela 31: Boletim de vendas de ingredientes ativos, para o ano de 2018 no estado de Minas Gerais.

simazina	0,60
flumetralina	0,18
azadiractina	0,01
fosfeto de magnésio	0,01
alacloro	0,00
glifosato-sal de isopropilamina	0,00
imazaquim	0,00
óxido de fembutatina	0,00
parationa-metilica	0,00
propanil	0,00

10 Anexo C: 40 ingredientes ativos relevantes para Juiz de Fora, de acordo com a metodologia, e suas características físico-químicas

Tabela 32: Ingredientes ativos relevantes para a cidade de Juiz de Fora (MG) e suas características físico-químicas.

Composto - Característica	Abamectina	Acefato	Ametrina	Atrazina	Azoxistrobina
Koc	5000 ⁽¹⁾	302	316	100	589
DT50 SOLO	28 ⁽¹⁾	3	37	75	78
DT 50 ÁGUA	NA	18 ⁽¹⁾	28 ⁽²⁾	335 ⁽²⁾	6,1
GUS	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Médio
GOSS água	Médio	Médio	Alto	Alto	Alto
GOSS solo e sedimento	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Médio
Kh (Pa)	NA	5,15E-08	4,10E-04	0,00015	7,4E-09
Kh (atm)	NA	5,0779E-13	4,0426E-09	1,479E-09	7,2964E-14
Kh' (adm)	NA	2,11113E-11	1,68071E-07	6,14893E-08	3,03347E-12
Kow	NA	0,141	424	501	316
Kh'/Kow	NA	1,49726E-10	3,96393E-10	1,22733E-10	9,5996E-15
DT50 hidrólise	NA	50	s	86	s
Solubilidade em água	5 ⁽¹⁾	790000	200	35	6,7
Composto - Característica	Bentazona	Carbendazim	Ciproconazol	Cletodim	Clomazona
Koc	55,3	400 ⁽¹⁾	NA	NA	300
DT50 SOLO	20	40	142	0,55	22,6
DT 50 ÁGUA	80	7,9	NA	7	54
GUS	Alto	Médio	NA	NA	Médio
GOSS água	Médio	Alto	Baixo	Baixo	Médio
GOSS solo e sedimento	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Baixo
Kh (Pa)	7,20E-05	0,0036	0,00005	0,00000014	0,0059
Kh (atm)	7,0992E-10	3,5496E-08	4,93E-10	1,3804E-12	5,8174E-08
Kh' (adm)	2,95149E-08	1,47574E-06	2,04964E-08	5,739E-11	2,41858E-06
Kow	0,347	30,2	1230	1380	380
Kh'/Kow	8,50573E-08	4,88657E-08	1,66638E-11	4,1587E-14	6,36468E-09
DT50 hidrólise	s	350	s	s	s
Solubilidade em água	7112	8	93	5450	1212
Composto - Característica	Clorantraniliprole	Clorimurmetílico	Dibrometo de diquate	Dicloreto de paraquate	Difenoconazol
Koc	362	106	2184750	100000	5467 ⁽²⁾
DT50 SOLO	597	40	2345	365	130
DT 50 ÁGUA	23,5	3,5 ⁽²⁾	1	NA	3
GUS	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Baixo

Continuação - Tabela 32: Ingredientes ativos relevantes para a cidade de Juiz de Fora (MG) e suas características físico-químicas.

GOSS água	Médio	Alto	Baixo	Baixo	Alto
GOSS solo e sedimento	Médio	Baixo	Alto	Alto	Alto
Kh (Pa)	3,2E-09	1,70E-10	5,00E-12	0,000000004	0,0000009
Kh (atm)	3,1552E-14	1,6762E-15	4,93E-17	3,944E-14	8,874E-12
Kh' (adm)	1,31177E-12	6,96879E-14	2,04964E-15	1,63972E-12	3,68936E-10
Kow	724	1,29	0,0000251	0,0000316	22900
Kh'/Kow	1,81184E-15	5,40216E-14	8,16591E-11	5,18897E-08	1,61107E-14
DT50 hidrólise	s	21	s	s	s
Solubilidade em água	0,88	1200	718000	620000	15
Composto - Caracterisca	Dimetoato	Diurom	Enxofre	Fipronil	Fluazinam
Koc	20 ⁽¹⁾	680	NA	3844 ⁽²⁾	16430
DT50 SOLO	2,5	146,6	NA	142	124
DT 50 ÁGUA	12,6	8,8	NA	54	4,5
GUS	Baixo	Médio	NA	Baixo	Baixo
GOSS água	Médio	Alto	NA	Alto	Médio
GOSS solo e sedimento	Baixo	Médio	NA	Alto	Alto
Kh (Pa)	1,42E-06	0,000002	NA	0,000231	0,0593
Kh (atm)	1,40012E-11	1,972E-11	NA	2,27766E-09	5,84698E-07
Kh' (adm)	5,82099E-10	8,19858E-10	NA	9,46936E-08	2,43088E-05
Kow	5,62	741	NA	5620	74100
Kh'/Kow	1,03576E-10	1,10642E-12	NA	1,68494E-11	3,28054E-10
DT50 hidrólise	68	s	NA	s	8,7
Solubilidade em água	25900	35,6	NA	3,78	0,135
Composto - Caracterisca	Flutriafol	Glifosato	Hexazinona	Hidróxido de cobre	Imazetapir
Koc	NA	1424	54	12000	52
DT50 SOLO	1358	15	105	10000	90
DT 50 ÁGUA	36	9,9	56 ⁽²⁾	NA	0,2125 ⁽²⁾
GUS	#VALOR!	Baixo	Alto	Baixo	Alto
GOSS água	Baixo	Médio	Alto	Médio	Alto
GOSS solo e sedimento	Alto	Médio	Médio	Alto	Médio
Kh (Pa)	0,00000127	2,10E-07	1,10E-07	NA	0,013
Kh (atm)	1,25222E-11	2,0706E-12	1,0846E-12	#VALOR!	1,2818E-07
Kh' (adm)	5,2061E-10	8,6085E-11	4,50922E-11	#VALOR!	5,32907E-06
Kow	200	0,000631	14,8	2,75	30,9

Continuação - Tabela 32: Ingredientes ativos relevantes para a cidade de Juiz de Fora (MG) e suas características físico-químicas.

Kh'/Kow	2,60305E-12	1,36426E-07	3,04677E-12	#VALOR!	1,72462E-07
DT50 hidrólise	s	s	56	s	s
Solubilidade em água	95	10500	33000	0,506	1400
Composto - Característica	Imidacloprido	Lambda-cialotrina	Mesotriona	Metomil	Metribuzim
Koc	292,5 ⁽¹⁾	283707	122	72	60 ⁽¹⁾
DT50 SOLO	191	175	19,6	7	7,03
DT 50 ÁGUA	30	0,24	5,3	2,9	41
GUS	Alto	Baixo	Médio	Médio	Médio
GOSS água	Alto	Baixo	Médio	Médio	Médio
GOSS solo e sedimento	Médio	Alto	Baixo	Baixo	Baixo
Kh (Pa)	1,70E-10	0,02	0,00000051	0,00000213	0,000025
Kh (atm)	1,6762E-15	1,972E-07	5,0286E-12	2,10018E-11	2,465E-10
Kh' (adm)	6,96879E-14	8,19858E-06	2,09064E-10	8,73148E-10	1,02482E-08
Kow	3,72	316000	1,29	1,23	56,2
Kh'/Kow	1,87333E-14	2,59449E-11	1,62065E-10	7,09877E-10	1,82353E-10
DT50 hidrólise	s	s	s	s	s
Solubilidade em água	610	0,005	1500	55000	10700
Composto - Característica	Metsulfurom -metílico	MSMA	Oxicloreto de cobre	Picloram	Propargito
Koc	35 ⁽¹⁾	7000 ⁽¹⁾	NA	13	4000 ⁽¹⁾
DT50 SOLO	10	200	10000	82,8	56
DT 50 ÁGUA	115	NA	NA	80,8	10,4
GUS	Médio	Baixo	NA	Alto	Baixo
GOSS água	Médio	Alto	Baixo	Alto	Médio
GOSS solo e sedimento	Baixo	Alto	Alto	Médio	Alto
Kh (Pa)	0,00000287	NA	NA	0,0000003	0,0642
Kh (atm)	2,82982E-11	NA	NA	2,958E-12	6,33012E-07
Kh' (adm)	1,1765E-09	NA	NA	1,22979E-10	2,63174E-05
Kow	0,0135	0,000794	2,75	0,012	501000
Kh'/Kow	8,71478E-08	NA	NA	1,02482E-08	5,25298E-11
DT50 hidrólise	s	s	s	s	64,8
Solubilidade em água	2790	580000	1,19	560	0,215
Composto - Característica	Sulfentrazon a	Tebuconazol	Tebutiurrom	Tiodicarbe	Tricoplr-butotílico

Continuação - Tabela 32: Ingredientes ativos relevantes para a cidade de Juiz de Fora (MG) e suas características físico-químicas.

Koc	43	1023⁽¹⁾	80	350⁽¹⁾	NA
DT50 SOLO	541	63	400	0,67	1,5
DT 50 ÁGUA	NA	42,6	NA	32 ⁽²⁾	NA
GUS	Alto	Baixo	Alto	Baixo	NA
GOSS água	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
GOSS solo e sedimento	Médio	Alto	Médio	Baixo	Baixo
Kh (Pa)	NA	0,00001	0,0000247	0,0431	0,025
Kh (atm)	NA	9,86E-11	2,43542E-10	4,24966E-07	2,465E-07
Kh' (adm)	NA	4,09929E-09	1,01252E-08	1,76679E-05	1,02482E-05
Kow	9,79	5010	61,7	41,7	41700
Kh'/Kow	NA	8,18221E-13	1,64104E-10	4,23691E-07	2,45761E-10
DT50 hidrólise	s	s	64	30,8	NA
Solubilidade em água	780	36	2500	22,2	5,75

Ausência de numeração subscrita: IUPAC (2020)

(1) NPIC (2020)

(2) Pesticide Info (2020)

NA: ausência de dados nas bases de dados observadas; s: estável.