

## IDENTIFICAÇÃO DE AGROTÓXICOS PRIORITÁRIOS E ÉPOCAS IDEAIS PARA SEU MONITORAMENTO NA ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO NO ESPÍRITO SANTO

L. C. O. F. LEITE<sup>1</sup>, R. DE O. PEREIRA<sup>2</sup>, J. B. G. SILVA<sup>3</sup>

Universidade Federal de Juiz de Fora<sup>1,2,3</sup>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6370-8474><sup>1</sup>

[luan\\_otaviano@hotmail.com](mailto:luan_otaviano@hotmail.com)<sup>1</sup>

Submetido 11/04/2020 - Aceito 11/06/2021

DOI: 10.15628/holos.2021.9893

### RESUMO

A Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 prevê a elaboração de um plano específico para o monitoramento de agrotóxicos na água de consumo humano. Na ausência do plano é permitido realizar apenas uma análise semestral, que pode não coincidir com a época de maior uso dos agrotóxicos. Deste modo, o presente estudo propõe um método para auxiliar na determinação dos ingredientes ativos prioritários associados à cultura do café e as épocas ideais para seu monitoramento. Foi realizada uma análise espacial da produção cafeeira do estado do Espírito Santo para a definição da unidade espacial que concentra as maiores produções. A partir disso, procedeu-se um cruzamento entre as condições climáticas da região; fenologia e

fitossanidade da cultura; e características físico-químicas dos ingredientes ativos para priorização dos compostos e identificação das épocas ideais para seu monitoramento. Os principais municípios produtores de café do estado se localizam na mesorregião litoral norte, onde observa-se, no período chuvoso do ano, a concentração do uso de ingredientes ativos com elevado potencial de contaminação dos recursos hídricos. No período seco há um número menor de ingredientes ativos em uso, representando um menor risco de contaminação. O método proposto permitiu observar a sazonalidade do uso de agrotóxicos na região e a priorização daqueles com maior risco de contaminação hídrica, porém, recomenda-se uma validação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminação da Água, Qualidade da Água, Análise, Método.

## IDENTIFICATION OF PRIORITY SEASONS AND PESTICIDES FOR WATER MONITORING: A CASE STUDY IN ESPÍRITO SANTO

### ABSTRACT

Consolidation Ordinance No. 5 of 2017 provides for the elaboration of a specific plan for the monitoring of pesticides in water for human consumption. In the absence of the plan, it is permitted to carry out only a semiannual analysis that may not coincide with the period of greatest use of pesticides. In this way, the present study proposes a method to assist in the determination of the priority active ingredients associated with the coffee culture and the ideal times for its monitoring. A spatial analysis of coffee production in the state of Espírito Santo was carried out to define the spatial unit that concentrates the largest productions. From this, a crossover between the climatic conditions of the region was carried out; crop phenology and plant

health; and physical-chemical characteristics of the active ingredients for prioritizing the compounds and determining the ideal times for their monitoring. The main coffee-producing municipalities of the state are located in the mesoregion of the northern coast, where, in the rainy season of the year, there is concentration of the use of active ingredients with a high potential for contamination of water resources. In the dry season, there is a smaller number of active ingredients in use, representing a lower risk of contamination. The proposed method allowed to observe the seasonality of the use of pesticides in the region and the prioritization of those with a higher risk of water contamination, however, a validation is recommended.

**KEYWORDS:** Water Contamination, Water Quality, Analysis, Method.



## 1 INTRODUÇÃO

O uso dos agrotóxicos é um importante pilar para a sustentação das práticas agrícolas contemporâneas (Montagner *et al.*, 2014). No Brasil, produção e consumo destas substâncias ainda se baseiam nos princípios da Revolução Verde, priorizando o incremento da produção em detrimento da preservação da saúde humana e do meio ambiente (Pelaez, 2016). Contudo, a dependência química do agronegócio é inevitável em agroecossistemas homogêneos e simplificados como ocorre na monocultura (Porto, 2018). Visto que 99% dos alimentos originam-se de terras agricultáveis, a produção agrícola repercute diretamente no ambiente (Negrão, 2008).

A Organização das Nações Unidas (ONU) lançou, em 2017, um relatório onde expressa sua preocupação com os efeitos da contaminação por agrotóxicos, principalmente em grupos de risco como trabalhadores e comunidades próximas a áreas rurais, comunidades indígenas, mulheres gestantes e crianças (ONU, 2017). São relatados diversos efeitos adversos de ordem ambiental e sanitária decorrentes do uso desordenado de agrotóxicos. Dentre os impactos ambientais estão alterações na composição do solo, do ar e da água, afetando a biota, principalmente, insetos, anfíbios, peixes e plantas, que podem afetar a curto ou longo prazo o funcionamento dos ecossistemas, gerando perdas de ordem econômica, social e paisagística (Parween & Jan, 2019). Quanto aos efeitos na saúde humana, são relatados casos de alterações celulares ligados ao câncer, distúrbios endócrinos, hepáticos, problemas respiratórios, má-formações congênitas e perturbações psicológicas como depressão e suicídio (Lopes & Albuquerque, 2018; Neto, Lacaz & Pignati, 2014).

Ao considerar especificamente a contaminação dos recursos hídricos com agrotóxicos no Brasil, nota-se que ainda é um tema pouco pesquisado, com escassas fontes oficiais de informação disponíveis a consulta (Carneiro *et al.*, 2015). Fato que é preocupante, tendo em vista a importância deste recurso para a sociedade (Gomes-Silva *et al.*, 2014). A qualidade da água para consumo humano no país é controlada pela Coordenação Geral de Vigilância em Saúde (CGVAM) da Secretaria de Vigilância em Saúde, setor do Ministério da Saúde. A norma vigente para água potável é a Portaria de Consolidação (PC) nº 5 de 2017, que define padrões e procedimentos para controle e vigilância da qualidade da água, contemplando 27 agrotóxicos entre seus parâmetros (Brasil, 2017). A CGVAM também coordena o Programa Nacional de Monitoramento da Qualidade da Água para o Consumo Humano (VIGIAGUA), que atua por meio do Sistema de Monitoramento de Informações sobre Qualidade da Água para o Consumo Humano (SISAGUA) (Barbosa, Solano, & Umbuzeiro, 2015).

A Diretriz Nacional do Plano de Amostragem de Qualidade da Água de Consumo Humano (Ministério da Saúde, 2016) define que a elaboração do plano de monitoramento de agrotóxicos na água, previsto pela PC nº 5 de 2017, é encargo da Secretaria de Saúde dos estados, em conjunto com as Secretarias Municipais de Saúde. As secretarias devem observar, na elaboração, alguns procedimentos como: levantamento dos agrotóxicos mais difundidos no estado e a periodicidade de aplicação dessas substâncias; levantamento da capacidade analítica disponível; definição do



número de amostras a serem coletadas; definição da frequência de amostragem, levando em conta a periodicidade de uso de agrotóxicos e a sazonalidade das culturas; definição dos pontos de coleta e, se necessário, os municípios prioritários.

No entanto, o que se verifica é um baixo número de municípios com informações disponíveis no banco de dados do SISAGUA. No ano de 2017 apenas 8 % dos municípios brasileiros possuíam 100 % das informações de qualidade da água no sistema (Oliveira *et al.*, 2019). No estado do Espírito Santo, em 2010 apenas 4 municípios contavam com dados sobre agrotóxicos (Barbosa *et al.*, 2015), número que chegou a 14 em 2014 (Altoé, 2018), caindo para 5 em 2018 (Ministério da Saúde, 2020). Contudo, a grande maioria das análises não superou os limites permitidos, fato que pode estar associado, entre outros fatores, a deficiências no método analítico ou à realização de amostragem fora do período adequado conforme a sazonalidade do uso de agrotóxicos (Altoé, 2018).

De acordo com Chow *et al.* (2020) uma das principais dificuldades no monitoramento de agrotóxicos em mananciais é a definição de estratégias adaptadas às realidades locais, e à diversidade de fatores que podem afetar sua dinâmica, como clima, relevo, intensidade de uso, método de aplicação, entre outros. Na ausência do plano de monitoramento para agrotóxicos, a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem de Qualidade da Água de Consumo Humano prevê a realização mínima de 1 amostragem semestral, que pode ser insuficiente ou não coincidir com a época adequada (Ministério da Saúde, 2016). No sentido de simplificar a definição de estratégias para o monitoramento de agrotóxicos na água, o presente estudo tem por objetivo propor um método para a priorização de ingredientes ativos associados à cultura do café e a previsão das épocas prioritárias para seu monitoramento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Delimitação da pesquisa

Se fez necessário delimitar uma área específica para o estudo, com disponibilidade de informações necessárias para sua realização. Desta forma, selecionou-se o estado do Espírito Santo, por possuir banco de dados sobre registros de agrotóxicos do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF, 2020), e a cultura do café como prioritária para a realização da análise. O café é uma importante cultura no cenário agrícola do estado de Espírito Santo, maior produtor nacional da variedade conilon e segundo maior produtor considerando as variedades arábica e conilon (Ferrão *et al.*, 2017). É a segunda maior produção agrícola do estado, ficando atrás apenas da cana-de-açúcar, estando entre as que mais consomem agrotóxicos, com 448 produtos formulados registrados no IDAF no ano de 2019 (IDAF, 2020).

### 2.2 Definição da área de estudo e espacialização da produção cafeeira do estado do Espírito Santo

Em consulta ao sistema SIDRA do IBGE (IBGE, 2020) foram levantados os totais anuais, em toneladas, da produção de café em grão registrados para todos os municípios do estado, nos anos



de 2007 a 2018. Os municípios que concentram as maiores produções de café foram definidos a partir do somatório dos totais produzidos em cada ano. Por meio do software ArcGis versão 10.2.1, foi realizada a espacialização dos resultados. Esse procedimento permitiu uma análise da distribuição espacial da produção cafeeira no estado, indicando assim, áreas de maior produção que são, potencialmente, sujeitas a maiores riscos de contaminação ambiental com agrotóxicos. O resultado deste processo foi levado em conta para a escolha da unidade espacial e aplicação da metodologia proposta, conforme as orientações do Ministério da Saúde (2016).

### 2.3 Caracterização climática

Foram obtidos dados da série histórica para pluviosidade e temperatura entre os anos de 1984 e 2014, disponibilizados pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER, 2020). Os dados são das estações meteorológicas de Linhares, São Gabriel da Palha, São Mateus e Sooretama. O desenvolvimento da cultura, assim como a ocorrência das pragas e doenças são determinadas, entre outros fatores, pelas condições climáticas da região onde o cultivo é realizado (Monteiro, 2019). Portanto, fez-se necessário definir uma área de estudo específica. Para isso foi levado em consideração o resultado da espacialização da produção cafeeira do estado, sendo escolhida a unidade espacial que abrange os maiores municípios produtores do estado.

### 2.4 Levantamento dos ingredientes ativos registrados para o café no Espírito Santo

Para a determinação dos ingredientes ativos (I.A's) com uso autorizado para a cultura do café no estado foram consultados os sistemas Agrofit (MAPA, 2020), que contém informações sobre produtos agroquímicos e afins registrados no Ministério da Agricultura; a base de dados de comercialização de agrotóxicos do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2020), e do IDAF (2020). A partir dos dados da comercialização de I.A's no Espírito Santo entre anos de 2009 a 2018, obtidos com o IBAMA, foi levantado o montante comercializado de cada I.A. No sistema Agrofit consultou-se todos os I.A's autorizados no Brasil para o café nas classes de uso acaricida, fungicida, herbicida, inseticida e nematicida. A partir da listagem dos I.A's autorizados a nível nacional comercializados no estado, procedeu-se uma consulta ao sistema do IDAF que detêm o cadastro atualizado de todos os I.A's com comercialização e uso autorizados no estado. Foram selecionados apenas I.A's com cadastro ativo no IDAF em dezembro de 2019. Também no sistema do IDAF foi obtido o nome de produtos formulados com os I.A's, com os quais consultou-se as bulas dos agrotóxicos no sistema Agrofit. Excluiu-se do presente estudo os I.A's comercializados no estado sem possuir registro no IDAF e/ou no Agrofit, ou que apesar de registrados, não foram comercializados no período estudado. Também foram desconsiderados os agentes microbiológicos e os adjuvantes óleo mineral e óleo vegetal.

### 2.5 Caracterização físico-química dos ingredientes ativos

O levantamento das características físico-químicas dos I.A's foi realizado através de consultas as bases de dados sobre agrotóxicos da União Internacional da Química Pura e Aplicada



(IUPAC, 2020) e do Serviço de Pesquisa Agrícola dos Estados Unidos (2020), as monografias da ANVISA (2020), as bulas dos produtos formulados (Agrofit) (MAPA, 2020) e os trabalhos de, Milhorne *et al.* (2009), Andrade *et al.* (2011) e Soares, Faria & Rosa (2017). As características utilizadas no presente estudo foram: solubilidade em água, coeficiente de adsorção ao carbono orgânico (Koc), constante da Lei de Henry (Kh), meia vida no solo (DT<sub>50</sub> solo) e meia vida na água (DT<sub>50</sub> água).

## 2.6 Potencial de contaminação dos recursos hídricos

O potencial de contaminação dos recursos hídricos dos I.A's foi determinado a partir de índices que permitem uma análise preliminar do risco que tais substâncias oferecem. Foram utilizados os índices de GOSS (Goss, 1992) e o "Groundwater Ubiquity Score" (GUS) (Gustafson, 1989). O índice GOSS possibilita a triagem de agrotóxicos quanto ao seu potencial de contaminação dos recursos hídricos, associado ao sedimento ou diluído na água conforme uma classificação de suas características físico-químicas (Ferracini *et al.*, 2001). Seus resultados são agrupados nas classes de alto ou baixo potencial de transporte associado ao sedimento ou diluído em água. Os resultados que não se enquadram em nenhuma das categorias são classificados com médio potencial (Ferracini *et al.*, 2001; Goss, 1992).

O índice GUS avalia o potencial de contaminação de mananciais subterrâneos através da lixiviação de agrotóxicos (Cohen *et al.*, 1995; Gustafson, 1989). Seu resultado é agrupado nas seguintes classes: < 1.8 – não lixivia; > 1.8 < 2.8 – zona de transição; > 2.8 – lixivia. Todos os índices foram calculados com uso do software AGROSCORE (EMBRAPA, 2004), que permite o cálculo dos índices de maneira simultânea, agilizando o processo de análise (Pessoa *et al.*, 2007).

A meia vida na água (DT<sub>50</sub> água) e a quantidade média comercializada também foram consideradas como critério para a triagem do risco oferecido por tais substâncias. A meia vida na água pode indicar prioridade, estando relacionada à persistência da substância no meio aquoso. Desta forma, foram priorizados I.A's com DT<sub>50</sub> água maior que 5 dias em detrimento daqueles com DT<sub>50</sub> água menor que 5 dias e baixo potencial de transporte diluído em água, indicando um baixo risco de contaminação hídrica relacionado à sua dinâmica ambiental. Adicionalmente a tais critérios, a comercialização pode indicar um menor ou maior uso do I.A no estado, desta forma, também foram priorizados aqueles com comercialização média maior que 0,09 toneladas.

## 2.7 Fenologia e fitossanidade do café

Realizou-se um levantamento dos estágios fenológicos da cultura do cafeeiro (Monteiro, 2009). Tal levantamento teve o objetivo de caracterizar o desenvolvimento do cafeeiro desde seu plantio até o estado adulto, descrevendo os estágios pelos quais a planta passa ao longo do seu ciclo e a duração dos mesmos. Também foi realizada uma revisão sobre as principais pragas e doenças que acometem o cafeeiro, levantadas a partir das recomendações contidas nas bulas dos agrotóxicos, evidenciando as condições ambientais que favorecem sua ocorrência, estágios fenológicos ou épocas do ano em que há maiores incidências e os métodos de controle químico utilizados. Foram consideradas, também, informações a respeito das épocas de aplicação dos



agrotóxicos, presentes na bula dos produtos. Essa etapa se fez importante para o entendimento da dinâmica temporal entre ambiente, cultura, moléstias e agrotóxicos.

## 2.8 Épocas prioritárias para o monitoramento de agrotóxicos na água

Foi realizado um cruzamento das informações levantadas para se chegar a um método que auxilie na análise da época de maior uso de agrotóxicos pela cafeicultura. Primeiramente foram definidos os estágios fenológicos do café e a sua duração. As condições pluviométricas e térmicas do ambiente foram utilizadas para determinar os meses secos e úmidos, frios e quentes da região. A partir da revisão sobre a ação e as condições favoráveis à ocorrência das pragas e doenças previstas nas bulas dos agrotóxicos, foram determinados os meses de maior e menor incidência, além de períodos de desenvolvimento da cultura cruciais para seu controle. A partir das informações a respeito dos métodos de controle químico e das indicações de uso contidas nas bulas dos agrotóxicos, foram determinados os meses do ano em que deve ser realizada a aplicação destes produtos.

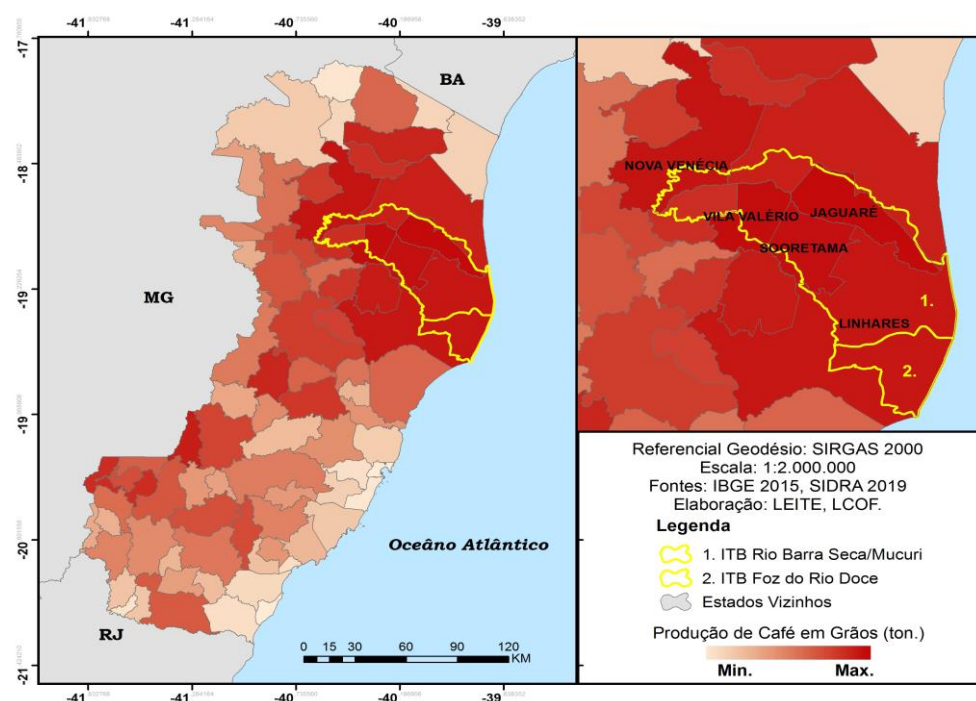
Tendo em vista que a definição da frequência de amostragem deve considerar a periodicidade do uso de agrotóxicos e a sazonalidade das culturas, todas as informações foram dispostas em linhas do tempo partindo do mês de janeiro até dezembro, permitindo a visualização da distribuição temporal das condições climáticas, do desenvolvimento da cultura e das pragas e doenças que a acometem, e do uso de agrotóxicos para o seu controle. Aliado às informações a respeito do potencial de contaminação dos recursos hídricos e das características físico-químicas é possível determinar produtos e épocas prioritárias para o monitoramento da qualidade da água.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Análise espacial da produção cafeeira do estado do Espírito Santo e definição da área de estudo

Ao analisar a produção cafeeira do Espírito Santo e sua distribuição espacial, conforme representado na Figura 1, nota-se a concentração das maiores produções na mesorregião Litoral Norte Espírito-santense. A cultura é produzida em 76 dos 78 municípios capixabas, com um montante de 7.927.951 toneladas produzidas no período de 2007 a 2018, onde apenas Marataízes e a capital Vitória não produziram em nenhum ano. Os cinco municípios com maior produção acumulada são, em ordem decrescente, Jaguaré, Vila Valério, Sooretama, Nova Venécia e Linhares, produzindo respectivamente, 402.327, 380.017, 337.249, 310.706 e 306.081 toneladas. Ao observar a distribuição da produção, partindo do princípio da adoção da bacia hidrográfica como unidade espacial para a atuação do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (Brasil, 1997), verifica-se que os 5 maiores municípios produtores de café estão inseridos nas bacias hidrográficas do Rio Barra Seca/Mucuri e Foz do Rio do Doce. Deste modo, esta foi a região escolhida para a realização do teste da metodologia proposta.





**Figura 1: Distribuição espacial da produção cafeeira no estado do Espírito Santo. Destaque para as bacias dos rios Barra Seca/Mucuri e Foz do Rio Doce, onde estão inseridos os cinco maiores municípios produtores.**

A bacia hidrográfica do rio Barra Seca e seus mananciais são citados nos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) dos municípios de Jaguaré, Nova Venécia e Sooretama como fontes de captação de água para abastecimento da população (Jaguaré, 2017; Nova Venécia, 2017; Sooretama, 2017). A aplicação de agrotóxicos próximo a cursos d'água é um impacto ambiental relatado nos Planos Municipais de Saneamento Básico dos três municípios. Levando em conta a necessidade de se priorizar municípios com maior probabilidade de ocorrência de agrotóxicos na água de consumo humano, como aqueles abastecidos por mananciais cuja bacia de contribuição apresenta histórico de uso intenso de agrotóxicos (Ministério da Saúde, 2016), é importante destacar o eminente risco de contaminação ao qual a região está exposta. Municípios cercados por áreas de plantações, localizados em regiões de predominância da monocultura sofrem mais diretamente os efeitos de tal contaminação e, desta forma, devem ser prioridades da Vigilância em Saúde Ambiental (Souza *et al.*, 2017).

### 3.2 Caracterização climática da área de estudo

Segundo a classificação das zonas naturais do estado do Espírito Santo (SEPLAN, 1999), os 5 maiores municípios produtores de café estão inseridos nas chamadas "terras quentes, acidentadas e secas", e nas "terras quentes, planas e secas". Conforme os dados da série histórica de precipitação e temperatura da região, obtidos no INCAPER (2020), os meses mais frios do ano são junho, julho e agosto com temperaturas abaixo dos 18 °C, enquanto os mais quentes são janeiro, fevereiro e março, com temperaturas acima dos 30 °C. Os maiores índices pluviométricos se concentram nos meses de novembro, dezembro e janeiro, variando entre pouco mais de 100 mm até mais de 200 mm nos meses de maior pluviosidade, principalmente novembro, mantendo-

se elevados até meados de março, onde começa a se reduzir a partir de abril. Os meses de maio, junho, julho e agosto são os mais secos do ano, com índices pluviométricos próximos a 50 mm, voltando a subir gradualmente a partir de meados de setembro e início de outubro. O município de Jaguaré tem de 5 a 6 meses secos no ano, Vila Valério de 6 a 6,5 meses, Sooretama 6 meses, Nova Venécia 6 a 6,5 meses e Linhares 5 a 7 meses. A temperaturas médias mínimas e máximas em todos os municípios são de 11,8 e 30,7 °C (SEPLAN, 1999).

### 3.3 Comercialização de ingredientes ativos registrados para o café no Espírito Santo

Os I.A's registrados para uso na cafeicultura no Espírito Santo estão descritos na Tabela 1. São registrados, um total de 40 I.A's nas classes de uso acaricida, fungicida, herbicida, inseticida e nematicida. A classe com mais I.A's registrados é a dos fungicidas, com 15 produtos, os inseticidas estão em segundo lugar com 14 I.A's, seguido dos herbicidas com 10, os acaricidas com 9 e os nematicidas que possui apenas 1 I.A.

**Tabela 1: Ingredientes ativos registrados para uso na cultura do café no estado do Espírito Santo com suas respectivas comercializações médias entre os anos de 2009 e 2018, classe, tempo de meia vida na água e de hidrólise, índice GUS e GOSS para transporte diluído em água. GOSS - A: Alto potencial de contaminação dos recursos hídricos; M: Médio potencial de contaminação dos recursos hídricos; B: Baixo potencial de contaminação dos recursos hídricos; FI: Falta Informação. Índice GUS - L: lixívia; NL: não lixívia; T: zona de transição. \* Os compostos indicados são aqueles considerados de baixa prioridade devido os critérios de comercialização e DT<sub>50</sub> na água ou devido à hidrólise conforme o tópico 2.6.**

Ingrediente Ativo	Classe	Comercialização Média (Ton)	DT <sub>50</sub> água (dias)	DT <sub>50</sub> hidrólise (dias)	GUS	GOSS Água
2.4-D	Herbicida	322.22	7.70	Estável	NL	M
Abamectina	Acaricida, inseticida e nematicida	1.47	FI	25	NL	M
Acetamiprido	Inseticida	1.18	4.70	Estável	NL	M
Ametrina	Herbicida	8.49	FI	Estável	T	A
Azoxistrobina	Fungicida	5.22	6.10	Estável	T	A
Bifentrina	Inseticida, formicida e acaricida	1.54	8.00	Estável	NL	B
Ciproconazol	Fungicida	24.09	FI	Estável	L	A
Cletodim	Herbicida	2.68	7.00	Estável	NL	B
Clorimurrom-etílico	Herbicida	0.45	FI	21	L	A
Clorotalonil	Fungicida	41.11	0.82	29.6	NL	M
Clorpirifós	Inseticida, formicida e acaricida	132.86	5.00	53.5	NL	A
Cresoxim-metílico	Fungicida	0.28	35.00	0.85	FI	FI
Deltametrina*	Inseticida	0.03	17.00	Estável	NL	B
Diafentiurom*	Acaricida e Inseticida	0.20	FI	Estável	NL	B
Dicloreto de paraquate*	Herbicida	61.15	FI	Estável	NL	B
Difenoconazol	Fungicida	2.36	3.00	Estável	NL	A
Diflubenzurom*	Inseticida e acaricida	0.00	3.00	96	NL	B





Diurom	Herbicida	46.40	8.80	Estável	T	A
Enxofre*	Acaricida e fungicida	15.11	FI	Estável	NL	B
Epoxiconazol	Fungicida	5.89	65.80	Estável	T	A
Fenpiroximato*	Acaricida	0.05	FI	226	L	M
Flutriafol	Fungicida	77.67	36.00	25.5	L	A
Glifosato	Herbicida	1576.37	9.90	Estável	NL	M
Hidróxido de cobre	Fungicida e bactericida	19.56	FI	Estável	NL	M
Imidacloprido	Inseticida	51.47	30.00	Estável	L	A
Lambda-cialotrina*	Inseticida	1.70	0.24	Estável	L	B
Mancozebe	Fungicida e acaricida	166.63	0.20	1.3	NL	M
Metomil	Inseticida e acaricida	6.19	2.90	Estável	T	M
Metsulfurom- metílico	Herbicida	1.94	115.00	Estável	T	M
Metribuzim	Herbicida	2.04	41.00	-	T	M
Novalurom*	Inseticida	0.07	0.95	Estável	NL	M
Oxicloreto de cobre	Fungicida e bactericida	19.32	FI	Estável	FI	FI
Piriproxifem*	Inseticida	0.03	1.60	Estável	NL	B
Propiconazol	Fungicida	0.54	6.00	53.5	NL	A
Tebuconazol	Fungicida	7.11	42.60	Estável	T	A
Tetraconazol*	Fungicida	0.04	2.00	Estável	FI	FI
Tiodicarbe*	Inseticida	0.09	FI	30.8	NL	A
Tiofanato-metílico	Fungicida	39.52	3.00	46.8	NL	M
Triflumurom*	Inseticida	0.03	2.60	Estável	NL	B
Sulfentrazone	Herbicida	0.79	FI	Estável	FI	FI

### 3.4 Potencial de contaminação dos recursos hídricos

De acordo com os resultados do índice GUS, a maioria dos I.A's não apresenta risco de contaminação das águas subterrâneas, uma vez que 22 (2,4-D, abamectina, acetamiprido, bifentrina, cletodim, clorotalonil, clorpirifós, deltametrina, diafenturiom, dicloreto de paraquate, difenoconazol, diflubenzurom, enxofre, glifosato, hidróxido de cobre, mancozebe, novalurom, piriproxifem, propiconazol, tiodicarbe, tiofanato-metílico e triflumurom) dos 40 I.A's analisados possuem baixo potencial de lixiviação, 8 (ametrina, azoxistrobina, diurom, epoxiconazol, metribuzim, metsulfurom-metílico, metomil e tebuconazol,) se encontram na faixa de transição e 6 (ciproconazol, clorimurom-etílico, fenpiroximato, flutriafol, imidacloprido e lambda-cialotrina) apresentam alto risco de lixiviação.

Quanto ao índice GOSS, 10 I.A's (bifentrina, cletodim, deltametrina, diafenturiom, dicloreto de paraquate, diflubenzurom, enxofre, lambda-cialotrina, piriproxifem e triflumurom) apresentam um baixo potencial de transporte diluído em água, enquanto 13 (2,4-D, abamectina, acetamiprido, clorotalonil, fenpiroximato, glifosato, hidróxido de cobre, metomil, metribuzim, metsulfurom-metílico, novalurom e tiofanato-metílico) apresentam médio potencial e 13 alto

potencial de transporte diluído em água (ametrina, azoxistrobina, ciproconazol, clorimurmetílico, clorpirifós, difenoconazol, diurom, epoxiconazol, flutriafol, imidacloprido, propiconazol e tiodicarbe). Tanto para o índice GUS quanto para o de GOSS, 4 I.A's apresentaram falta de informações sobre suas características físico-químicas, inviabilizando a determinação dos índices, são eles: oxicloreto de cobre, sulfentrazona, cresoxim-metílico e tetraconazol.

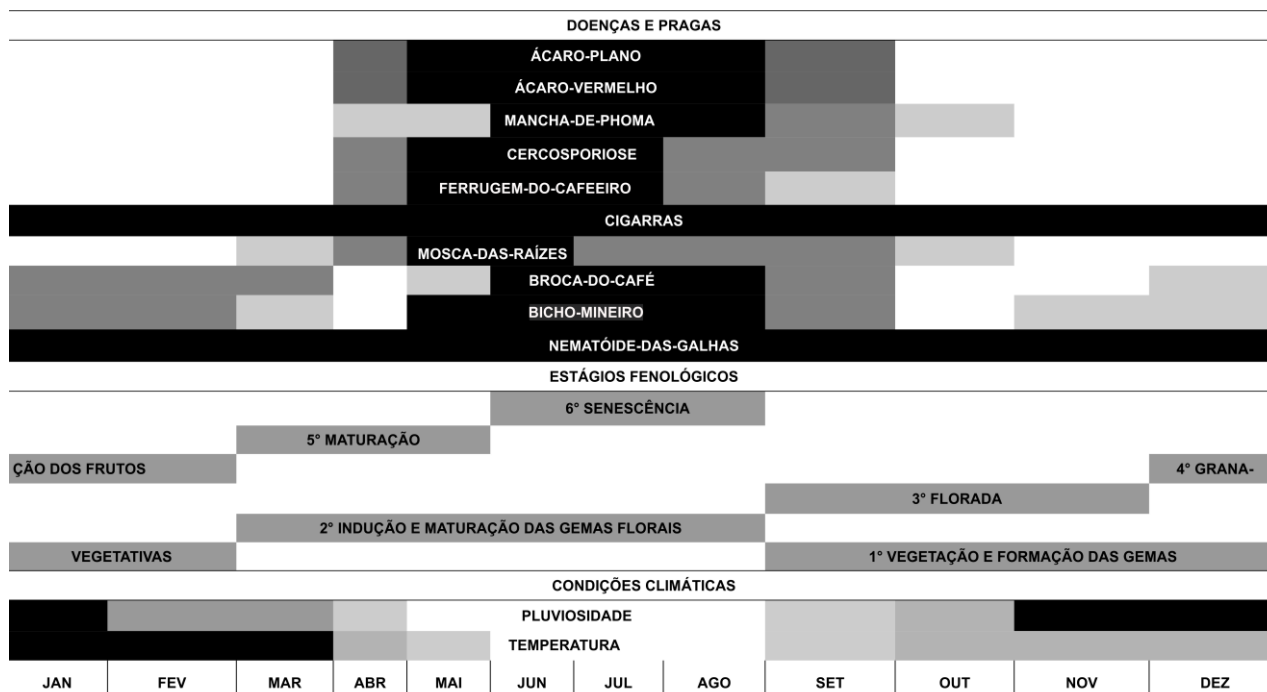
Em relação ao  $DT_{50}$  na água, cresoxim-metílico, epoxiconazol, flutriafol, imidacloprido, metribuzim, metsulfurom, e tebuconazol, representam aqueles compostos com maior persistência no meio aquoso tendo, todos, mais do que 30 dias de persistência. Ao considerar a  $DT_{50}$  na água menor que 5 dias juntamente com o baixo potencial de transporte diluído em água obtido pelo índice de GOSS, têm-se dois indicadores de baixo risco para contaminação hídrica. Os compostos que apresentaram essas condições simultaneamente foram: diafenturiom, dicloreto de paraquate, diflubenzurom, enxofre, lambda-cialotrina, piriproxifem e triflumurom, sendo considerados então como I.A's não prioritários para o monitoramento. A lambda-cialotrina, entretanto, apesar da baixa  $DT_{50}$  água requer cautela visto que se encontra entre os I.A's com alto risco de lixiviação para águas subterrâneas.

Em relação à prioridade conforme a quantidade comercializada, os I.A's deltametrina, diflubenzurom, fenpiroximato, novalurom, piriproxifem, tetraconazol, tiodicarbe e triflubenzurom possuem comercializações médias menores que 0,09 toneladas, representando um menor uso em relação aos demais I.A's. Podendo ser encarado como um indicativo de menor risco de contaminação devido a exposição relacionada ao uso. Fenpiroximato, novalurom e tiodiarbe, contudo, apesar de comercializados em pouca quantidade, apresentam risco de transporte diluído em água, devendo ser analisados com cautela.

### 3.5 Fenologia e fitossanidade do cafeeiro

A partir das bulas dos agrotóxicos foram verificadas 10 pragas e doenças que acometem o cafeeiro, conforme representado na Figura 2. As doenças fúngicas citadas nas bulas dos agrotóxicos são a Ferrugem-do-cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Brerk & Broome, Cercosporiose ou Mancha-de-olho-pardo, causada pelo fungo *Cercospora coffeicola*, e Mancha-de-phoma causada pelo fungo *Phoma costaticensis* Echandi. Apesar de estudos em Minas Gerais e no Espírito Santo indicarem que os picos de infestação destas doenças são atingidos entre maio e agosto ou veranicos em janeiro e fevereiro (Belan *et al.*, 2015; Carvalho, 2010; Cornélio *et al.* 2018; Lima, 2009; Lopes *et al.*, 2012; Pinto *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2008; Souza *et al.*, 2019; Talamini *et al.*, 2003; Vasco, 2012), elas são favorecidas pelo período quente e chuvoso do ano, quando deve ser realizado o monitoramento dos primeiros sinais de ocorrência para seu controle preventivo. A mancha-de-phoma merece uma ressalva, sendo recomendado controle preventivo em pré e pós florada, época em que a doença pode causar maiores prejuízos ao atacar os botões florais (Dornelas, 2017), além dos períodos de condições climáticas favoráveis como nas demais doenças fúngicas.





LEGENDA:

- MAIORES TEMPERATURAS, PLUVIOSIDADES E INCIDÊNCIAS DAS PRAGAS E DOENÇAS
- MENORES TEMPERATURAS, PLUVIOSIDADES E INCIDÊNCIAS DAS PRAGAS E DOENÇAS

**Figura 2: Distribuição temporal dos estágios fenológicos do café, das condições climáticas, épocas de maior incidência das pragas e doenças, durante os 12 meses do ano no estado do Espírito Santo. No degradê de cores, as mais escuras representam períodos de maior ocorrência das pragas e doenças, assim como maiores pluviosidades e temperaturas, torando-se mais claras conforme se reduz a incidência e intensidade dos eventos.**

Quanto aos insetos, os agrotóxicos são indicados principalmente para o controle do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville; broca-do-café, *Hypothenemus hampei* Ferrari; mosca-das-raízes, *Chyromiza vittata* Weidemman; e cigarras, *Quesada gigas* Oliver. Essas pragas concentram suas maiores infestações no período seco do ano, quando não são afetadas pela chuva. Contudo, a broca-do-café, a cigarra e a mosca-das-raízes possuem ciclos de vida diferente dos demais insetos (Conceição, Guerreiro-filho & Gonçalves, 2005; Ferrão *et al.*, 2017; Gallo *et al.*, 2002; Malavota *et al.*, 1993; Mesquita *et al.*, 2016; SENAR, 2017; Souza, Reis & Rigitano, 1998; Rosa *et al.*, 2016).

A broca vive no interior dos frutos, não sendo alcançada pelos inseticidas até o período de trânsito, época chave para seu controle. Neste período os adultos deixam os frutos em que se desenvolveram para se reproduzir e alcançar os frutos da nova safra, podendo então serem atingidos pelos inseticidas (Ferrão *et al.*, 2017). Esse período, geralmente, ocorre nos meses de novembro a janeiro; (Ferrão *et al.*, 2017). As cigarras, por sua vez, passam grande parte de seu ciclo de desenvolvimento no subsolo, emergindo, geralmente, entre setembro e novembro, o período ideal para seu controle (Mesquita *et al.*, 2016). De forma parecida, as larvas das moscas-das-raízes se desenvolvem no subsolo até chegarem a fase adulta, quando, geralmente entre os meses de maio e junho, emergem (Mesquita *et al.*, 2016). No período chuvoso, contudo, as larvas

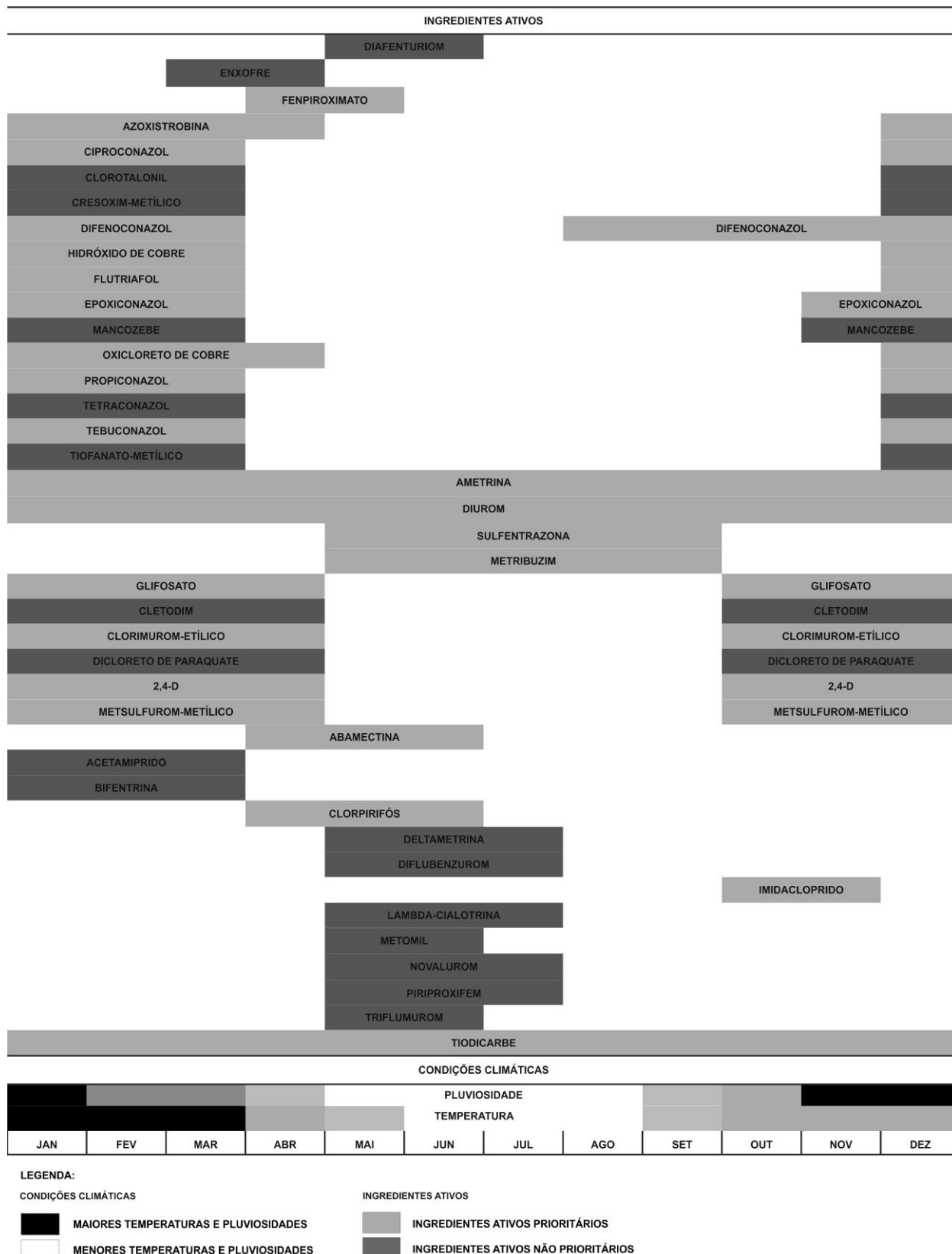
da mosca aproximam-se da superfície do solo devido ao maior risco de encharcamento do mesmo, ficando mais vulneráveis à ação dos inseticidas (Malavota *et al.*, 1993) .

O ácaro-vermelho, *Oligonychus ilicis* McGregor e o ácaro-da-leprose, *Brevipalpus phoenicis* Geijskes, são aqueles citados nas bulas dos acaricidas. Seus maiores índices de infestação ocorrem no período seco do ano, entre os meses de maio e agosto, visto que no período chuvoso são facilmente lavados da superfície das plantas pelas gotas de chuva (Ferrão *et al.*, 2017). Apenas um único nematoide foi citado nas bulas dos agrotóxicos, *Meloidogyne exigua*, o nematoide das galhas. Os nematoides vivem no solo durante todo o ano, desta forma seus prejuízos são constantes (SENAR, 2017) .

### 3.6 Épocas prioritárias para o monitoramento de agrotóxicos na água

A partir do cruzamento entre as condições climáticas, a fenologia do cafeeiro, as informações sobre suas pragas e doenças, e as características dos I.A's empregados na cultura foi possível chegar a um modelo que permite a análise da época de maior aplicação de agrotóxicos, conforme representado na Figura 3.





**Figura 3: Distribuição temporal das condições climáticas e épocas de aplicação dos ingredientes ativos autorizados classificados entre prioritários e não prioritários no Estado do Espírito Santo. No degradê de cores para as condições climáticas, a cor mais escura representa o período de altas temperaturas e pluviosidades, se tornando mais clara conforme estas condições se tornam menos intensas.**

Nota-se a convergência de um maior número de I.A's sendo empregados na época quente e chuvosa do ano. Os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março tem, respectivamente, 23, 25, 24 e 24 I.A's passíveis de utilização, principalmente, fungicidas e herbicidas pós-emergência. A maior parte dos fungicidas tem suas aplicações restritas ao período entre dezembro e março, podendo ser monitorados neste período. As exceções são azoxistrobina e oxicloreto de cobre, que têm suas aplicações estendidas até o mês de abril, mancozebe e epoxiconazol, que têm suas aplicações iniciadas no mês de novembro, indo até o mês de março e o difenoconazol, recomendado para o controle da mancha-de-phoma, que é aplicado preventivamente no período pré e pós florada, além de períodos favoráveis à doença, podendo ser aplicado a partir de agosto até março.

Os herbicidas pós-emergência, metsulfurom-metílico, 2,4-D, dicloreto de paraquate, clorimuro-etílico, cletodim e glifosato, podem ser aplicados nos meses de outubro a abril em cafezais em desenvolvimento (Santos, 2004), podendo ser monitorados no mesmo período que os fungicidas por fins de praticidade. O mesmo se aplica ao inseticida tiodicarbe, que devido ao ciclo de vida dos nematoides, e os herbicidas Diurom e a ametrina que possuem ação pré e pós emergência, podem ser aplicados e monitorados durante todo o ano. Contudo, torna-se difícil determinar por revisão bibliográfica a época adequada de aplicação dos herbicidas devido à grande variedade de espécies infestantes e quantidade de fatores que afetam sua ocorrência, como condições climáticas, topografia, tipo de solo, densidade de plantio, além da falta de estudos que descrevam o ciclo fenológico das mesmas (Santos, 2004). Desta forma, se fazem necessários estudos in loco para a determinação da época de maior competição e interferência no desenvolvimento da cultura.

No período seco do ano há um menor número de I.A's sendo aplicados na lavoura de café. Os meses de abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro possuem, respectivamente 15, 18, 17, 10, 6, 6, 11, 12. Nota-se que os meses com maior aplicação de agrotóxicos no período seco são maio e junho, coincidindo com o período de menor pluviosidade. Os I.A's aplicados nestes meses são inseticidas, acaricidas e herbicidas pré-emergência. Os I.A's abamectina, clorpirifós, deltametrina, diflubenzurom, fenpiroximato, lambda-cialotrina, metomil, novalurom, piriproxifem e triflubenzurom tem suas aplicações restritas entre maio e julho, devendo ser monitorados neste período. Os herbicidas, sulfentrazone e metribuzim podem ser utilizados em pré-emergência das plantas infestantes com aplicações no período de abril a setembro, coincidindo com o período de após a arruação e da esparramação da cultura. Desta forma, também podem ser monitorados no período entre maio e julho em conjunto com os demais I.A's.

A menor variedade no uso de agrotóxicos ocorreu nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro, minimizando a necessidade da realização de análises nestes meses. Dentre os I.A's passíveis de aplicação neste período, apenas o inseticida imidacloprido tem suas aplicações



restritas a outubro e novembro, enquanto todos os demais I.A's podem ser monitorados em outros meses.

O método proposto se mostrou eficaz na determinação dos I.A's prioritários e das épocas ideais para seu monitoramento, contudo, carece de uma validação, que se torna difícil tendo em vista o reduzido número de municípios que prestam informações sobre o monitoramento de agrotóxicos no SISAGUA. No ano de 2019, este montante não ultrapassou 12 % do total de municípios brasileiros e 10 % dos municípios do Espírito Santo (Brasil, 2020). Dados de monitoramento de agrotóxicos à longo prazo são de grande valia pois, quando analisados estatisticamente, permitem a identificação de padrões e tendências no uso de tais substâncias (Dahshan *et al.*, 2016; Vryzas *et al.*, 2020) que poderiam, no caso do presente estudo, validar ou não a eficiência do método proposto.

#### 4 CONCLUSÕES

A maioria dos I.A's com registro para uso na cafeicultura no estado do Espírito Santo apresentarem baixo potencial de contaminação de mananciais subterrâneos conforme o índice GUS. Entretanto, 26 apresentam médio ou alto potencial de transporte diluído em água, um risco aos mananciais superficiais do estado.

Verificou-se uma maior concentração de I.A's sendo aplicados no período chuvoso do ano, entre os meses de dezembro e março. Esse é um período importante para o monitoramento de agrotóxicos. Os meses de abril, maio junho e julho também são importante para o monitoramento dos I.A's aplicados no período seco do ano. O período entre agosto e novembro pode não ser favorável à análises, tendo em vista que apenas o I.A imidacloprido possui aplicações restritas entre novembro e outubro, podendo todos os demais I.A's serem monitorados em outros períodos por fins de praticidade.

Recomenda-se, desta forma, uma análise estatística dos dados de monitoramento de agrotóxicos disponíveis para o estado do Espírito Santo, a fim de verificar a efetividade do método proposto. A reprodução de estudos deste tipo no território brasileiro pode tornar mais hábil e simples a elaboração de planos de monitoramento de agrotóxicos pelos municípios, promovendo a otimização do uso de recursos e um monitoramento mais efetivo. Adicionalmente devem ser analisadas outras propriedades físico-químicas dos I.A's além daquelas analisadas no presente estudo, assim como sua toxicidade.

#### 5 REFERÊNCIAS

Altoé, P. S. (2018). *Agrotóxicos No Estado Do Espírito Santo : Uma Análise Das Questões Legais e Dos Efeitos Nas Águas Superficiais Do Rio Jucu Causados Pelo Herbicida Glifosato*. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.

Agroscre (2004). [Software]. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente.



- Andrade, A. S., Queiroz, V. T., Lima, D. T., Drumond, L. C. D., Queiroz, M. E. L. R., Neves, A. G. (2011). Análise de Risco de Contaminação de Águas Superficiais e Subterrâneas por Pesticidas em Municípios do Alto Paranaíba - MG. *Química Nova*, 34(7), 1129–1135.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portal Anvisa. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos>>.
- Barbosa, A. M. C., Solano, M. L. M., Umbuzeiro, G. A. (2015). Pesticides in Drinking Water – The Brazilian Monitoring Program. *Frontiers in Public Health*, 3(Nov.), 1–10.
- Belan, L. L., Jesus, W. C., Souza, A. C., Zambolim, L., Tomaz, M. A., Alves, F. R., Ferrão, M. A. G., Amaral, J. F. T. (2015). Monitoring of Leaf Rust in Conilon Coffee Clones to Improve Fungicide Use. *Australasian Plant Pathology*, 44(1), 5–12.
- Brasil. 1997. *Lei Nº. 9.433, 8 de Janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF. Recuperado em 05 de janeiro de 2020, de ([http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm)).
- Brasil. 2017. *Portaria de Consolidação Nº 5 de 28 de Setembro de 2017*. Consolidação Das Normas Sobre as Ações e Os Serviços de Saúde Do Sistema Único de Saúde. Recuperado em 05 de janeiro de 2020, de (<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>).
- Carneiro, F. F., Augusto, L. G. S., Rigoto, R. M., Friederich, K., Búrigo, A. C. (Eds.). (2015). *Dossiê ABRASCO: Um Alerta Sobre Os Impactos Dos Agrotóxicos Na Saúde* (Vol. 161). São Paulo, SP: Expressão Popular.
- Carvalho, H. P. D. E. (2010). *Progresso cercosporiose em cultivares de cafeeiro sob cultivo orgânico e o efeito de Colletotrichum gloeosporioides Penz na germinação e estabelecimento de plantas*. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Cerqueira, A. F., Feitoza, H. N., Feitoza, L. R., Loss, W. R. (1999). *Zonas Naturais Do Espírito Santo: Uma Regionalização Do Estado, Das Microrregiões e Dos Municípios*. edited by, Vitória: Secretaria Estadual de Planejamento.
- Chow, R.; Scheidegger, R.; Doppler, T.; Dietzel, A.; Fenicia, F.; Stamm, C. (2020). A review of long-term pesticide monitoring studies to assess surface water quality trends. *Water Research X*, n. 9, 100064.
- Cohen, S. Z., R. D., Wauchope, A. W., Klein, Eadsforth, C. V., Graney, R. (1995). Offsite Transport of Pesticides in Water: Mathematical Models of Pesticide Leaching and Runoff. *IUPAC, Pure and Applied Chemistry*. 67(12), 2109-48.
- Conceição, C. H. C., Guerreiro-Filho, O., Gonçalves, W. (2005). Flutuação Populacional Do Bicho-





- Mineiro Em Cultivares de Café Arábica Resistentes á Ferrugem. *Bragantia*, 64(4), 625–31.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. (n. d.) *12 Fatos Importantes Sobre o Manejo Integrado Da Broca - Do - Café (Hypothenemus Hampei)*. Brasília, DF: Autor.
- Dahshan, H.; Megahed, A. M.; Abd-Elall, A. M. M.; Abd-el-Kader, M. A.; Nabawy, E.; Elbana, M. H. (2020). Monitoring of pesticides watter pollution - The egyptian River Nile. *Journal of Environmental Health Sciense & Engineering*, 14:15. DOI 10.1186/s40201-016-0259-6
- Dornelas, G. A. (2017). *Mancha De Phoma Do Cafeeiro : Relação Com Irrigação , Fertilidade Do Solo e Nutrição de Plantas*. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Ferracini, V. L., Pessoa, M. C. Y. P., Silva, A. S., Spadotto, C. A. (2001). Análise De Risco De Contaminação Das Águas Subterrâneas E Superficiais Da Região De Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 11, 1–16.
- Ferrão, R. G., Fonseca, A. F. A., Ferrão, M. A. G., Muner, L. H. (Eds.). (2017). *Café Conilon (2º ed)*. Vitória, ES: INCAPER.
- Gallo, D., Nakano, O., Neto, S. S., Carvalho, R. P. L., Baptista, G. C., Filho E. B., Parra, J. S. P., Zucchi, R. A., Alves, S. B., Vendramim, J. D., Marchini, L. C., Lopes, J. R. S., Omoto, C. (2002). *Entomologia Agrícola (10º ed.)*. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luíz de Queiroz.
- Gomes-Silva, P. A. J., Lima, S. D., Golin, R., Figueiredo, D. M., Lima, Z. M., Moraes, E. B., Dores, E. F. G. C. (2014). Qualidade da água de uma microbacia com fins de abastecimento público, Chapada dos Guimarães, MT. *Holos*, 30 (4), 22-33.
- Goss, D. W. (1992). Screening Procedure for Soils and Pesticides for Potential Water Quality Impacts. *Weed Technology*, 6(3), 701–8.
- Gustafson, D. I. (1989). Groundwater Ubiquity Score: A Simple Method for Assessing Pesticide Leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 8(4), 339–57.
- Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural. Gráficos Da Série Histórica. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica>>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil>>.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Agrotóxicos. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos>>.
- Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal. e-IDAF. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://app.idaf.es.gov.br/eidaf/consultas-agrotoxicos>>.
- Junior, E. C. C., Freitas, A. S., Alcantara, E., Rezende, R. M., Silva, M. L. O., Ribeiro, D. F. (2018). Incidência de ferrugem, cercosporiose e mancha de phoma em cafeeiro sob diferentes tipos



- de poda. *Revista Da Universidade Do Rio Verde* 16(3), 1–10.
- Lima, L. M. D. E. (2009). *Variabilidade espacial da mancha de phoma relacionada à nutrição do cafeeiro e incidência da cercosporiose na qualidade do café*. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Lopes, C. V. A., Albuquerque, G. S. C. (2018). Agrotóxicos e Seus Impactos Na Saúde Humana e Ambiental: Uma Revisão Sistemática. *Saúde Em Debate*, 42(117), 518–34.
- Lopes, P. R., Guzman, J. M., Theodoro, V. C. A., Lopes, I. M. (2012). Evolução da Ferrugem ( Hemileia Vastatrix ) e Da Cercosporiose ( Cercospora Coffeicola ) Em Agroecossistemas Cafeeiros Convencional , Organo-Mineral e Orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7(1), 160–68.
- Malavolta, E., Fernandes, D. F., Casale, H., Romero, J. P. (1993). Seja o Doutor Do Seu Cafezal. *Informações Agronômicas* (64), 1–16. Recuperado em 05 de janeiro de 2020, de ([http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/1870E4C8386104EE83257AA0003B6C81/\\$FILE/cafezal2edicao.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/1870E4C8386104EE83257AA0003B6C81/$FILE/cafezal2edicao.pdf)).
- Mesquita, C. M., Rezende, J. E., Carvalho, J. S., Fabri, M. A., Moraes, N. C., Dias, P. T., Carvalho, R. M., Araújo, W. G. (2016). *MANUAL DO CAFÉ: Distúrbios Fisiológicos, Pragas e Doenças Do Cafeeiro (Coffea Arabica L.)*. Belo Horizonte: EMATER-MG.
- Milhorne, M. A. L., Sousa, D. O. B., Lima, F. A. F., Nascimento, R. F. (2009). Assessment of Surface and Groundwater Potential Contamination by Agricultural Pesticides Applied in the Region of Baixo Jaguaribe, CE, Brazil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 14(3), 363–72.
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Agrofit. Acessado em 07 de janeiro de 2020. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>.
- Ministério da Saúde. (2016). *Diretriz Nacional Do Plano de Amostragem Da Vigilância Ambiental Em Saúde Relacionada à Qualidade Da Água Para Consumo Humano - VIGIAGUA*. Brasília, DF: Ministério da Saúde. Recuperado em 18 de dezembro de 2018, de ([http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz\\_nacional\\_plano\\_vigiagua.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_vigiagua.pdf)).
- Ministério da Saúde. (2020). SISAGUA. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<http://www.dados.gov.br/dataset?q=sisagua>>.
- Montagner, C. C., Vidal, C., Acayaba, R. D., Jardim, W. F., Jardim, I. C. S. F., Umbuzeiro, G. A. (2014). Trace Analysis of Pesticides and an Assessment of Their Occurrence in Surface and Drinking Waters from the State of São Paulo (Brazil). *Analytical Methods*, 6(17), 6668–77.
- MONTEIRO, J. (Edt.). (2009). *Agrometeorologia Dos Cultivos: O Fator Meteorológico Na Produção Agrícola*. 1º Edição. Brasília, DF: Instituto Nacional de Meteorologia.
- Negrão, S. L. (2008). *Uma Análise Do Ciclo de Produção Agroindustrial de Suínos e Aves, à Luz Da Ética Global*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.



- Neto, E. N., Lacaz, F. A. C., Pignati, W. A. (2014). Health Surveillance and Agribusiness: The Impact of Pesticides on Health and the Environment. *Danger Ahead!. Ciencia e Saude Coletiva*, 19(12), 4709–18.
- Oliveira Júnior, A., Magalhães, B. T., Mata, R. N., Santos, F. S. G., Oliveira, D. C., Carvalho, J. L. B., Araújo, W. N. (2019). Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA): Características, Evolução e Aplicabilidade. *Epidemiologia e Servicos de Saude : Revista Do Sistema Unico de Saude Do Brasil*, 28(1), e2018117.
- Organização das Nações Unidas - Conselho de Direitos Humanos. (2017). *Report of the Special Rapporteur on the Right to Food*. Recuperado em 05 de janeiro de 2020, de (<https://www.ohchr.org/en/issues/food/pages/foodindex.aspx>).
- Pelaez, V. (2016). A (Des)Construção Da Agenda Política De Controle Dos Agrotóxicos No Brasil. *Ambiente & Sociedade*, XIX(3), 215–32.
- Parween, T., Jan, S. (2019) Pesticides and Environmental Ecology. In: PARWEEN, T.; JAN, S. *Ecophysiology of Pesticides*, p. 1–38, Academic Press.
- Pessoa, M. C. P. Y., Chaim, A., Ferracini, V. L., Scramin, S. (2007). *Manual Do Usuário Do Programa AGROSCRE: Apoio à Avaliação de Tendências de Transporte de Princípios Ativos de Agrotóxicos*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente.
- Pinto, A., Pozza, E., Souza, P. E., Pozza, A., Talamini, J., Boldini, J., Santos, F. (2002). Descrição Da Epidemia Da Ferrugem Do Cafeeiro Com Redes Neurais. *Fitopatologia Brasileira*, 27(5), 517–24.
- Porto, M. F. S. (2018). The Tragic ‘Poison Package’: Lessons for Brazilian Society and Public Health. *Cadernos de Saude Publica*, 34(J), e00110118.
- Prefeitura Municipal de Jaguaré. (2017). Plano Municipal De Saneamento Básico E Gestão Integrada De Resíduos Sólidos. 347 p. Recuperado em 18 de janeiro de 2020, de (<https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/PDF/Etapa%206%20-%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%C3%A1sico%20de%20Jaguar%C3%A9.pdf>).
- Nova Venécia. (2017). Plano Municipal De Saneamento Básico E Gestão Integrada De Resíduos Sólidos. 347 p. Recuperado em 18 de janeiro de 2020, de (<https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/PDF/Etapa%206%20-%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%C3%A1sico%20de%20Nova%20Ven%C3%A9cia.pdf>).
- Prefeitura Municipal Sooretama. (2017). Plano Municipal De Saneamento Básico E Gestão Integrada De Resíduos Sólidos. 347 p. Recuperado em 18 de janeiro de 2020, de (<https://www.sooretama.es.gov.br/uploads/licitacao/1756-anexo-vii-plano-municipal-de-saneamento-1541695329.pdf>).



- Rosa, R., Alves, W. S. B., Barboza, C., Gomes, C. F., Fanton, C. J., Queiroz, R. B., Martins, D. S. (2016). Intensidade de Ataque de Escolitídeos Praga Em Cafeeiro Conilon. *Anais do SICT Do Incaper*, 1. Recuperado em 15 de janeiro de 2020, de (<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2520/1/I-SICT-OUTROS-022.pdf>).
- Santos, J, C. F. (2004). Manejo Integrado Das Plantas Infestantes Do Cafezal. *Circular Técnica*, 69. Porto Velho, RO: Embrapa.
- Santos, F. S., Souza, P. E., Pozza, E. A., Miranda, J. C., Barreto, S. S., Theodoro, V. C. (2008). Progresso da Cercosporiose (*Cercospora Coffeicola* Berkeley & Cooke) em Cafeeiros sob Cultivos Orgânico e Convencional. *Summa Phytopathologica*, 34(1), 48–54.
- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. (2017). *Café: Controle de Pragas, Doenças e Plantas Daninhas*. 1º edição. Brasília, DF: SENAR.
- Soares, D. F., Faria, A. M., Rosa, A. H. (2017). Análise de Risco de Contaminação de Águas Subterrâneas Por Resíduos de Agrotóxicos No Município de Campo Novo Do Parecis (MT), Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 22(2), 277–84.
- Souza, G. S., Costa, L. C. A., Maciel, A. C., Reis, F. D.V., Pamplona. Y. A. P. (2017). Presence of Pesticides in Atmosphere and Risk to Human Health: A Discussion for the Environmental Surveillance. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22, 3269–80.
- Souza, J. C., Reis, P. R., Rigitano, R. L. O. (1998). *BICHO-MINEIRO DO CAFEIRO: Biologia, danos e manejo Integrado* (2º ed.). Belo Horizonte: EPAMIG.
- Souza, L. C., Gouvea, R. R., Santos, A. N. M. R., Souza, G. A. R., Kuhlcamp, K. T., Santana, R. B. Q. E. N. (2019, outubro). Avaliação da severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em conilon tolerantes à seca na região de Sooretama. *Anais do Simpósio de Pesquisa Dos Cafés Do Brasil, Vitória, ES*, X.
- Talamini, V., Pozza, E. A., Souza, P. E., Silva, A. M. (2003). Progress of Coffee Rust and Brown Eye Spot with Differents Periods at Initial Irrigation and Fertirrigation Time. *Ciencia e Agrotecnologia*, 27(1), 141–49.
- União Internacional Da Química Pura e Aplicada. The Pesticids Propriets Database. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm>>.
- Serviço de Pesquisa Agrícola dos Estados Unidos. Pesticides Propriets Database. Acessado em 05 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-barc/beltsville-agricultural-research-center/adaptive-cropping-systems-laboratory/docs/ppd/pesticide-list/>>.
- Vasco, G. B. (2012). *Intensidade Da Mancha de Phoma Em Função Da Densidade de Plantio e Manejo de Irrigação Em Cafeeiro*. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Vryzas, Z.; Ramwell, C.; Sans, C. (2020). Pesticide prioritization approaches and limitations in



environmental monitoring studies: from Europe to Latin America and the Caribbean. *Environment International*, n. 143, 105917.

#### COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Leite, L. C. O. F., PEREIRA, R. de O., SILVA, J. B. G. (2021). Identificação de agrotóxicos prioritários e épocas ideais para seu monitoramento na água: um estudo de caso no Espírito Santo. *Holos*. 37(2), 1-21.

#### SOBRE OS AUTORES

##### L. C. O. F. LEITE

Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Mestrando em Ambiente Construído pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

E-mail: [luan\\_otaviano@hotmail.com](mailto:luan_otaviano@hotmail.com)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6370-8474>

##### R. DE O. PEREIRA

Graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2005), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa, área de saneamento (2007) e doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (2011). Professora efetiva da UFJF e atua no programa de pós-graduação do PEC e PROAC- UFJF.

E-mail: [renata.pereira@ufjf.edu.br](mailto:renata.pereira@ufjf.edu.br)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3414-7292>

##### J. B. G. SILVA

Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (2007). Mestrado e doutorado em Engenharia Agrícola na área de Recursos Hídricos e Ambientais na Universidade Federal de Viçosa. Professor efetivo da UFJF e atua no programa de pós-graduação PROAC- UFJF.

E-mail: [jonathas.silva@ufjf.edu.br](mailto:jonathas.silva@ufjf.edu.br)

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5812-2623>

**Editor(a) Responsável:** Anísia Galvão

**Pareceristas *Ad Hoc*:** Jaísa Marília dos Oliveira e João Amorim

