

GLEISSY MARY AMARAL DINO ALVES DOS SANTOS

**ESPACIALIZAÇÃO DO RISCO DE LIXIVIAÇÃO DE
AGROTÓXICOS EM ÁREAS DE CAFEICULTURA NO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa**

T

S237e
2017 Santos, Gleissy Mary Amaral Dino Alves dos, 1978-
Espacialização do risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de
cafeicultura no estado do Espírito Santo / Gleissy Mary Amaral Dino
Alves dos Santos. - Viçosa, MG, 2017.
xix, 162f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Antônio Augusto Neves.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.105-119.

1. Solos - Movimento de herbicidas. 2. Solos - Lixiviação.
3. Produtos químicos agrícolas. 4. Café - Cultivo - Espírito Santo
(Estado). I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Química. Programa de Pós-graduação em Agroquímica. II. Título.

CDD 22 ed. 631.4

GLEISSY MARY AMARAL DINO ALVES DOS SANTOS

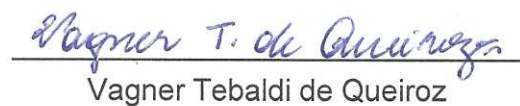
**ESPECIALIZAÇÃO DO RISCO DE LIXIVIAÇÃO DE
AGROTÓXICOS EM ÁREAS DE CAFEICULTURA NO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

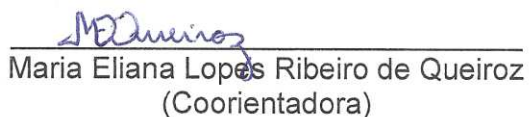
APROVADA: 31 de março de 2017.



Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro



Vagner Tebaldi de Queiroz



Maria Eliana Lopes Ribeiro de Queiroz
(Coorientadora)



André Fernando de Oliveira
(Coorientador)



António Augusto Neves
(Orientador)

*Aos meus pais Adélia e Paulo Roberto, pela minha
existência.*

Ofereço

*Aos meus amores Mateus Alves dos Santos, Mikaio
Alves dos Santos e Alexandre Rosa dos Santos, pelo
companheirismo, dedicação e pelas horas que me
emprestaram.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força concedida nos momentos de desânimo e decepção, tornando possível a conclusão deste trabalho.

Ao meu marido Alexandre Rosa dos Santos e aos meus filhos Mateus e Mikaio pelo companheirismo, paciência, dedicação, por me darem incentivo para iniciar minha vida profissional e pelo apoio incondicional durante a realização deste trabalho.

Ao professor Antônio Augusto Neves, por sua orientação e atenção em todos os momentos e pela confiança demonstrada ao longo deste trabalho.

Aos professores Maria Eliana Lopes Ribeiro de Queiroz e André Fernando de Oliveira, pela coorientação, pelo apoio, amizade e paciência durante todo o desenvolvimento do trabalho de pesquisa.

Aos professores Efraim Lázaro Reis, Carlos Antonio Alvares Soares, Vagner Tebaldi de Queiroz, Laércio Zambolim e Renata Pereira Lopes Moreira pela avaliação da qualificação e tese, contribuindo cientificamente para o desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Química Analítica (LAQUA) com os quais convivi durante todo este tempo.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial, ao Departamento de Química e Programa de Pós-graduação em Agroquímica, pela recepção e oportunidade de desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), particularmente aos Programas de Pós-graduação em Agroquímica e Ciências Florestais, pela colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Aos pesquisadores que compõem o grupo de pesquisa do CNPq *Geotechnology Applied to Global Environment (GAGEN)* pela ajuda e dedicação relativa ao longo da pesquisa.

À agência fomentadora CAPES, pela concessão de bolsas de estudos e órgãos governamentais INMET, IBGE, INCAPER e IDAF pelo fornecimento de parte da base de dados.

A todos que direta ou indiretamente, contribuíram de forma positiva para a realização deste trabalho.

“Não deixe que as pessoas te façam desistir daquilo que você mais quer na vida. Acredite. Lute. Conquiste. E acima de tudo, seja feliz.” (Autor desconhecido)

BIOGRAFIA

GLEISSY MARY AMARAL DINO ALVES DOS SANTOS, filha de Paulo Roberto Alves e Adélia Amaral Dino Alves, nasceu em Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil, em 21 de julho de 1978.

Em fevereiro de 2005, iniciou o curso de Bacharelado em Farmácia Generalista, pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Alegre (FAFIA), diplomando-se como Bacharel em dezembro de 2008.

Em fevereiro de 2011, iniciou o mestrado em Ciências Farmacêuticas na Universidade de Vila Velha e defendeu sua dissertação em dezembro de 2012.

Em fevereiro de 2016 obteve o título de Licenciatura em Química pela Universidade de Franca (UNIFRAN).

Em março de 2013, iniciou o curso de pós-graduação em Agroquímica, em nível de Doutorado, pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), submetendo-se a defesa de tese em março de 2017.

SUMÁRIO

| | |
|---|-------|
| LISTA DE TABELAS | xi |
| LISTA DE FIGURAS | xii |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | xvi |
| RESUMO | xviii |
| ABSTRACT | xix |
| 1. INTRODUÇÃO | 20 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 22 |
| 1.1.1 Objetivo geral | 22 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 22 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 23 |
| 2.1. CAFEICULTURA | 23 |
| 2.1.1. Importância social e econômica da cafeicultura | 23 |
| 2.1.2. Produção internacional e brasileira de café | 24 |
| 2.1.3. Características do café arábica e conilon | 25 |
| 2.2. AGROMETEOROLOGIA | 25 |
| 2.2.1. Condições edafoclimáticas necessárias para o desenvolvimento do cafeeiro | 25 |
| 2.2.2. Balanço hídrico climatológico | 28 |
| 2.2.3. Irrigação do cafeeiro | 29 |
| 2.2.4. Zoneamento do cafeeiro | 30 |
| 2.3. PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E DOENÇAS DO CAFEIEIRO.... | 33 |
| 2.3.1. Plantas daninhas do cafeeiro | 33 |
| 2.3.2. Pragas do cafeeiro | 34 |
| 2.3.3. Doenças do cafeeiro | 35 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.4. | AGROTÓXICOS | 36 |
| 2.4.1. | Histórico, legislação, definição e classificação dos agrotóxicos | 36 |
| 2.4.2. | Destino dos agrotóxicos no ambiente | 38 |
| 2.4.3. | Modelos para avaliação do risco de lixiviação de agrotóxicos no ambiente | 41 |
| 2.5. | GEOTECNOLOGIAS | 43 |
| 2.5.1. | Sistemas de Informações Geográficas | 44 |
| 2.5.2. | Sensoriamento Remoto | 45 |
| 2.5.3. | Geoestatística..... | 45 |
| 2.6. | INTER-RELAÇÕES ENTRE A AGROMETEOROLOGIA, SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E AGROQUÍMICA..... | 46 |
| 3. | MATERIAL E MÉTODOS | 47 |
| 3.1. | ÁREA DE ESTUDO | 47 |
| 3.2. | ETAPAS METODOLÓGICAS | 48 |
| 3.2.1. | Zoneamento edafoclimático para o café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo | 48 |
| 3.2.2. | Avaliação do potencial de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos utilizados para o café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) empregando os métodos GUS e LIX | 55 |
| 3.2.3. | Espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas de aptidão edafoclimática cultivadas com café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF..... | 57 |
| 3.2.4. | Espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para | |

| | |
|---|-----------|
| os principais municípios produtores no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF | 62 |
| 4. RESULTADO E DISCUSSÃO | 64 |
| 4.1. ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO PARA O CAFÉ CONILON (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) E ARÁBICA (<i>Coffea arabica</i> L.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO..... | 64 |
| 4.2. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ATIVOS DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS PARA O CAFÉ CONILON (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) E ARÁBICA (<i>Coffea arabica</i> L.) EMPREGANDO OS MÉTODOS GUS E LIX | 70 |
| 4.3. ESPACIALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO RISCO DE LIXIVIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ATIVOS DE AGROTÓXICOS NAS ÁREAS DE APTIDÃO EDAFOCLIMÁTICA CULTIVADAS COM CAFÉ CONILON (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) E ARÁBICA (<i>Coffea arabica</i> L.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO EMPREGANDO O MÉTODO RF/AF | 72 |
| 4.4. ESPACIALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO RISCO DE LIXIVIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ATIVOS DE AGROTÓXICOS NAS ÁREAS CULTIVADAS COM CAFÉ PARA OS PRINCIPAIS MUNICÍPIOS PRODUTORES DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO EMPREGANDO O MÉTODO RF/AF ... | 91 |
| 4.4.1. Avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam nas áreas cultivadas com café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama empregando o método RF/AF .. | 91 |
| 4.4.2. Avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam nas áreas cultivadas com café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna empregando o método RF/AF | 97 |
| 4.4.3. Síntese comportamental das características edáficas, climáticas e ambientais que favorecem a lixiviação de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para os principais municípios produtores do estado do Espírito Santo | 99 |

| | |
|---|-----|
| 5. CONCLUSÕES | 104 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 105 |
| APÊNDICES | 120 |
| APÊNDICE A. Principais plantas daninhas do cafeeiro..... | 121 |
| APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café | 123 |
| APÊNDICE C. Principais espécies de insetos, ácaros e nematoides do cafeeiro | 157 |
| APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café | 161 |
| APÊNDICE E. Principais doenças do cafeeiro | 172 |
| APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café | 173 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Principais diferenças entre o café arábica e conilon..... | 26 |
| Tabela 2. Classes de aptidão climática para culturas agrícolas | 32 |
| Tabela 3. Classificação dos agrotóxicos de acordo com a toxicidade..... | 38 |
| Tabela 4. Classes dos agrotóxicos de acordo com a periculosidade ambiental | 38 |
| Tabela 5. Faixas de aptidão térmica para as culturas do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 49 |
| Tabela 6. Faixas de aptidão hídrica para a cultura do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 49 |
| Tabela 7. Faixas de aptidão edáfica para a cultura do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.)..... | 50 |
| Tabela 8. Propriedades físico-químicas dos princípios ativos usados na cultura do café | 57 |
| Tabela 9. Propriedades físico-químicas dos tipos de solos do estudo | 58 |
| Tabela 10. Classes de potencial de adsorção para o fator de retardo (RF) | 59 |
| Tabela 11. Classes de potencial de lixiviação para o fator de atenuação (AF)..... | 60 |
| Tabela 12. Potencial risco de lixiviação de agrotóxicos no solo pelos métodos avaliados LIX e GUS..... | 71 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Componentes do balanço hídrico para condições naturais..... | 28 |
| Figura 2. Dinâmica dos agrotóxicos no meio ambiente..... | 39 |
| Figura 3. Inter-relações entre Agrometeorologia (AM), Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Agroquímica (AQ)..... | 47 |
| Figura 4. Estado do Espírito Santo, Brasil..... | 48 |
| Figura 5. Etapas metodológicas necessárias para a elaboração do zoneamento edafoclimático para o café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo..... | 54 |
| Figura 6. Etapas metodológicas necessárias para a espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas de aptidão edafoclimáticas cultivadas com café conilon e arábica no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF. | 61 |
| Figura 7. Principais municípios produtores de café conilon no estado do Espírito Santo. | 63 |
| Figura 8. Principais municípios produtores de café arábica no estado do Espírito Santo. | 63 |
| Figura 9. Etapas metodológicas necessárias para a espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para os principais municípios produtores no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF. | 64 |
| Figura 10. Variáveis edafoclimáticas para o estado do Espírito Santo, Brasil. a) Temperatura média anual (°C); b) Deficiência hídrica anual (mm); e c) Tipos de Solos..... | 65 |
| Figura 11. Faixas de aptidão para a cultura do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) para o estado do Espírito Santo, Brasil. a) Temperatura média anual (°C); b) Deficiência hídrica anual (mm); e c) Tipos de Solos. .. | 66 |

| | |
|--|----|
| Figura 12. Faixas de aptidão para a cultura do café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) para o estado do Espírito Santo, Brasil. a) Temperatura média anual (°C); b) Deficiência hídrica anual (mm); e c) Tipos de Solos..... | 67 |
| Figura 13. Zoneamento edafoclimático para o café A) conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e B) arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 68 |
| Figura 14. Classes de aptidão edafoclimáticas para o café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 69 |
| Figura 15. Fator de retardo (RF) dos agrotóxicos avaliados para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) no estado do Espírito Santo..... | 73 |
| Figura 16. Fator de retardo (RF) dos agrotóxicos avaliados para a área de aptidão edafoclimática do café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 74 |
| Figura 17. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo 2,4-D avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo..... | 76 |
| Figura 18. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Clorpirifós avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo..... | 77 |
| Figura 19. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Diuron avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo..... | 78 |
| Figura 20. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Glifosato avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo..... | 79 |
| Figura 21. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Paraquat avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo..... | 80 |

| | |
|--|----|
| Figura 22. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Pendimentalina avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 81 |
| Figura 23. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 82 |
| Figura 24. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tebuconazol avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 83 |
| Figura 25. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Terbufós avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo..... | 84 |
| Figura 26. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 85 |
| Figura 27. Fator de atenuação (AF) em relação a área (%) dos principais princípios ativos com potencial risco de lixiviação para o café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 88 |
| Figura 28. Índice AF em relação aos tipos de solo dos principais princípios ativos com potencial risco de lixiviação para o café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) e arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) no estado do Espírito Santo. | 90 |
| Figura 29. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES. ... | 93 |

| | |
|---|-----|
| Figura 30. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES. .. | 94 |
| Figura 31. Fator de atenuação (AF) dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES..... | 95 |
| Figura 32. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para uma área de estudo ampliada cultivada com café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) para o município de Jaguaré, ES. | 96 |
| Figura 33. Índice AF em relação aos tipos de solo dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES..... | 97 |
| Figura 34. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna, ES. | 100 |
| Figura 35. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna, ES. | 101 |
| Figura 36. Fator de atenuação (AF) dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna, ES. | 102 |
| Figura 37. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para uma área de estudo ampliada cultivada com café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) para o município de Lúna, ES..... | 103 |
| Figura 38. Índice AF em relação aos tipos de solo dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (<i>Coffea arabica</i> L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna, ES. | 104 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ABIC | Associação Brasileira da Indústria de Café |
| AF | <i>Attenuation Factor</i> – Fator de Atenuação |
| AM | Agrometeorologia |
| ANA | Agência Nacional das Águas |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| AQ | Agroquímica |
| ARM | Armazenamento de Água no Solo |
| BHC | Balanço Hídrico Climatológico |
| CAD | Capacidade de Água Disponível |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| CTC | Capacidade de troca catiônica |
| DEF | Deficiência Hídrica |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| EP | Evapotranspiração Potencial |
| ER | Evapotranspiração Real |
| ETC | Evapotranspiração Potencial da Cultura |
| EXC | Excedente Hídrico |
| GEOBASES | Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo |
| GUS | <i>Groundwater Ubiquity Score</i> – Índice de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas |
| HAND | <i>Height Above the Neareast Drainage</i> – altura acima da drenagem mais próxima |
| HidroWeb | Sistemas de informações Hidrológicas |
| I | Lâmina de irrigação anual |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDAF | Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo |

| | |
|---------|---|
| IEMA | Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos |
| INCAPER | Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| IQD | Inverso do Quadrado da Distância |
| LIX | <i>Leaching Index</i> – Índice de Lixiviação |
| LMR | Limites Máximos de Resíduos |
| MAPA | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento |
| MDE | Modelo Digital de Elevação |
| MID | Manejo Integrado de Doenças |
| MIP | Manejo Integrado de Pragas |
| MIPD | Manejo Integrado de Plantas Daninhas |
| MOS | Matéria Orgânica do Solo |
| MS | Ministério da Saúde |
| OMM | Organização Mundial de Meteorologia |
| P | Precipitação pluvial |
| q | Recarga hídrica |
| REM | Radiação Eletromagnética |
| RF | <i>Retardation Factor</i> – Fator de Retardação |
| SIG | Sistemas de Informações Geográficas |
| SR | Sensoriamento Remoto |
| SRTM | <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> |
| TLPI | <i>Temperature Leaching Potential Index</i> – Índice Potencial de Lixiviação por Temperatura |
| UFES | Universidade Federal do Espírito Santo |
| UFV | Universidade Federal de Viçosa |
| USDA | <i>United States Department of Agriculture</i> – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos |
| UTM | Universal Transversa de Mercator |

RESUMO

SANTOS, Gleissy Mary Amaral Dino Alves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2017. **Risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de aptidão edafoclimática para a cultura do café.** Orientador: Antônio Augusto Neves. Coorientadores: Maria Eliana Lopes Ribeiro de Queiroz e André Fernando de Oliveira.

O café é um dos mais importantes produtos da agricultura brasileira, comercializado tanto no mercado nacional como no internacional e representa a maior fonte de renda da agricultura para o estado do Espírito Santo, Brasil, contribuindo para a sustentabilidade da economia estadual, com profundas implicações no nível de renda da população rural. Deste modo, a análise preliminar do risco de lixiviação de agrotóxicos no sistema solo-planta-atmosfera é um fator decisivo para se atingir níveis satisfatórios de produção, baseado no manejo racional e eficiente. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de aptidão edafoclimática para a cultura do café no estado do Espírito Santo, Brasil. Como metodologia proposta, foram definidas as áreas de aptidão edafoclimática para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) e, posteriormente, nessas áreas, foi avaliado o risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos empregando os métodos GUS, LIX e RF/AF. Dos dez princípios ativos utilizados para a espacialização do fator de atenuação (AF), cinco (clorpirifós, glifosato, paraquat, pendimetalina e terbufós) apresentaram muito baixo potencial de lixiviação. Os demais princípios ativos (2,4-D, diuron, sulfentrazone, tebuconazol e tiametoxam) indicaram valores representativos para as classes variando de muito baixo a muito alto potencial de lixiviação com destaque para o sulfentrazone e tiametoxam que apresentaram potencial lixiviação a nível de lençol freático. O desenvolvimento do estudo permitiu concluir que é possível avaliar o risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de aptidão edafoclimática para a cultura do café conilon e arábica em solos tropicais utilizando técnicas de Sistemas de Informações Geográficas. A proposta metodológica pode ser adaptada para outras áreas e culturas agrícolas.

ABSTRACT

SANTOS, Gleissy Mary Amaral Dino Alves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2017. **Risk of pesticide leaching in areas of edaphoclimatic aptitude for the coffee culture.** Adviser: Antônio Augusto Neves. Coadvisers: Maria Eliana Lopes Ribeiro de Queiroz and André Fernando de Oliveira.

The coffee is one of the most important products of Brazilian agriculture, marketed in the national and international markets and represents the largest source of income of the agriculture for the Espírito Santo state, Brazil, contributing to the sustainability of the state economy, with profound implications on the income level of the rural population. Thus, the preliminary analysis of the risk of pesticide leaching in the soil-plant-atmosphere system is a decisive factor to achieve satisfactory levels of production, based on rational and efficient management. In this context, the aim of this study was to evaluate the risk of pesticide leaching in areas of edaphoclimatic aptitude for the coffee culture in the Espírito Santo state, Brazil. As proposed methodology were defined areas of edaphoclimatic aptitude for the conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) and Arabica (*Coffea arabica* L.) and, later, in these areas, it was evaluated the risk of leaching of the active ingredients of pesticides using the GUS methods, LIX and RF/AF. Of the ten active ingredients used for the spatialization of the attenuation factor (AF), five (chlorpyrifos, glyphosate, paraquat, pendimethalin and terbufos) showed very low leaching potential. Other active ingredients (2,4-D, diuron, sulfentrazone, tebuconazole and thiamethoxam) indicated representative values for classes ranging from very low to very high leaching potential with highlight to sulfentrazone and thiamethoxam that presented potential leaching at groundwater level. The development of the study allowed to conclude that it is possible to assess the risk of pesticide leaching in areas of edaphoclimatic aptitude for the conilon and Arabica coffee culture in tropical soils using techniques of Geographic Information Systems. The proposed methodology can be adapted to other areas and agricultural crops.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o maior produtor e exportador mundial de café e o segundo maior consumidor do produto, sendo que, no estado do Espírito Santo este representa a maior fonte de renda da agricultura contribuindo para a sustentabilidade da economia estadual, com profundas implicações no nível de renda da população. Contudo, a cultura do café é vulnerável ao ataque de pragas e doenças, levando à redução da produtividade e da qualidade do produto. Assim, para evitar prejuízos no rendimento das safras, vários tipos de agrotóxicos são utilizados no controle de pragas e doenças que atacam o cafeeiro (PAZ; RUBIO, 2006).

No entanto, a utilização inadequada e abusiva de agrotóxicos, associada à falta de informação (PERES et al., 2005; PIRES; CALDAS; RECENA, 2005; SCHMIDT; GODINHO, 2006), tem provocado sua banalização, tendo como consequências danos diretos ao aplicador e ao meio ambiente e, indiretos, ao consumidor final.

Em relação aos solos, a lixiviação de agrotóxicos está diretamente relacionada com suas características físico-químicas e do próprio agrotóxico (HALL et al., 2015). Sabe-se que compostos químicos com características básicas são mais facilmente fixados ao solo que aqueles com características ácidas (ASSIS et al., 2011; HILLER; KRASCENITS; ČERŇANSKÝ, 2008; NICHOLLS; EVANS, 1991), assim como também foram relatadas relações entre solubilidade e sorção dos agrotóxicos e sua fixação no solo (HILLER; KRASCENITS; ČERŇANSKÝ, 2008; LAABS et al., 2002). As próprias características físico-químicas do solo, como presença de minerais, matéria orgânica, pH, características oxidativas e composição geral do solo, podem influenciar na retenção ou degradação de agrotóxicos (ASSIS et al., 2011; BARRIUSO et al., 1992; HILLER; KRASCENITS; ČERŇANSKÝ, 2008; KOSKINEN; HARPER, 1990; SHUAI; CHEN; RAY, 2012).

O próprio manejo do solo e métodos de irrigação de lavouras estão dentre os fatores que levam ao aumento da contaminação de águas subterrâneas por lixiviação sendo, portanto, a ação humana um agravante de contaminação (ALLER et al., 1987; BOZZO et al., 2013; CONNELL; VAN DEN DAELE, 2003). A fim de evitar tais riscos, o uso de agrotóxicos deve ser

reduzido principalmente em áreas próximas aos locais de coletas de água (DI GUARDO; FINIZIO, 2015).

Estudos laboratoriais comprovam a contaminação de águas e solos por agrotóxicos e alguns de seus metabólitos por lixiviação (BOZZO et al., 2013; FUNARI; VIGHI, 1995; GUZZELLA; POZZONI; GIULIANO, 2006; HALLBERG, 1989; HILDEBRANDT et al., 2008; LEISTRA; BOESTEN, 1989; REEMTSMA; ALDER; BANASIAK, 2013; STEHLE; SCHULZ, 2015).

Outra forma de reduzir a contaminação de solos e águas por agrotóxicos consiste em avaliar o risco de lixiviação desses produtos por meio de modelos mais simples como o índice GUS (*Groundwater Ubiquity Score* – Índice de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas) (GUSTAFSON, 1989), critérios da EPA (*Environmental Protection Agency* – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) (COHEN et al., 1995) e índice LIX (*Leaching Index* – Índice de Lixiviação) (SPADOTTO, 2002), baseados nas características físico-químicas do agrotóxico em questão ou mais complexos como o RF/AF (*Retardation and Attenuation Factor* – Fator de Retardação e Atenuação) (RAO; HORNSBY; JESSUP, 1985) e TLPI (*Temperature Leaching Potential Index* – Índice Potencial de Lixiviação por Temperatura) (PARÁIBA et al., 2003), baseados nas características físico-químicas do agrotóxico estudado, características do solo e condições geoclimáticas da área de estudo. Neste sentido, técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido aplicadas para o monitoramento da lixiviação de agrotóxicos por meio de um banco de dados contendo informações georeferenciadas para avaliação de recursos hídricos, com enfoque em águas subterrâneas (AHMED, 2009; ARES; DEL VALLE; OLINUCK, 2006; BALDERACCHI et al., 2008; HOLMAN et al., 2004; TIKTAK et al., 2002; WILSON et al., 1993). A utilização dessas técnicas em conjunto tem se mostrado útil por minimizar problemas de variação espacial e temporal de parâmetros envolvidos na lixiviação de agrotóxicos em recursos aquáticos subterrâneos (WORRALL; BESIEN; KOLPIN, 2002).

Com o propósito de fornecer suporte de decisão para o diagnóstico, planejamento e gerenciamento governamental, estudos de áreas com risco de lixiviação de agrotóxicos tornam-se essenciais e justificáveis para o estabelecimento estratégico de mitigação e manejo fitossanitário.

Diante do exposto, este trabalho, de caráter multidisciplinar e inovador para a agricultura, tem como hipótese verificar que, nas áreas aptas para o desenvolvimento da cultura do café, no estado do Espírito Santo, presume-se que ocorra a contaminação do solo a nível de sistema radicular, assim como, do lençol freático.

Mesmo se configurando uma necessidade para o manejo adequado com menores riscos de contaminação pelo uso de agrotóxicos, são raros os trabalhos científicos que objetivaram traçar uma metodologia para avaliar o risco de lixiviação dos princípios ativos desses compostos em áreas com aptidão edafoclimática para a cultura do café.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de aptidão edafoclimática para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Espacializar e avaliar as áreas de aptidão edafoclimática para o café no estado do Espírito Santo;
- Avaliar o potencial de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos utilizados para o café empregando os métodos GUS e LIX;
- Espacializar e avaliar o risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas de aptidão edafoclimática cultivadas com café no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF;

- Espacializar e avaliar o risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para os principais municípios produtores do estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CAFEICULTURA

2.1.1. Importância social e econômica da cafeicultura

A cafeicultura no Brasil teve início em 1727 sendo que as primeiras mudas foram trazidas pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta da Guiana Francesa para a cidade de Belém, onde foram cultivadas. Em sua trajetória, o café passou pelo Maranhão, Bahia, até alcançar o Rio de Janeiro em 1774 e, posteriormente, difundiu-se, por São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Paraná (FASSIO; SILVA, 2007; MATIELLO, 1991).

Após sua difusão por esses Estados, o café tornou-se uma importante atividade agropecuária, tendo um papel crucial para o desenvolvimento social e econômico do Brasil, produzindo e distribuindo riquezas, além de geração de empregos e de ser importante fator de fixação de mão-de-obra no campo, assim como, a criação de tributos, contribuindo para a formação da receita cambial brasileira (FASSIO; SILVA, 2007; MATIELLO, 1991).

O café ainda hoje continua sendo importante gerador de divisas para o Brasil, atraindo investimentos internacionais, inclusive em infraestrutura, proporcionando a industrialização do país.

A rede produtiva do café tem grande influência em outros setores da economia, pois é consumidor de matérias-primas como adubos, defensivos agrícolas, máquinas e equipamentos, assim como, fornecedor de insumos para diversas indústrias, dentre elas, de produtos medicinais e farmacêuticos, de doces e balas, de alimentos e bebidas em geral, dentre outras (SANTOS et al., 2009).

A atividade cafeeira por gerar milhões de empregos e renda no país, tem proporcionado aos trabalhadores e suas famílias, principalmente do meio rural, acesso à saúde, à educação e até mesmo a programas de inclusão digital (MAPA, 2016).

2.1.2. Produção internacional e brasileira de café

A produção de café no mundo e no Brasil concentrava-se apenas na espécie *Coffea arabica* e somente no final do século XIX que a espécie *Coffea canephora* passou a ser cultivada (CHARRIER; BERTHAUD, 1988; FASSIO; SILVA, 2007; VAN DER VOSSSEN, 1985).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2016), a produção mundial de café para o ano de 2016 foi de 153,3 milhões de sacas de 60 kg, desse total, 61,85 % da produção provém da espécie *Coffea arabica* enquanto que 38,15 % da espécie *Coffea canephora*.

Atualmente, os três maiores produtores mundiais de café incluem o Brasil que representa 32 % da produção, seguido do Vietnã e Colômbia com 19 % e 9 %, respectivamente (ABIC, 2015; USDA, 2016).

A espécie *Coffea canephora*, inclui diversas variedades, porém no Brasil a mais cultivada é a Kouilou, conhecida popularmente como conilon. Por conter menor acidez e maior quantidade de sólidos solúveis, é muito empregado na fabricação de cafés solúveis e em misturas com o café arábica, para equilibrar a acidez do mesmo e conferir corpo ao produto industrializado (BELING et al., 2005; FERRÃO, 2004).

O Brasil é considerado o maior produtor e exportador mundial de café, e segundo maior consumidor do produto. Atualmente, apresenta um parque cafeeiro estimado em 2,22 milhões de hectares, sendo que, 1.759.730 hectares (79,13 %) destinam-se ao plantio do café arábica e 463.734 hectares (20,87 %) ao café conilon (CONAB, 2016).

A produção brasileira de café no ano de 2016 foi de 51,37 milhões de sacas beneficiadas, representando um crescimento de 18,8 %, quando confrontado com a produção no ciclo anterior. Desse quantitativo, 84,4 % da

produção total refere-se ao café arábica e 15,6 % destina-se a produção do café conilon (CONAB, 2016).

Conforme o levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), no Brasil, a produção de café arábica se concentra nos estados de Minas Gerais (maior produtor), São Paulo, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo, enquanto o café conilon é plantado principalmente nos estados do Espírito Santo (maior produtor) e Rondônia.

No estado do Espírito Santo, a produção da safra cafeeira em 2016 foi de 8.967 sacas, sendo que, 3.932 sacas (43,49 %) é referente ao café arábica e 5.035 sacas (56,51 %) ao café conilon (CONAB, 2016).

2.1.3. Características do café arábica e conilon

Segundo Souza et al. (2004) e Ferrão et al. (2007) o café pertence à família Rubiaceae, gênero *Coffea*, no qual já se encontram descritas mais de 90 espécies, com destaque para o *Coffea arabica*, conhecido como café arábica e *Coffea canephora*, conhecido como café conilon.

As principais diferenças entre o café arábica e conilon são apresentadas na Tabela 1.

2.2. AGROMETEOROLOGIA

2.2.1. Condições edafoclimáticas necessárias para o desenvolvimento do cafeeiro

O café arábica é uma planta característica de clima tropical úmido, com temperaturas amenas, cultivada em regiões com altitude acima de 500 m, sendo mais sensível às mudanças do clima, não suportando temperaturas elevadas e períodos prolongados de estiagem. As temperaturas médias anuais para o seu desenvolvimento estão na faixa de 19 a 22 °C, com precipitações pluviométricas anuais acima de 1.200 mm e deficiência hídrica anual menor que 100 mm (MATIELLO et al., 2002; OMENA, 2014;

PEZZOPANE et al., 2012; SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008; SANTOS et al., 2015).

Tabela 1. Principais diferenças entre o café arábica e conilon

| Características | <i>Coffea arabica</i> | <i>Coffea canephora</i> |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Origem | Restrita (Etiópia) | Ampla (bacia do Congo) |
| Rusticidade | Menor | Maior |
| Fecundação | Autógama | Alógama |
| Ploidia | Tetraploide | Diploide |
| Caule | Monocaule | Policaule |
| Poda | Menos frequente | Mais frequente |
| Porte | Mais baixo | Mais alto |
| Espaçamento | Fechado | Aberto |
| Propagação | Semente | Semente e estaca |
| Período de maturação | Média de 240 dias | Média de 300 dias |
| Folha e flor | Menores | Maiores |
| Cor do fruto | Mais claro | Mais escuro |
| Grãos maduros | Caem no chão | Fica na planta |
| Sólidos solúveis | Menor teor | Maior teor |
| Bebida | Sabor suave | Sabor diferenciado |
| Cafeína | Menor | Maior |
| Secagem | Maior tempo | Menor tempo |
| Industrialização | Torrado e moído | Solúvel e <i>Blends</i> |

Fonte: Adapto de Souza et al. (2004) e Ferrão et al. (2007).

Temperaturas abaixo de 18 °C, inaptas para o desenvolvimento do café arábica, ocasionam danos aos tecidos foliares e no tronco, principalmente devido a formação de geadas. As temperaturas acima de 22 °C também são consideradas inaptas e podem ocasionar prejuízos no florescimento, comprometendo a produção de frutos (TOMAZ et al., 2012).

O café conilon, por sua vez, é menos sensível às mudanças do clima, sendo resistente a altas temperaturas e estações secas. As temperaturas médias anuais para um bom crescimento da planta estão na faixa de 22 a

26 °C, com precipitações anuais acima de 1.000 mm e deficiência hídrica anual menor que 150 mm (MATIELLO et al., 2002; OMENA, 2014; PEZZOPANE et al., 2012; SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008; SANTOS et al., 2015).

Os fatores edafoclimáticos exercem papel fundamental nos processos fisiológicos e bioquímicos do cafeeiro, influenciando o excesso ou déficit hídrico do sistema solo-planta-atmosfera, a absorção de nutrientes pela planta, interferindo na qualidade e produtividade do café produzido (AGRIOS, 2005).

As características e condições edáficas para o plantio do café também devem ser consideradas, pois influenciam diretamente na produção e produtividade agrícola (RENA et al., 1986). Ao realizar a seleção dos solos, deve-se observar com prioridade as condições físicas (cor, textura, estrutura, densidade, porosidade e profundidade), pois estas não podem ser modificadas. Entretanto, as propriedades químicas (superfície específica, cargas elétricas, adsorção e troca de íons, acidez do solo e teor de nutrientes) podem ser manejadas objetivando a melhoria das características do solo, com destaque para as práticas de calagem e adubação.

Na escolha dos locais para o plantio do café deve-se dar preferência para o relevo que possa favorecer a mecanização, conservação do solo e manejo da cultura. Como o cafeeiro é uma planta que exige muita radiação solar, este deve ser plantado, de preferência, na face norte ou poente do relevo, evitando-se, as exposições sul, em virtude dos ventos frios e, nas zonas sujeitas ao fenômeno das geadas, devem ser evitados os terrenos baixos de difícil circulação de ar (BRAGANÇA, 2012).

De acordo com Bragança (2012), Luppi (2014), Matiello (1991), Omena (2014), Rena et al. (1986), Santos (1999) e Tomaziello et al. (1997) os solos adequados ao cultivo do cafeeiro devem apresentar as seguintes características: a) profundidade efetiva variando de 1 m (áreas sem carência hídrica) a 1,5 m (áreas com carência hídrica), b) serem bem drenados e porosos, c) teor de argila variando de 20 a 50 % e d) suprimento de água, ar e nutrientes disponíveis às plantas.

2.2.2. Balanço hídrico climatológico

O balanço hídrico tem por objetivo quantificar as entradas e saídas de água no sistema em escala macro (ciclo hidrológico), intermediária (sub-bacia hidrográfica) e local (cultura) (OMENA, 2014; PEZZOPANE et al., 2012; SENTELHAS; ANGELOCCI, 2012).

De maneira geral as entradas de água no sistema são representadas pela precipitação pluvial, orvalho, escoamento superficial, escoamento subsuperficial e ascensão capilar. Já as saídas de água são representadas pela evapotranspiração, drenagem profunda, escoamento superficial e escoamento subsuperficial (Figura 1). De posse dos parâmetros de entrada e saída de água no sistema é possível quantificar a variação de disponibilidade de água no solo (ΔARM).

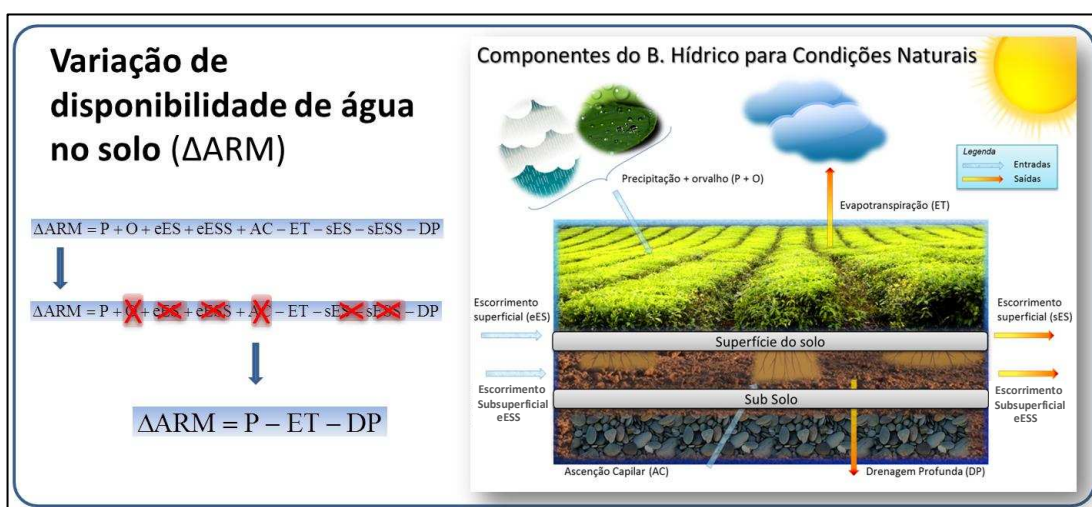


Figura 1. Componentes do balanço hídrico para condições naturais.

Fonte: Adaptado de Omena, 2014.

Para a elaboração do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) é necessário determinar a Capacidade de Água Disponível (CAD), ou seja, o armazenamento máximo de água no solo, além da medida da Precipitação pluvial (P) e a estimativa da Evapotranspiração Potencial (EP) em cada período. De posse dessas informações, o BHC fornece estimativas do Armazenamento de Água no Solo (ARM), da Evapotranspiração Real (ER),

da Deficiência Hídrica (DEF) e do Excedente Hídrico (EXC) em escala de tempo diária a mensal (OMENA, 2014; PEZZOPANE et al., 2012; SENTELHAS; ANGELOCCI, 2012).

Dentre as inúmeras aplicações do BHC na Agrometeorologia, destacam-se sua utilização na determinação das melhores épocas de semeadura, de disponibilidade hídrica regional caracterizando secas ou períodos com excessos hídricos, além do planejamento na elaboração do zoneamento edafoclimático a fim de determinar áreas de aptidão edáficas e climáticas para as culturas agrícolas (PEZZOPANE et al., 2012).

2.2.3. Irrigação do cafeeiro

A prática de irrigação na agricultura cafeeira tem se mostrado importante para o aumento da produção, produtividade e rentabilidade das propriedades agrícolas, gerando desenvolvimento sustentável, empregos e renda, de forma estável (MATIELLO et al., 2002; SILVA; REIS, 2007), além da obtenção de um produto diferenciado, de melhor qualidade e com perspectiva de bons preços no mercado nacional e internacional (SILVA; FARIA; REIS, 2003; SOUZA, 2001).

A irrigação é uma técnica que consiste em suprir as necessidades hídricas para as plantas, ou seja, aplicação de água artificialmente em quantidades adequadas e no momento apropriado (SOUZA; FRIZZONE, 2003). Ao irrigar uma cultura é importante ter conhecimento sobre os parâmetros edafoclimáticos locais e da própria cultura, a fim de minimizar os riscos de perda de produção por deficiência hídrica e promover o uso racional da água (KOBAYASHI, 2007).

A quantidade a ser irrigada está fundamentada na evapotranspiração potencial da cultura, à medida que a frequência de irrigação está relacionada ao volume de água armazenada na porção de solo ocupado pela zona radicular e à facilidade com que a planta absorve esta água (FERERES et al., 1999; MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2007).

Segundo Soares (2005), existem três estágios onde a deficiência hídrica pode afetar com maior intensidade a produtividade do cafeeiro, sendo

eles, o período pré-florada, a expansão do fruto e o enchimento dos grãos. Durante o estágio de pré-florada a falta de água pode ocasionar a má formação dos botões florais, assim como a queda destes, diminuindo assim, a produtividade. No período da expansão do fruto, esta deficiência pode acarretar a queda dos frutos, bem como agir negativamente no crescimento do pergaminho, ou seja, endocarpo endurecido, afetando o crescimento do grão. Enquanto que na fase de enchimento dos grãos, o déficit hídrico pode provocar a má formação dos grãos, acarretando o aparecimento dos grãos chochos.

Diante do exposto, a prática da irrigação em áreas cultivadas com café tem aumentado nos últimos tempos devido, principalmente, às variabilidades climáticas observadas em muitas regiões cafeeiras, com destaque para as mudanças na temperatura e nos regimes pluviométricos, tornando, portanto, o clima mais seco (RODRIGUES et al., 2005). Nessas condições, em conformidade com Matiello et al. (2002), a não utilização de irrigação com o objetivo de suprir a água ao cafeeiro pode comprometer o desenvolvimento das plantas, assim como, o seu processo produtivo.

2.2.4. Zoneamento do cafeeiro

De acordo com Bragança (2012), Omena (2014), Ometto (1981), Pezzopane et al. (2012), Santos et al. (2015) e Santos (1999) o zoneamento agrícola tem como objetivo principal delimitar as regiões com potencial adequado, de clima e de solo, que permita a exploração de uma determinada cultura, ou seja, é uma técnica que possibilita a espacialização e determinação de áreas aptas, restritas e inaptas para o desenvolvimento de culturas agrícolas.

Segundo Santos et al. (2015) o zoneamento com finalidade de uso para as atividades agrícolas pode ser dividido em quatro categorias sendo:

- **Categoria 1 - zoneamento agroclimático:** delimitação da aptidão das regiões de cultivo quanto ao fator clima em escalas macroclimáticas e regionais (OMETTO, 1981).

- **Categoria 2 - zoneamento agrícola:** leva em consideração, além dos elementos do clima, a associação de fatores ou critérios como o solo (zoneamento edáfico), e o meio socioeconômico, com o intuito de organizar a distribuição racional das culturas economicamente rentáveis, respeitando as características sociais e culturais de cada região (OMETTO, 1981; PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

- **Categoria 3 - zoneamento agroecológico ou edafoclimático:** considerado um estudo de complementação da potencialidade natural de determinada região para dada cultura, no qual, além do clima, inserem-se no estudo os aspectos edáficos, ou pedológicos, e considerados, em geral, na mesma escala de análise do zoneamento agroclimático (OMETTO, 1981).

- **Categoria 4 - zoneamento de riscos climáticos:** nesta categoria, além das variáveis analisadas (clima, solo e planta), aplicam-se funções matemáticas e estatísticas (frequentistas e probabilísticas) com o objetivo de quantificar o risco de perda das lavouras com base no histórico de ocorrência de eventos climáticos adversos, principalmente a seca (MAPA, 2017).

Zolnier (1994) afirma que são necessárias quatro etapas metodológicas para elaboração do zoneamento agroclimático sendo elas: a) estudo das exigências climáticas da cultura, b) estudo das características climáticas da região considerada para o zoneamento, c) seleção dos índices climáticos em que se vai basear o zoneamento e d) elaboração do mapa de zoneamento agroclimático, delimitando as áreas em que há concordância ou não, ou restrições entre as exigências climáticas da cultura e os limites permissíveis dos índices climáticos para essa cultura.

As classes de aptidão climática para cada cultura e suas características são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Classes de aptidão climática para culturas agrícolas

| Classe | Característica |
|-----------------|--|
| Apta | Quando as condições térmicas e hídricas da área apresentam-se favoráveis para o bom desenvolvimento e produção da cultura em escala comercial. |
| Restrita | Quando a área apresenta restrições hídricas ou térmicas, ou ambas, que podem eventualmente prejudicar as fases de desenvolvimento da cultura, repercutindo negativamente em sua produção. |
| Inapta | Quando as características normais do clima não se apresentam adequadas à exploração comercial da cultura, por apresentarem limitações severas quanto aos fatores hídricos ou térmicos, ou ambos, com marcante repercussão em sua produção, exigindo, para que sejam corrigidas, práticas agrícolas dispendiosas. |

Fonte: Adapto de Zolnier (1994).

No estado do Espírito Santo, vários estudos de zoneamento agrícola para a cultura do café já foram desenvolvidos, considerando, em sua maioria, as variáveis climáticas temperatura e deficiência hídrica (BRAGANÇA, 2012; PEZZOPANE et al., 2012; TAQUES; DADALTO, 2007). Entretanto, nenhum destes trabalhos considerou a variável edáfica (tipos de solos), fundamental para o armazenamento de água solo, disponibilidade hídrica e de nutrientes essenciais para o desenvolvimento do cafeeiro, além de possibilitar o estudo da lixiviação de agrotóxicos.

Neste sentido, o zoneamento é uma ferramenta de orientação e suporte técnico para a tomada de decisão na agricultura (PEZZOPANE et al., 2012) e, apesar de muito utilizado pelos gestores públicos e privados, além de pesquisadores, este deve ser constantemente atualizado, sendo cabível a inclusão de novas metodologias de estudo, objetivando maiores informações sobre as variáveis climáticas das culturas selecionadas e, acima de tudo proporcionar um maior retorno dos investimentos a médio e longo prazo (SANTOS, 1999). Essa técnica é empregada com a finalidade de aumentar o desenvolvimento e produtividade de determinada cultura.

2.3. PLANTAS DANINHAS, PRAGAS E DOENÇAS DO CAFEEIRO

O uso não racional de agroquímicos para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças do cafeeiro principalmente com a utilização sistemática de um mesmo princípio ativo ou mesmo grupo de produtos químicos, pode provocar o aumento da resistência de plantas daninhas, pragas e doenças a esses produtos químicos, com sérias consequências para toda cadeia do agronegócio, levando a aplicação mais frequente e a maiores doses de agroquímicos (FORNAZIER et al., 2007)

Com o objetivo de prevenir, reduzir e retardar esses problemas, deve ser introduzido o conceito de Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), Manejo Integrado de pragas (MIP) e Manejo Integrado de Doenças (MID) caracterizados pela adoção de estratégias e táticas quanto a aplicação racional e integrada de várias ações e práticas para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças (FONTES et al., 2003; FORNAZIER et al., 2007; PEREIRA; PINHEIRO, 2017).

2.3.1. Plantas daninhas do cafeeiro

As plantas daninhas interferem no crescimento e desenvolvimento do cafeeiro, trazendo prejuízos, pois conforme Matiello (1991), Rocha (2007) e Santos et al. (2004), estas concorrem com o cafeeiro pela água, luz e nutrientes, atrapalham a execução das demais práticas culturais inclusive a colheita e ainda hospedam pragas que atacam o cafeeiro.

Cabe ressaltar os prováveis benefícios provindos das plantas daninhas, com destaque para a proteção do solo e redução da erosão, reciclagem de nutrientes, fornecimento de matéria orgânica, melhoria da estrutura do solo, criação de uma microflora e microfauna, utilização das plantas na apicultura, uso na alimentação humana e utilização como medicamento (SANTOS et al., 2004).

Dentre as plantas daninhas predominantes nas lavouras de café destacam-se: amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), balãozinho (*Nicandra physaloides*), canela-de-urubu (*Blainvillea acmella*), capim-

braquiária (*Brachiaria decumbens*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), corda-de-viola (*Ipomoea quamoclit*), fedegoso (*Senna occidentalis*), melão-de-são-caetano (*Momordica charantia*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), apresentadas com detalhes no APÊNDICE A, além de outras como: assa-peixe (*Vernonia polyantes*), beldorega (*Portulaca aleracea*), capim-pé-de-galinha (*Dactyloctenium aegyptium*), capim-armargoso (*Digitaria insularis*), capim-angola (*Brachiaria mutica*), capim-cidade (*Rhynchelytrum repens*), capim-favorito (*Rhyncheltrum repens*), capim-gengibre (*Paspalum maritimum*), capim-rabo-de-burro (*Andropogum bicornis*), caruru (*Amaranthus spp.*), cipó (*Polygonum spp.*), erva-de-santa-luzia (*Camaesyce hirta*), falsa serralha (*Emilia sonchifolia*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), guanxumas (*Sida spp.*), picão-preto (*Bidens pilosa*), serralhas (*Sonchus oleraceus*), tiririca (*Cyperus spp.*), dentre outras (ROCHA, 2007; ROCHA; NETTO, 2002; ROCHA; NETTO; PACHECO, 2002).

O nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café são apresentados no APÊNDICE B (OLIVEIRA; NETO; ZAMBOLIM, 2005a).

2.3.2. Pragas do cafeeiro

Muitas pragas que atacam o cafeeiro provocam diferentes níveis de redução de produtividade ou de qualidade dos grãos. A frequência e a intensidade das infestações está diretamente ligada a inúmeros fatores como o clima, a localização da cultura, o tipo de solo, método de irrigação, sensibilidade da planta, sistema de cultivo, desequilíbrio biológico, dentre outros (COSTA et al., 2002; FORNAZIER et al., 2007; MATIELLO, 1991; MATIELLO et al., 2002).

Na literatura especializada, são relatadas várias espécies de insetos, ácaros e nematoides que podem causar danos ao cafeeiro com destaque para a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*), bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), cochonilha-verde (*Coccus viridis*), cochonilha-parda (*Saissetia*

coffeeae), cochonilha-de-cadeia (*Planococcus citri*), cochonilha-de-raiz (*Dysmicoccus texensis*), cochonilha-farinha (*Pinnaspis aspidistrae*), cochonilha-de-placa (*Orthezia praelonga*), lagarta-dos-cafezais (*Eacles imperialis magnifica*), lagarta-verde (*Perigonia lusca*), lagarta-das-rosetas (*Cryptoblabes qnidiella*), carneirinhos (*Pantomorus leucoloma* e *Naupactus rivulosus*), ácaro-vermelho (*Oligonychus ilicis*), ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*), broca-dos-ramos (*Xylosandrus compactus* e *Xylosandrus curtulus*), formigas saúvas (*Atta spp.*), formigas quenquéns (*Acromyrmex spp.*), cupim subterrâneo (*Coptotermes gestroi*) e nematoide-das-galhas (*Meloidogyne incognita*) (APÊNDICE C) (COSTA et al., 2002; FORNAZIER et al., 2007; MATIELLO, 1991; MATIELLO et al., 2002).

O nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas, acaricidas e nematicidas, utilizados para a cultura do café são apresentados no APÊNDICE D (OLIVEIRA; NETO; ZAMBOLIM, 2005b).

2.3.3. Doenças do cafeeiro

Quando comparado com as plantas daninhas e pragas, as doenças representam os fatores mais limitantes para a produção e produtividade do café, tanto para pequenos, como para os grandes produtores em escala empresarial podendo ocasionar perdas consideráveis da produção (EMBRAPA, 2017; VENTURA et al., 2007).

Para se obter o máximo de eficiência de controle é necessária uma diagnose precisa das doenças (EMBRAPA, 2017). As principais doenças que acometem o cafeeiro são a ferrugem (*Hemileia vastatrix*), mancha manteigosa (*Colletotrichum spp.*), queima-do-fio (*Pellicularia koleroga*), roseliniose (*Rosellinia spp.*) e cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) apresentadas no APÊNDICE E (EMBRAPA, 2017; VENTURA et al., 2007).

O nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café são apresentados no APÊNDICE F (EMBRAPA, 2017; OLIVEIRA; NETO; ZAMBOLIM, 2005c; VENTURA et al., 2007).

2.4. AGROTÓXICOS

2.4.1. Histórico, legislação, definição e classificação dos agrotóxicos

O uso de agrotóxicos na agricultura iniciou-se no século XX e apesar de a indústria de agrotóxicos ter surgido após a Primeira Guerra Mundial, seu uso foi difundido nos Estados Unidos e na Europa após a Segunda Guerra Mundial, e no Brasil durante o período entre 1945 e 1985 que ficou conhecido como a modernização da agricultura nacional. Foi também nesse período, especialmente após 1975, que se concretizou a instalação da indústria de agrotóxicos no país, conformada pelas principais empresas fabricantes destes produtos em nível mundial (TERRA, 2008).

Desde 1.000 a.C. o enxofre já era adicionado em compostos utilizados como agrotóxicos na prevenção de doenças e contra o ataque de insetos. No entanto, o ano 1934 representou o começo da era moderna dos agrotóxicos orgânicos sintéticos com a introdução dos ditiocarbamatos, sendo acompanhado pelo diclodifeniltricloroetano (DDT), e com o seu sucesso, muitos inseticidas equivalentes, como o metoxicloro (SILVA; FAY, 2004).

Posteriormente surgiram os organofosforados, tendo como principal vantagem a rápida degradação após a aplicação, menos persistentes que os agrotóxicos organoclorados, com baixa acumulação no ambiente e ao longo da cadeia alimentar (SANTOS, 2012; SILVA; FAY, 2004; WESSELING; CORRIOLS; BRAVO, 2005).

O termo agrotóxico definida pela Lei Federal nº 7.802 de 11/07/89 (BRASIL, 1989), ao invés de defensivo agrícola, passou a ser utilizado, no Brasil, para denominar os venenos agrícolas, após grande mobilização da sociedade civil organizada. Mais do que uma simples mudança da terminologia, esse termo coloca em evidência a toxicidade desses produtos ao meio ambiente e a saúde humana, sendo ainda genericamente denominados praguicidas ou pesticidas. Esta Lei define agrotóxico como:

Os produtos e os componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas e também em ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento (BRASIL, 1989).

Esta mesma Lei dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências (BRASIL, 1989).

Segundo Schvastsman (1985) e Santos (2012) os agrotóxicos são denominados conforme o grupo de pragas a qual atuam. Sendo assim, os fungicidas agem sobre os fungos, os inseticidas sobre os insetos, os nematicidas sobre os nematoides, os herbicidas sobre as plantas daninhas, os acaricidas sobre os ácaros e os moluscicidas sobre as lesmas.

De acordo com Garcia (2001) e Santos (2012) o uso generalizado e intensivo de agrotóxicos tem gerado diversos problemas relacionados com a saúde humana e meio ambiente incluindo: intoxicação de agricultores, contaminação de alimentos, de águas e de solos, resistência de espécies combatidas às substâncias empregadas e danos em espécies não visadas.

Os agrotóxicos podem ser classificados de acordo com sua toxicidade (Tabela 3) e sua periculosidade ambiental (Tabela 4).

Tabela 3. Classificação dos agrotóxicos de acordo com a toxicidade

| Classe | Cor do Rótulo | Toxicidade | Dose letal |
|--------|---------------|---------------------|--|
| I | Vermelho | Extremamente tóxico | *DL ₅₀ = 0-50 mg kg ⁻¹ |
| II | Amarelo | Altamente tóxico | *DL ₅₀ = 50-500 mg kg ⁻¹ |
| III | Azul | Medianamente tóxico | *DL ₅₀ = 500-5000 mg kg ⁻¹ |
| IV | Verde | Pouco tóxico | *DL ₅₀ > 5000 mg kg ⁻¹ |

*DL₅₀ - quantidade de uma determinada substância que é necessário ingerir ou administrar para provocar a morte de pelo menos 50% da população em estudo.

Fonte: Adptado de ANVISA (1992).

Tabela 4. Classes dos agrotóxicos de acordo com a periculosidade ambiental

| Classe | Gradação |
|--------|----------------------------|
| I | Produto altamente perigoso |
| II | Produto muito perigoso |
| III | Produto perigoso |
| IV | Produto pouco perigoso |

Fonte: Adptado de IBAMA (1996).

2.4.2. Destino dos agrotóxicos no ambiente

Após a aplicação de um agrotóxico, seu comportamento no meio ambiente é governado por processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos (Figura 2) como a retenção (sorção), transformação (degradação biológica, fotodegradação e decomposição química) e transporte (deriva, volatilização, lixiviação e carreamento superficial). Além destes processos, as condições meteorológicas, composição das populações de microrganismos no solo, presença ou ausência de plantas, localização do solo na topografia, e práticas de manejo dos solos podem também afetar o destino de agrotóxicos no ambiente (SPADOTTO, 2006).

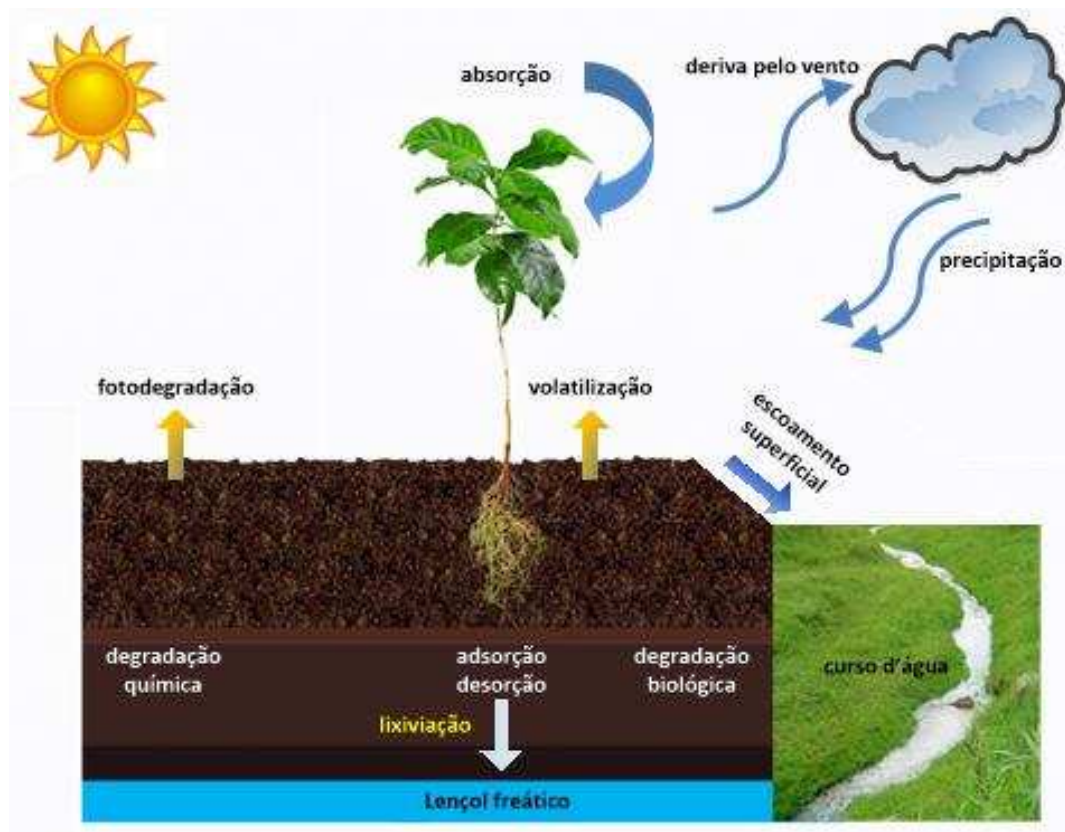


Figura 2. Dinâmica dos agrotóxicos no meio ambiente.

Fonte: Elaborado pela autora.

A sorção é um processo físico-químico em que moléculas de agrotóxicos são retidas a uma superfície sólida (por exemplo, matéria orgânica do solo) por meio de mecanismos que envolvem ligações covalentes, ligação iônica, ligações de hidrogênio, forças de Van Der Waals e interações hidrofóbicas (LAVORENTI; PRATA; REGITANO, 2003; PETTER et al., 2016).

Assim, a Matéria Orgânica do Solo (MOS) pode atuar como adsorvente com elevado potencial de mitigação da lixiviação de um agrotóxico, sobretudo em solos arenosos. Alguns estudos evidenciam correlação positiva entre a MOS e a sorção de agrotóxicos (CHAPLAIN et al., 2008; PETTER et al., 2016; ROCHA et al., 2013).

Segundo Spadotto (2006) a degradação biológica, fotodegradação e decomposição química são processos pelos quais os agrotóxicos são transformados em outros compostos, podendo essa transformação ser completa ou não. Assim, por meio dos processos de transformação, os

agrotóxicos podem resultar em compostos com persistência e toxicidade maiores ou menores que a molécula original.

A deriva é um dos principais motivos de perdas de agrotóxicos e consequente contaminação ambiental. De acordo com Christofolletti (1999), Costa et al. (2007), Matuo (1990), Spadotto (2006) e Velloso, Gassen e Jacobsen (1984) deriva é tudo aquilo que não atinge o alvo durante a aplicação, ou seja, parte da pulverização agrícola que é carregada para fora da área-alvo, pela ação do vento. No entanto, Spadotto (2006) afirma que a ausência de vento pode também ser prejudicial, pois as gotas muito finas podem ficar suspensas no ar devido à estabilidade atmosférica, dispersando-se até vários quilômetros do local de aplicação, sendo, muitas vezes, somente removidas da atmosfera pela ação da chuva.

Conforme Taylor e Spencer (1990), Schreiber (2012), Silva Filho (2009) e Spadotto et al. (2010) o fenômeno da volatilização, representa uma importante fonte de perda de agrotóxicos para o ambiente, e se baseia em um processo físico-químico pelo qual um composto é transferido da solução do solo e/ou da superfície do solo e plantas para a fase gasosa. Esse processo é fundamentalmente dependente das propriedades físico-químicas do composto como sua estrutura e peso molecular, pressão de vapor e também das condições climáticas locais.

A lixiviação dos agrotóxicos através do solo tende a resultar em contaminação das águas subterrâneas devido ao carreamento de substâncias químicas em solução juntamente com a água (SCHREIBER, 2012). A extensão da contaminação desses ambientes aquáticos depende das propriedades dos agrotóxicos, das características do solo, da velocidade de drenagem e da profundidade do lençol freático. O uso do solo, as condições hidrogeológicas do local e o grupo geológico do solo são outros fatores que também podem afetar a concentração dos agrotóxicos nas águas subterrâneas (AMÉRICO et al., 2015).

O carreamento superficial corresponde ao movimento do agrotóxico pela água de enxurrada na superfície do solo, podendo chegar à superfície dos rios, lagos, córregos, açudes e terrenos com declividade baixa (SILVA FILHO, 2009). Segundo Spadotto et al. (2010), o carreamento superficial é uma importante rota de deslocamento dos agrotóxicos, pois em seus

momentos iniciais após a aplicação o composto pode ser carregado para fora da área em solução na água de escoamento ou, ainda pode ser adsorvido fortemente às argilas e à matéria orgânica sendo transportado pelo arraste das partículas do solo.

Os estudos envolvendo a avaliação ambiental de agrotóxicos são dependentes de informações de diferentes áreas do conhecimento caracterizada pela multidisciplinalidade e, neste sentido, Spadotto (2006) afirma que:

A avaliação ambiental de agrotóxicos, como toda a área ambiental, é caracterizada pela variedade de disciplinas envolvidas e pelas interfaces entre elas e com outras áreas do conhecimento, que conferem uma grande complexidade. Somente o conhecimento aprofundado, adquirido pela prática da interdisciplinaridade, aliado à capacidade de discernimento e de simplificação consciente podem resultar no avanço metodológico, científico e tecnológico consistente (SPADOTTO, 2006).

2.4.3. Modelos para avaliação do risco de lixiviação de agrotóxicos no ambiente

No universo da Agroquímica as atividades agrícolas, como a monocultura do café, são consideradas fontes de poluição não pontual do solo, águas superficiais e subterrâneas (ASSIS et al., 2011; GOMES; SPADOTTO; LANCHOTTE, 2001; LAABS et al., 2002; LOURENCETTI et al., 2005; MATALLO et al., 2003; TSIHRINTZIS; FUENTES; GADIPUDI, 1997). Deste modo, segundo Lanchote et al. (2000), Lourencetti et al. (2005) e Pessoa et al. (2003) quando essas atividades agrícolas são implementadas pelos produtores em áreas menos declivosas e próximas a mananciais, pode ocorrer a potencialização do risco de contaminação provindas da aplicação de agrotóxicos tornando estas áreas mais vulneráveis.

Justifica-se a importância da avaliação do risco de lixiviação de agrotóxicos no ambiente em razão da baixa eficiência da aplicação de agrotóxicos, visto que, segundo Sabik, Jeannot e Rondeau (2000), apenas 0,1 % alcançam a peste alvo, enquanto 99,9 % tem potencial para se mover

para outros compartimentos ambientais como o solo, águas superficiais e subterrâneas.

Programas de monitoramento ambiental quando realizado por meio de estudos de campo (medidas diretas para coleta de dados primários) são considerados por muitos pesquisadores o melhor procedimento de avaliação e de minimização da poluição do solo, águas superficiais e subterrâneas (AZEVEDO et al., 2000; COHEN et al., 1995; FILIZOLA et al., 2002; LOURENCETTI et al., 2005).

Com aumento da população e demanda por alimentos no mundo, as atividades agrícolas, encontram-se em plena expansão territorial e econômica. Neste sentido, devido ao grande número de princípios ativos utilizados na agricultura, as análises de resíduos de agrotóxicos exigem métodos multi-resíduos eficientes e capazes de detectar Limites Máximos de Resíduos (LMR) estabelecidos por legislação e concentrações consideradas de alerta para a saúde humana (SABIK; JEANNOT; RONDEAU, 2000). Entretanto estes tipos de análises apresentam elevado custo e consomem muito tempo devido ao grande número de análises que devem ser realizadas.

Neste sentido, uma alternativa viável para o estudo da mobilidade dos agrotóxicos no solo é a estimativa indireta realizada por modelos mais simples como o índice GUS (*Groundwater Ubiquity Score* – Índice de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas) (GUSTAFSON, 1989), critérios da EPA (*Environmental Protection Agency* – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) (COHEN et al., 1995) e índice LIX (*Leaching Index* – Índice de Lixiviação) (SPADOTTO, 2002), baseados nas características físico-químicas do agrotóxico em questão ou mais complexos como o RF/AF (*Retardation and Attenuation Factor* – Fator de Retardação e Atenuação) (RAO; HORNSBY; JESSUP, 1985) e TLPI (*Temperature Leaching Potential Index* – Índice Potencial de Lixiviação por Temperatura) (PARÁIBA et al., 2003), baseados nas características físico-químicas do agrotóxico estudado, características do solo e condições geoclimáticas da área de estudo.

Os mais de 450 princípios ativos de grande parte dos agrotóxicos em uso no Brasil podem ser avaliados por meio desses métodos e validados por meio de análises laboratoriais, no intuito de subsidiar a priorização de produtos para uso e de orientar investigações subsequentes nas matrizes

onde esses compostos apresentem maior potencial de serem encontrados (solo ou água), permitindo a aplicação do manejo mais eficiente desses ambientes (PESSOA et al., 2004).

Trabalhos desenvolvidos com o intuito de estudar a lixiviação desses produtos oriundos do manejo fitossanitário de cultivos agrícolas no Brasil, demonstram que o uso indiscriminado e sem critérios dos agrotóxicos, acarretam em contaminação dos solos e lixiviação desses compostos para o lençol freático, contaminando esses mananciais e acarretando impactos negativos ao ambiente (ASSIS et al., 2011; COUTINHO et al., 2008; FILIZOLA et al., 2002; LOURENCETTI et al., 2005; SANCHES et al., 2003; SILVA et al., 2014).

2.5. GEOTECNOLOGIAS

Diferentes áreas do conhecimento, entre elas, a Agrometeorologia e Agroquímica têm se beneficiado com o avanço das Geotecnologias, definidas como todas as tecnologias relacionadas com as informações espaciais (geoinformação). Esse conceito abrange a aquisição, processamento, interpretação (ou análise) de dados ou informações espacialmente referenciadas, apoiadas, principalmente, pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto (SR), Geoestatística e outras áreas (SANTOS et al., 2012).

Assim, aplicações da Agrometeorologia e Agroquímica que, anteriormente, eram consideradas morosas e realizadas com grande dificuldade, hoje podem ser concretizadas rapidamente e com melhores resultados, tais como estudos relacionados com o zoneamento agrícola e lixiviação de agrotóxicos, além de outras aplicações como: monitoramentos e adequações ambientais, planos de manejo de unidades de conservação, manejo de bacias hidrográficas, delimitação de corredores ecológicos, estudo de ecologia da paisagem, risco de incêndios florestais, risco de inundação, análise de rede e logística, dentre outras (SANTOS et al., 2012).

Diante do exposto, cada vez mais as pesquisas aplicadas na Agrometeorologia e Agroquímica dependerão das Geotecnologias, pois sabe-se que a localização é um componente vital para a tomada de decisão e que, no futuro, com o avanço tecnológico, serão implementadas novas formas de obtenção e processamento de dados espaciais (SANTOS et al., 2012).

2.5.1. Sistemas de Informações Geográficas

Devido ao sua atuação multidisciplinar, ou seja, a possibilidade de utilização de técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em diferentes áreas de conhecimento, na literatura existem inúmeras definições de SIG (ARONOFF, 1989; BURROUGH, 1986; CARTER, 1989; COWEN, 1988; DEUKER, 1979; DEVINE; FIELD, 1986; FICCDC, 1988; GOODCHILD, 1991). No entanto, Aspiazú e Brites (1989) definem SIG como um conjunto de técnicas empregadas na integração e análise de dados provenientes das mais diversas fontes, como imagens fornecidas por satélites, mapas, cartas climatológicas, censos, e outras.

Atualmente, muitos aplicativos computacionais incorporam em suas rotinas funções de SIG com o objetivo de representar processos ambientais em diversas regiões de uma forma simples e eficiente, permitindo economia de recursos e tempo (SANTOS et al., 2014a).

Aronoff (1989) e Santos et al. (2014) descrevem várias aplicações para as quais um SIG pode ser utilizado com sucesso, estando presentes em várias áreas de conhecimento, incluindo aplicações amplamente aceitas, tais como: Agrometeorologia, Agroquímica, Análise Ambiental, Gerenciamento de Recursos Hídricos, Gerenciamento Territorial, Epidemiologia, Saúde Pública, Aplicações Municipais, Silvicultura e Gerenciamento da Vida Silvestre, Arquitetura e Engenharia, Arqueologia, Geologia e Geofísica, Ciências Florestais, Planejamento Militar, Gerenciamento de Infraestrutura, Seleção de Locais para Empreendimentos, dentre outras.

2.5.2. Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto (SR) é uma técnica que proporciona a obtenção de informações sobre objetos e alvos sobre a superfície terrestre, por intermédio de instrumentos que não estejam em contato físico com o objeto ou alvo investigado, em que a transmissão dos dados é realizada pela Radiação Eletromagnética (REM) (AVERY; BERLIN, 1992; MENESES; NETTO, 2001; NOVO, 1998).

O sensor é um dispositivo capaz de responder à radiação eletromagnética em determinada faixa do espectro eletromagnético, registrá-la e gerar um produto numa forma adequada para ser interpretada pelo usuário. Os dados que podem ser registrados pelos sensores remotos são: planimetria - localização (X, Y), topografia/ batimetria - elevação (Z), cor de objetos, característica da absorção de REM pela clorofila na vegetação, biomassa da vegetação, conteúdo de umidade da vegetação, temperatura, textura ou rugosidade da superfície, dentre outros (LIU, 2006; MOREIRA, 2011).

O avanço da tecnologia espacial colocou à disposição do homem, um grande número de satélites imagiadores da terra que, dependendo da fonte de energia utilizada pelos sensores, estes podem ser considerados ativos ou passivos. Os sensores passivos utilizam fonte de energia externa como a luz solar (exemplo: satélites Landsat, Spot, Ikonos, dentre outros). Já os sensores ativos fornecem sua própria energia para imagear como micro-ondas (exemplo: satélites Radarsat, Jers-1, dentre outros) (LIU, 2006; MOREIRA, 2011; NOVO, 1998; SANTOS et al., 2014b).

2.5.3. Geoestatística

A geoestatística é considerada um tópico especial da estatística aplicada que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas definidas como qualquer função numérica que apresente distribuição, variação e continuidade aparente dos dados espaciais (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

As variáveis regionalizadas são constituídas por um duplo aspecto contraditório representado pelas características aleatórias e estruturais. Em relação as características aleatórias, estas apresentam irregularidades e variação imprevisível de um ponto para outro. Já as características estruturais apresentam relações existentes entre os pontos no espaço motivadas pela sua gênese (LANDIM, 2006). Como exemplo prático e de fácil compreensão entende-se que:

“No universo da Agroquímica, é impossível prever com exatidão a lixiviação de um determinado princípio ativo de agrotóxico (exemplo: sulfentrazone) num determinado ponto de uma área produtora de café (aspecto aleatório), mas é provável que ocorra maior lixiviação desse mesmo princípio ativo nas áreas cultivadas com café onde é realizada maior aplicação desse herbicida (aspecto estrutural).”

Segundo Costa (2009) a geoestatística tem como objetivos descrever o comportamento espacial dos dados, estimar o valor médio de uma variável numa área ou volume, estimar o valor desconhecido numa dada localização, quantificar a incerteza associada à estimação, utilizar os valores conhecidos de uma variável para estimar os valores de outra variável e estimar a distribuição de valores de uma variável numa área ou volume.

Devido a variação e continuidade aparente dos dados espaciais representados, principalmente, pelos fenômenos naturais, as aplicações da geoestatística são amplamente utilizadas em diversas áreas como a Agrometeorologia, Agroquímica, Ciências do Solo, Geologia, Ciências Florestais, Oceanografia, dentre outras (COSTA, 2009; LANDIM, 2006; YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

2.6. INTER-RELAÇÕES ENTRE A AGROMETEOROLOGIA, SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E AGROQUÍMICA

Pelo fato da maioria dos modelos para avaliação do risco de lixiviação de agrotóxicos no solo dependerem das características físico-químicas do agrotóxico estudado, características do solo e condições geoclimáticas da área de estudo (GUSTAFSON, 1989; RAO; HORNSBY; JESSUP, 1985;

SPADOTTO, 2002), atualmente, ocorre uma inter-relação entre a Agrometeorologia, Sistemas de Informações Geográficas e Agroquímica (Figura 3) desencadeando uma reação coletiva e interdependente com o objetivo de representar este fenômeno (lixiviação de agrotóxicos) na forma espacial e temporal.

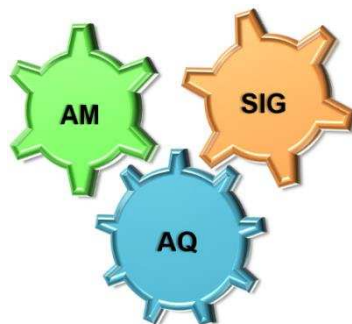


Figura 3. Inter-relações entre Agrometeorologia (AM), Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Agroquímica (AQ).

Fonte: Elaborado pela Autora.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é representada pelo estado do Espírito Santo, Brasil, que possui uma área territorial de 46.053,19 km². Está localizado entre os paralelos de 17°53'29" a 21°18'03" de latitude Sul e os meridianos 39°41'18" a 41°52'45" longitude Oeste de *Greenwich* (Figura 4). Integra, com os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, a chamada Faixa de Desenvolvimento da Região Sudeste (SANTOS et al., 2016).

O estado tem quatro tipos de climas de acordo com a classificação de *Köppen*: a) *Cwb*: clima subtropical, com invernos secos e verões amenos encontrado na região montanhosa do estado; b) *Cwa*: clima subtropical com invernos secos e verões quentes encontrado na região sudoeste do estado; c) *Am*: clima úmido ou subtropical úmido encontrado na região nordeste do estado; e d) *Aw*: clima tropical, com invernos secos encontrados na região oeste do estado.

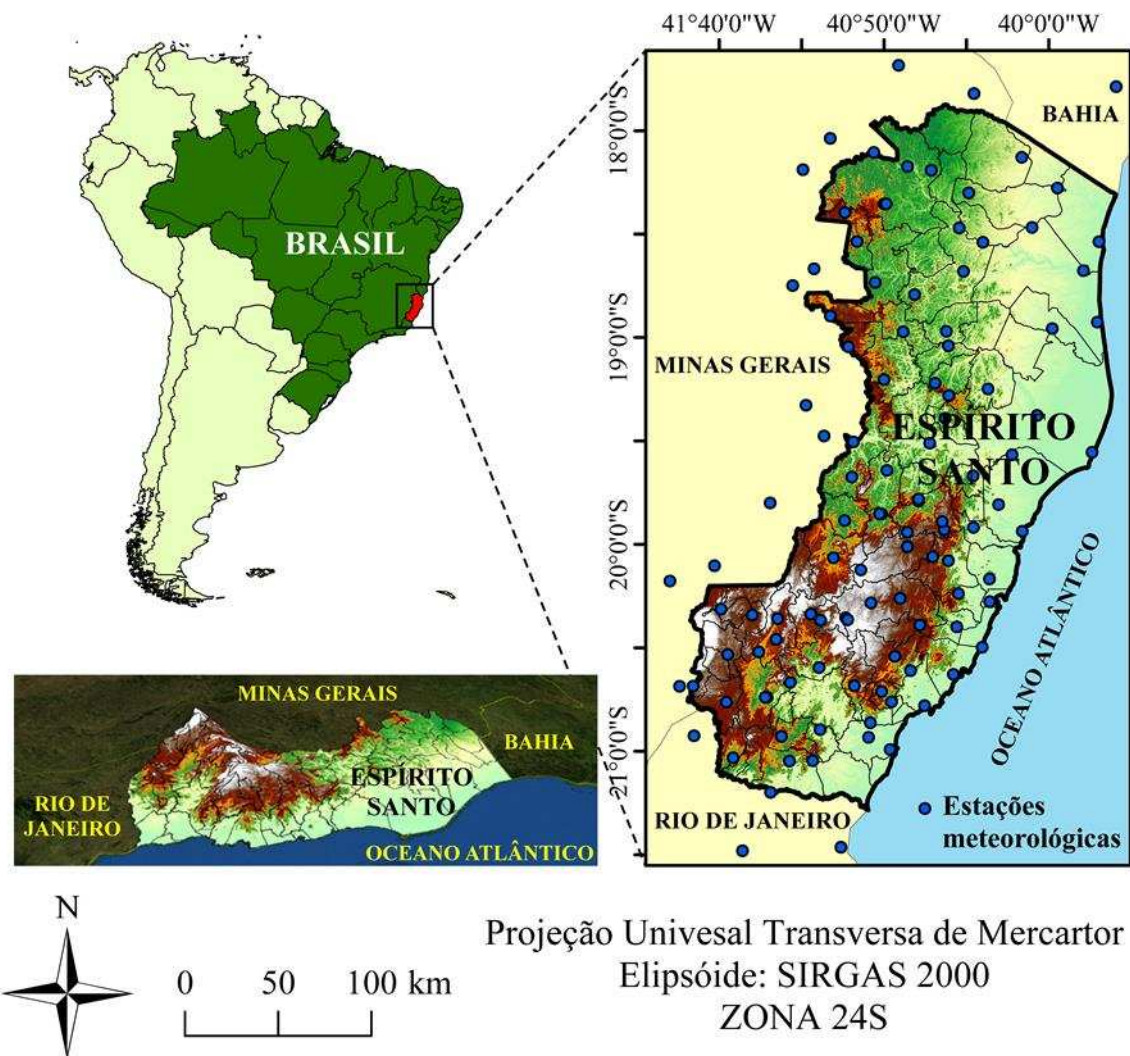


Figura 4. Estado do Espírito Santo, Brasil.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2. ETAPAS METODOLÓGICAS

3.2.1. Zoneamento edafoclimático para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo

Abaixo são apresentadas as quatro etapas e sete subetapas necessárias para a elaboração do zoneamento edafoclimático para o café conilon e arábica no estado do Espírito Santo:

Etapa 1 - Exigências climáticas do café conilon e arábica

Esta primeira etapa consistiu no estudo das exigências climáticas do café conilon e arábica referente as suas classes de aptidão, restrição e inaptidão em literatura especializada (MATIELLO, 1991; MATIELLO et al., 2002; OMENA, 2014; SANTINATO; FERNANDES; FERNANDES, 2008; SANTOS, 1999), com adaptações das faixas de aptidões térmicas, hídricas e edáficas (Tabela 5, 6 e 7).

Tabela 5. Faixas de aptidão térmica para as culturas do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.)

| Aptidão | Temperatura (°C) | |
|----------|------------------|-------------------|
| | Café conilon | Café arábica |
| Apta | 22 a 26 | 19 a 22 |
| Restrita | 21 a 22 | 18 a 19 e 22 a 23 |
| Inapta | < 21 e > 26 | < 18 e > 23 |

Fonte: Adaptada de Matiello (1991), Matiello et al. (2002), Omena (2014), Santinato, Fernandes e Fernandes (2008) e Santos (1999).

Tabela 6. Faixas de aptidão hídrica para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.)

| Aptidão | Deficiência hídrica (mm) | |
|--|--------------------------|--------------|
| | Café conilon | Café arábica |
| Apta Sem Irrigação (ASI) | < 150 | < 100 |
| Apta com Irrigação Ocasional (AIOC) | 150 a 200 | 100 a 150 |
| Apta com Irrigação Complementar (AICO) | 200 a 400 | 150 a 200 |
| Apta com Irrigação Obrigatória (AIOB) | > 400 | > 200 |

Fonte: Adaptada de Matiello (1991), Matiello et al. (2002), Omena (2014), Santinato, Fernandes e Fernandes (2008) e Santos (1999).

Tabela 7. Faixas de aptidão edáfica para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.)

| Aptidão | Solos (café conilon e arábica) |
|---------|---|
| Apta | Argissolo Cambissolo Chernossolo Latossolo Neossolo flúvico Neossolo litólico Nitossolo vermelho Organossolo háplico |
| Inapta | Afloramento de rocha Espodossolo Gleissolo Neossolo quartzarênico Solos indiscriminados |

Fonte: Adaptada de Matiello (1991), Matiello et al. (2002), Omena (2014), Santinato, Fernandes e Fernandes (2008) e Santos (1999).

Etapa 2 - Características climáticas e edáficas do estado do Espírito Santo

Os dados meteorológicos necessários para a elaboração do zoneamento edafoclimático para o café conilon e arábica foram adquiridos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Sistemas de informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional das Águas (ANA) e Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) representativos de uma série meteorológica de 30 anos e 109 estações referentes ao estado do Espírito Santo e Estados limítrofes ao Norte (Bahia), Sul (Rio de Janeiro) e Oeste (Minas Gerais).

A base de dados meteorológica, por conter erros grosseiros (engano na leitura), erros sistemáticos (do instrumento) e erros acidentais (aleatórios e detectados apenas estatisticamente) foi inicialmente corrigida por técnicas de preenchimento de falhas (OLIVEIRA et al., 2010) no aplicativo computacional *Microsoft Office Excel*[®], versão 2016.

Após a geração e correção (crítica dos dados) da base de dados meteorológica, ainda no aplicativo computacional *Microsoft Office Excel*[®], foi aplicada a regressão linear múltipla (RIBEIRO JR., 2011), utilizando a altitude e as coordenadas *UTM X* e *Y* das estações meteorológicas como variáveis

independentes e a temperatura como variável dependente, conforme demonstrado na Equação 1.

$$T = \beta_0 + \beta_1 ALT + \beta_2 X + \beta_3 Y \quad (\text{Equação 1})$$

Em que T é a temperatura (°C); ALT é a altitude (m); X é a coordenada $UTM X$ (m); Y é a coordenada $UTM Y$ (m); β_0 é a constante de regressão; e β_1, β_2 e β_3 são os coeficientes de regressão para as variáveis ALT, X e Y .

Posteriormente foi realizada a aquisição do Modelo Digital de Elevação (MDE) do estado do Espírito Santo representativo da variação contínua da altitude. O MDE foi adquirido do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), disponibilizado gratuitamente no portal da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) na escala de 1:250.000 na projeção cartográfica WGS 84 (MIRANDA, 2005).

De posse das coordenadas UTM X e Y das 109 estações meteorológicas exportadas do *Microsoft Office Excel*® para o *ArcGIS*®, versão 10.4, aplicou-se a função “*interpolação espacial por tendência*” obtendo as imagens matriciais das coordenadas UTM X e Y para o estado do Espírito Santo.

Após obtenção das constantes e coeficientes de regressão e imagens matriciais de altitude (MDE) e de coordenadas UTM X e Y (variáveis independentes), no aplicativo computacional *ArcGIS*®, aplicou-se a função de “*álgebra de mapas*” com o objetivo final de gerar a imagem matricial de temperatura média anual (variável dependente) para o estado do Espírito Santo.

O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) proposto por Thornthwaite e Mather (1955) foi processado no aplicativo computacional *Microsoft Office Excel*®, utilizando uma macro automática (rotinas para o processamento do balanço hídrico) disponibilizada com cortesia por Rolim e Sentelhas (2014). Cabe ressaltar que já foram processados vários BHC para o estado do Espírito Santo nos últimos anos (BRAGANÇA, 2012; OMENA, 2014; PEZZOPANE et al., 2012; SANTOS, 1999). No entanto, como as observações meteorológicas

são realizadas continuamente a cada dia, em horários pré-definidos pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM) (estações meteorológicas convencionais – 12:00 h / 18:00 h / 00:00 h e automáticas – de hora em hora, horário de *Greenwich* - GMT), um novo balanço hídrico foi atualizado para o ano de 2016.

Os dados do BHC foram exportados para o aplicativo computacional *ArcGIS®*, com o objetivo de gerar um mapa vetorial pontual da deficiência hídrica do solo para as 109 estações meteorológicas. Consequente, foi aplicada a função “*interpolação espacial por krigagem esférica*” (MAZZINI; SCHETTINI, 2009), com ajuste do semivariograma (CRESSIE, 1991), com o objetivo de gerar a imagem matricial de deficiência hídrica anual para o estado do Espírito Santo.

De posse do mapa vetorial poligonal de levantamentos de solos do estado do Espírito Santo, em escala 1:400.000, disponibilizado gratuitamente no sítio do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES), este foi editado com o objetivo de discriminar os principais tipos de solo do estado do Espírito Santo. Posteriormente, foi aplicada a função “*conversão de polígono para raster*” com o objetivo de gerar a imagem matricial de tipos de solos para o estado do Espírito Santo.

O objetivo final desta etapa foi gerar as imagens matriciais de temperatura média anual, deficiência hídrica anual e tipos de solos para o estado do Espírito Santo necessárias para a reclassificação dos índices climáticos e edáficos para o café conilon e arábica (Etapa 3).

Etapa 3 - Reclassificação dos índices climáticos e edáficos para o café conilon e arábica

De posse das imagens matriciais de temperatura média anual, deficiência hídrica anual e tipos de solos (Etapa 2), no aplicativo computacional *ArcGIS®*, aplicou-se a função de “*reclassificação espacial*” com base nas classes de aptidão, restrição e inaptidão (Tabelas 5, 6 e 7 da Etapa 1) com o objetivo de gerar as imagens matriciais reclassificadas dos

índices climáticos e edáficos para o café conilon e arábica no estado do Espírito Santo.

Etapa 4 - Zoneamento edafoclimático para o café conilon e arábica no estado do Espírito Santo

Nesta última etapa, no aplicativo computacional ArcGIS®, aplicou-se a função “*cruzamento tabular*” sobre as imagens matriciais reclassificadas dos índices climáticos e edáficos para o café conilon e arábica (Etapa 3) com a finalidade de gerar o zoneamento edafoclimático para as culturas do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo.

As imagens matriciais representativas do zoneamento edafoclimático para o café conilon e arábica foram convertidas para o formato vetorial poligonal por meio da função “*raster para polígonos*”. Devido ao elevado número de polígonos obtidos após o processo de conversão vetorial foi aplicada a função “*dissolução poligonal*”, tendo como saída uma nova imagem vetorial com tabela de atributos contendo as classes de aptidão denominadas aptas, restritas e inaptas.

Na tabela de atributo da imagem vetorial poligonal dissolvida foram criados três novos campos, com tipos de dados reais, intitulados área, perímetro e porcentagem. Em estado de edição, utilizando a função “*cálculo geométrico*” foi calculada as áreas (km²) e perímetros (km) para as referidas classes de aptidão.

Finalmente, por meio da função “*calculadora de campos*” foi calculada a porcentagem das classes de aptidão, culminando nos mapas de zoneamento edafoclimático para as culturas do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo.

O fluxograma metodológico contendo as sete subetapas necessárias para o desenvolvimento do zoneamento edafoclimático para as culturas do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo é apresentado na Figura 5.

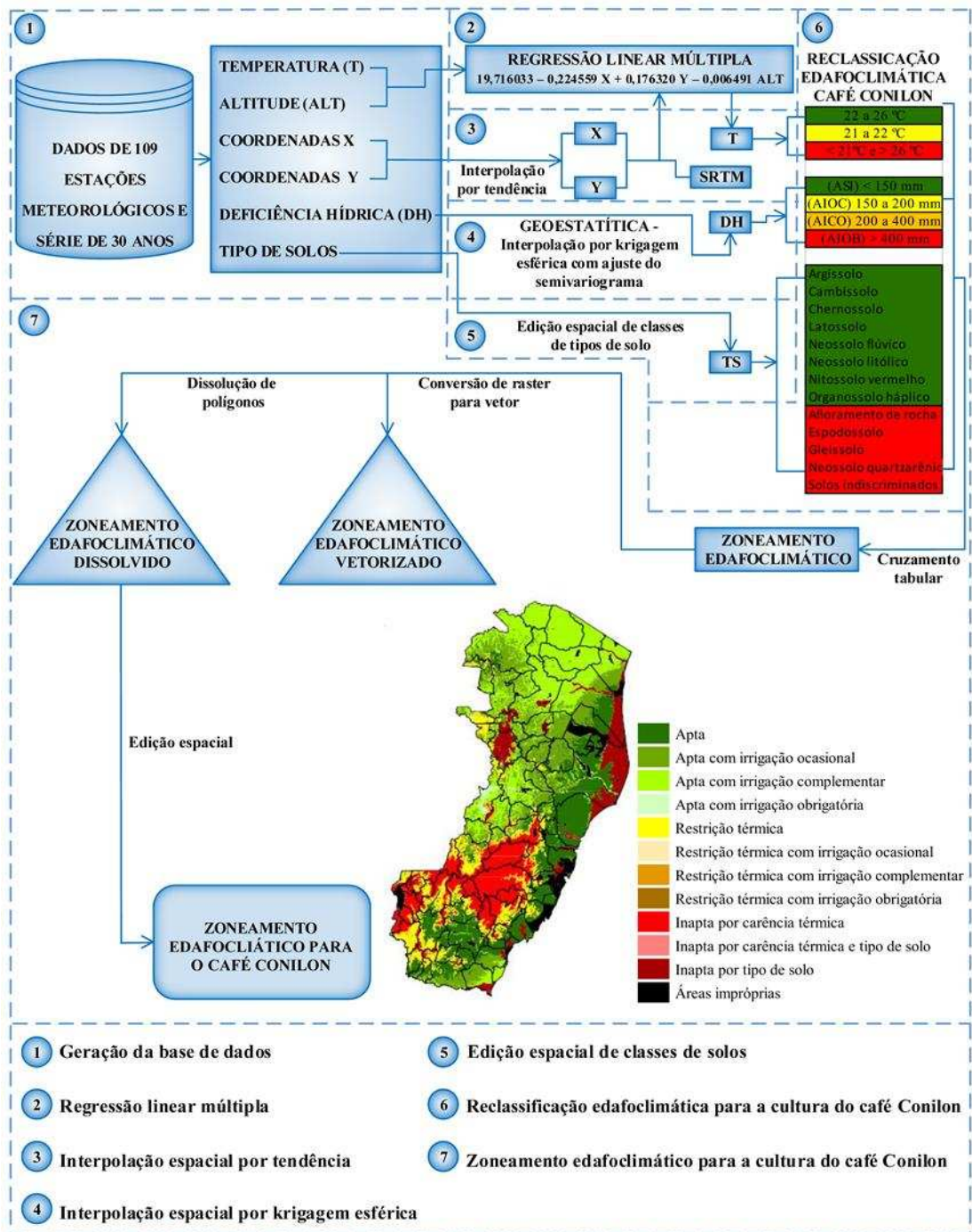


Figura 5. Etapas metodológicas necessárias para a elaboração do zoneamento edafoclimático para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.2. Avaliação do potencial de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos utilizados para o café conilon (*Coffea canephora Pierre ex Froehner*) e arábica (*Coffea arabica* L.) empregando os métodos GUS e LIX

Como o objetivo deste trabalho foi avaliar o risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de aptidão edafoclimática para as culturas do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo, os agrotóxicos avaliados compreenderam àqueles ingredientes ativos autorizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), fiscalizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal (IDAF) do estado.

Nos APÊNDICES B, D e F são apresentados o nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxicológica e modo de ação dos principais herbicidas, inseticidas, acaricidas e fungidas utilizados para a cultura do café no Brasil, com destaque para os 10 princípios ativos utilizados nesse estudo sendo: a) herbicidas – 2,4 D, diuron, glifosato, paraquat, pendimetalina e sulfentrazone, b) inseticidas – clorpirifós, terbufós e tiametoxam e c) fungicida – tebuconazol. Nesta etapa, foram utilizados os métodos GUS e LIX para a avaliação do potencial de lixiviação destes 10 princípios ativos de agrotóxicos utilizados para o café .

Assim, o método GUS, proposto por Gustafson (1989), é expresso pela Equação 2:

$$GUS = \log(t_{1/2\text{ solo}}) \cdot (4 - \log K_{oc}) \quad (\text{Equação 2})$$

Em que, $t_{1/2\text{ solo}}$ é a meia vida do produto no solo, em dias⁻¹; e K_{oc} é o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico, em mLg⁻¹.

Posteriormente, o valor de GUS obtido para cada princípio ativo foi classificado em uma das categorias definidas por faixas pré-estabelecidas, conforme os seguintes intervalos:

- a) $GUS \leq 1,8$ = não sofre lixiviação;
- b) $1,8 < GUS < 2,8$ = faixa de transição;
- c) $GUS \geq 2,8$ = provável lixiviação.

O método LIX, proposto por Spadotto (2002), é expresso pela Equação 3:

$$LIX = \exp(-k \cdot K_{oc}) \quad (\text{Equação 3})$$

Em que, k é a constante de degradação de primeira ordem do agrotóxico no solo, em dias^{-1} (Equação 4); e K_{oc} é o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico, em mLg^{-1} .

A constante de degradação de primeira ordem do agrotóxico no solo é expressa pela Equação 4:

$$k = \frac{\ln 2}{t^{1/2}} \quad (\text{Equação 4})$$

O valor de LIX obtido para cada princípio ativo foi classificado de acordo com os intervalos:

- a) 0 = nulo;
- b) 0 a $0,1$ = zona de transição;
- c) $\geq 0,1$ = potencial de lixiviação.

As propriedades físico-químicas dos 10 princípios ativos de agrotóxicos utilizados no estudo para o café no estado do Espírito Santo empregando os métodos GUS e LIX são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Propriedades físico-químicas dos princípios ativos usados na cultura do café

| Agrotóxicos | $t_{1/2}$ solo (dias ⁻¹) | K_{OC} (mL g ⁻¹) | k (dias ⁻¹) | K_H (Pa m ³ mol ⁻¹) |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|
| 2,4-D ¹ | 4,4 | 39,3 | 0,157533 | 4,0 x 10 ⁻⁶ |
| Clorpirifós ¹ | 50,0 | 8.151,0 | 0,013863 | 4,78 x 10 ⁻¹ |
| Diuron ¹ | 75,5 | 813,0 | 0,009181 | 2,00 x 10 ⁻⁶ |
| Glifosato ¹ | 15,0 | 1.424,0 | 0,046210 | 2,10 x 10 ⁻⁷ |
| Paraquat ¹ | 3.000,0 | 1.000.000,0 | 0,001899 | 4,0 x 10 ⁻⁹ |
| Pendimetalina ¹ | 182,3 | 17.491,0 | 0,003802 | 2,73 x 10 ⁻³ |
| Sulfentrazone ^{1,3} | 541,0 | 43,0 | 0,001281 | 1,878 x 10 ⁻⁴ |
| Tebuconazol ^{1,2} | 63,0 | 769,0 | 0,011002 | 1,00 x 10 ⁻⁵ |
| Terbufós ¹ | 8,0 | 500,0 | 0,086643 | 2,70 |
| Tiametoxam ¹ | 50,0 | 56,2 | 0,013863 | 4,70 x 10 ⁻¹⁰ |

Fonte: ²Andrade et al. (2011); ¹IUPAC (2016) e ³Lourencetti et al. (2005).

3.2.3. Espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas de aptidão edafoclimática cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF

Etapa 1 - Distribuição espacial da taxa de recarga hídrica da água superficial

Nesta etapa, no aplicativo computacional ArcGIS®, as variáveis meteorológicas Evapotranspiração Potencial da Cultura (ETC) e Precipitação pluvial (P), oriundas do balanço hídrico agroclimatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955) foram, inicialmente, convertidas do formato tabular para o formato vetorial de pontos por meio da função “adicionar dados X, Y”. Posteriormente, foi aplicada a função “interpolação espacial pelo Inverso do Quadrado da Distância (IQD)” com a finalidade de gerar as imagens matriciais de ETC e P. Para a geração da imagem matricial de recarga hídrica (q), a imagem matricial de P foi subtraída da imagem de ETC pela função “álgebra de mapas”.

Etapa 2. Distribuição espacial do fator de retardo (RF) do movimento do agrotóxico no solo

Sobre o mapa vetorial poligonal de tipos de solo do estado do Espírito Santo, em sua tabela de atributos, foram adicionados os campos representativos das propriedades físico-químicas dos princípios ativos (Tabela 8) e variáveis físico-químicas do solo (Tabela 9) para o cálculo do modelo RF de acordo com a Equação 5:

$$RF = 1 + \left(\frac{\rho \cdot OC \cdot K_{oc}}{FC} \right) + \left(\frac{\delta \cdot K_H}{FC} \right) \quad (\text{Equação 5})$$

Em que, ρ é a densidade do solo, em g cm^{-3} ; OC é o teor de carbono orgânico, em g g^{-1} ; K_{oc} é o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico, em $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$; FC é a capacidade de campo, em v v^{-1} ; δ é a porosidade do solo na capacidade de campo, em v v^{-1} ; e K_H é o coeficiente de partição ar-água do agrotóxico, em $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$.

Tabela 9. Propriedades físico-químicas dos tipos de solos do estudo

| Solo | F_c (v v^{-1}) | ρ (g cm^{-3}) | OC (g g^{-1}) | δ (v v^{-1}) |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Argissolo ¹ | 0,2950 | 1,5875 | 0,0263 | 0,5875 |
| Cambissolo ^{2,3} | 0,4685 | 1,4000 | 0,0296 | 0,4763 |
| Chernossolo ^{4,5} | 0,1540 | 1,4200 | 0,0218 | 0,4800 |
| Espodossolo ⁶ | 0,0638 | 1,7240 | 0,0098 | 0,3460 |
| Gleissolo ¹ | 0,3750 | 1,0300 | 0,0620 | 0,5226 |
| Latossolo ¹ | 0,2625 | 1,2625 | 0,0194 | 0,5875 |
| Neossolo flúvico ⁷ | 0,2027 | 1,3700 | 0,0088 | 0,4450 |
| Neossolo litólico ⁸ | 0,2637 | 1,6900 | 0,0024 | 0,3500 |
| Neossolo quartzarênico ¹ | 0,1838 | 1,5000 | 0,0036 | 0,5188 |
| Nitossolo vermelho ¹ | 0,3250 | 1,2625 | 0,0225 | 0,6375 |
| Organossolo háplico ⁹ | 0,2080 | 0,2660 | 0,3738 | 0,8900 |

Fonte: ¹Gomes e Spadotto (2004); ²Silva et al. (2005); ³Portugal et al. (2008); ⁴Alvez et al. (2014); ⁵Bonumá et al. (2010); ⁶Ribeiro Filho et al. (2005); ⁷Coelho et al. (2008); ⁸Parahyba (2013) e ⁹Scheer et al. (2011).

Após a adição destas variáveis no modelo, utilizou-se a função “*calculadora de campo*” para o processamento espacial do RF para os 10 princípios ativos avaliados.

As imagens vetoriais poligonais de RF foram rasterizados (função “*polígonos para raster*”) e reclassificados (função “*reclassificar*”) de acordo com as classes de potencial de adsorção (Tabela 10).

Finalmente, os mapas de RF no formato vetorial poligonal foram cortados (função “*corte*”) em relação às áreas de aptidão edafoclimática gerando os mapas finais de RF para as áreas de aptidão edafoclimáticas para a cultura do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo.

Tabela 10. Classes de potencial de adsorção para o fator de retardo (RF)

| Fator de retardo (RF) | Potencial de adsorção |
|-----------------------|-----------------------|
| 1,0 | Muito baixo |
| 1,0 a 2,0 | Baixo |
| 2,0 a 3,0 | Médio |
| 3,0 a 10,0 | Alto |
| > 10,0 | Muito alto |

Fonte: Khan e Liang (1989) e Rao, Hornsby e Jessup (1985).

Etapa 3. Distribuição espacial do fator de atenuação (AF) do agrotóxico no solo

Nesta etapa, inicialmente foi gerada a imagem matricial representativa do modelo HAND (*Height Above the Nearest Drainage* – altura acima da drenagem mais próxima) que utiliza as informações topográficas do MDE do SRTM, direção de fluxo d’água, acumulação de fluxo d’água e drenagem para extrair informações hidrológicamente consistentes de uma área necessária para a identificação da profundidade da água subterrânea a partir da superfície (L). Também foi considerado para a espacialização do AF, a profundidade efetiva do sistema radicular do café conilon e arábica assumida como sendo de 0,3 m.

A imagem matricial de recarga hídrica (q), considerando as lâminas de irrigação anual (I) de 600 e 1.200 mm, além das imagens matriciais de RF, FC, $t^{1/2}$ e L foram adicionadas como variáveis independentes, por meio da função “álgebra de mapas” no modelo AF para os 10 princípios ativos avaliados de acordo com a Equação 6:

$$AF = \exp\left(\frac{-0,693 \cdot L \cdot RF \cdot FC}{q \cdot t^{1/2}}\right) \quad (\text{Equação 6})$$

Em que, L é a profundidade da água subterrânea (ou profundidade considerada) a partir da superfície do solo, em m; RF é o fator de retardo, adimensional; FC é a capacidade de campo do solo, em vv^{-1} ; q é a recarga líquida da água subterrânea, em $mdia^{-1}$; e $t^{1/2}$ solo é a meia vida do produto no solo, em dia.

As imagens matriciais de AF foram reclassificadas (função “reclassificar”) de acordo com as classes de potencial de lixiviação (Tabela 11).

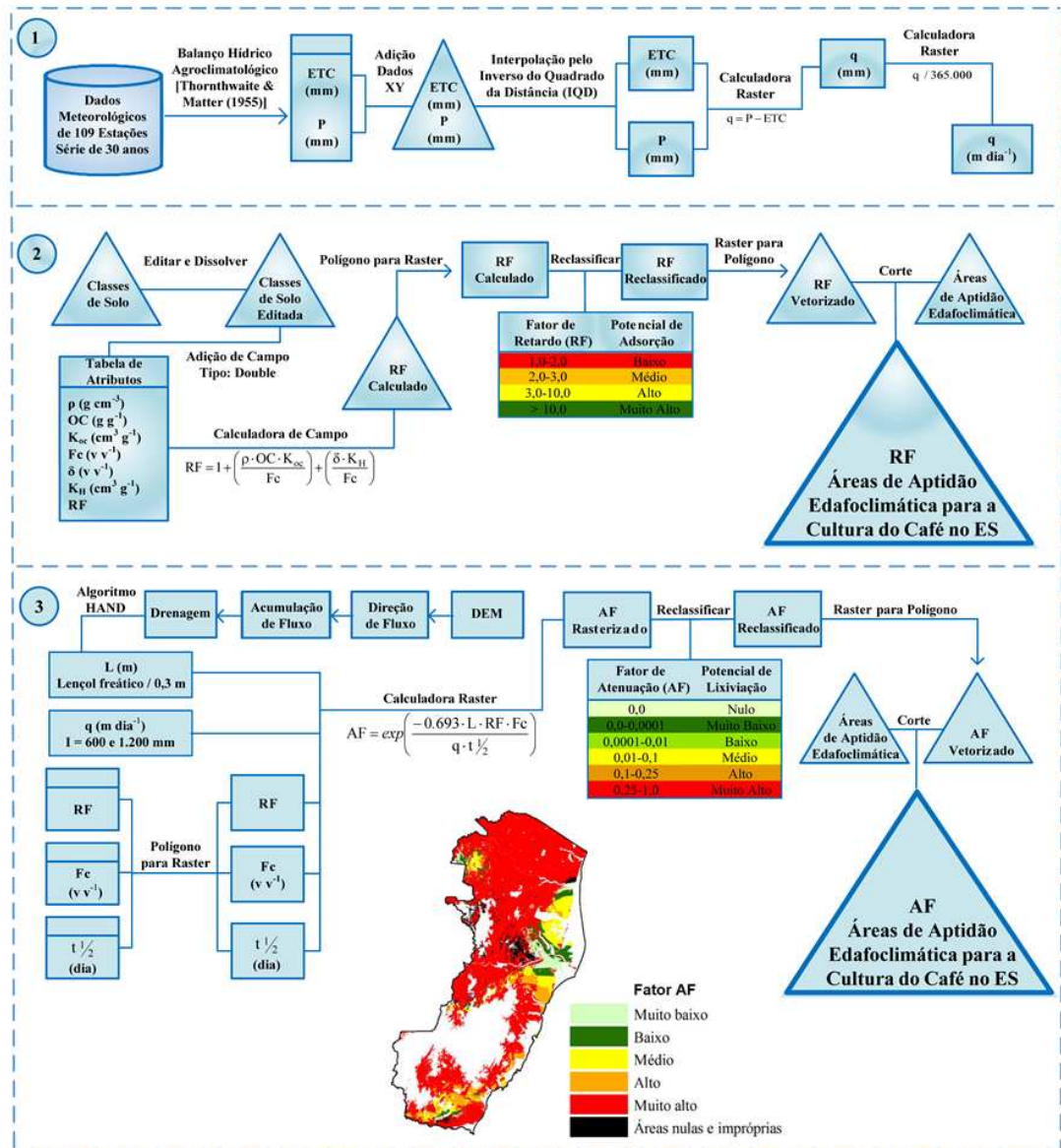
Finalmente, os mapas de AF no formato vetorial poligonal foram cortados (função “corte”) em relação às áreas de aptidão edafoclimática gerando os mapas finais de AF para as áreas de aptidão edafoclimáticas para a cultura do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo.

Tabela 11. Classes de potencial de lixiviação para o fator de atenuação (AF)

| Fator de atenuação (AF) | Potencial de lixiviação |
|-------------------------|-------------------------|
| 0,0 | Nulo |
| 0,0 a 0,0001 | Muito baixo |
| 0,0001 a 0,01 | Baixo |
| 0,01 a 0,1 | Médio |
| 0,1 a 0,25 | Alto |
| 0,25 a 1,0 | Muito alto |

Fonte: Khan e Liang (1989) e Rao, Hornsby e Jessup (1985).

As etapas metodológicas necessárias para a espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas de aptidão edafoclimática cultivadas com café conilon e arábica no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF são apresentadas na Figura 6.



- 1 Etapa 1 - Distribuição espacial da taxa de recarga hídrica da água superficial.
- 2 Etapa 2 - Distribuição espacial do fator de retardamento do movimento do pesticida no solo.
- 3 Etapa 3 - Distribuição espacial do fator de atenuação do pesticida no solo.

Figura 6. Etapas metodológicas necessárias para a espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas de aptidão edafoclimática cultivadas com café conilon e arábica no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF.

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.4. Espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para os principais municípios produtores no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF

O estudo foi desenvolvido em duas etapas, ambas auxiliadas pelo uso do programa computacional *ArcGIS®*, versão 10.4, módulo *ArcMap*.

Na primeira etapa foi realizado o mapeamento das áreas cultivadas com café conilon para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, considerados os maiores produtores do estado do Espírito Santo (Figura 7). Este mesmo procedimento foi executado para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna, considerados os maiores produtores de café arábica (Figura 8). Na segunda etapa foi avaliado o risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas mapeadas com café empregando o método RF/AF.

O mapeamento das áreas cultivadas com café foi obtido por fotointerpretação em tela (SANTOS et al., 2014c) sobre o ortofotomosaico de 2007, disponibilizado pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), com resolução espacial de 1m. A escala cartográfica utilizada foi de 1:1.500.

As projeções cartográficas e o *datum* original da referida base de dados foram transformadas em projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) e o *Datum* Horizontal SIRGAS 2000, para cumprir o Decreto N° 5334/2005 e Resolução N° 1/2005 do IBGE, que estabelecem o SIRGAS 2000 como o novo Sistema de Referência Geocêntrico para o Brasil (BRASIL, 2005).

A segunda etapa consistiu na delimitação (função “*extração por máscara*”) das imagens de risco de lixiviação dos princípios ativos sulfentrazone e tiametoxam para as áreas fotointerpretadas com café conilon e arábica obtidas na primeira etapa.

O fluxograma metodológico contendo as etapas necessárias para a espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para os principais municípios produtores no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF é apresentado na Figura 9.

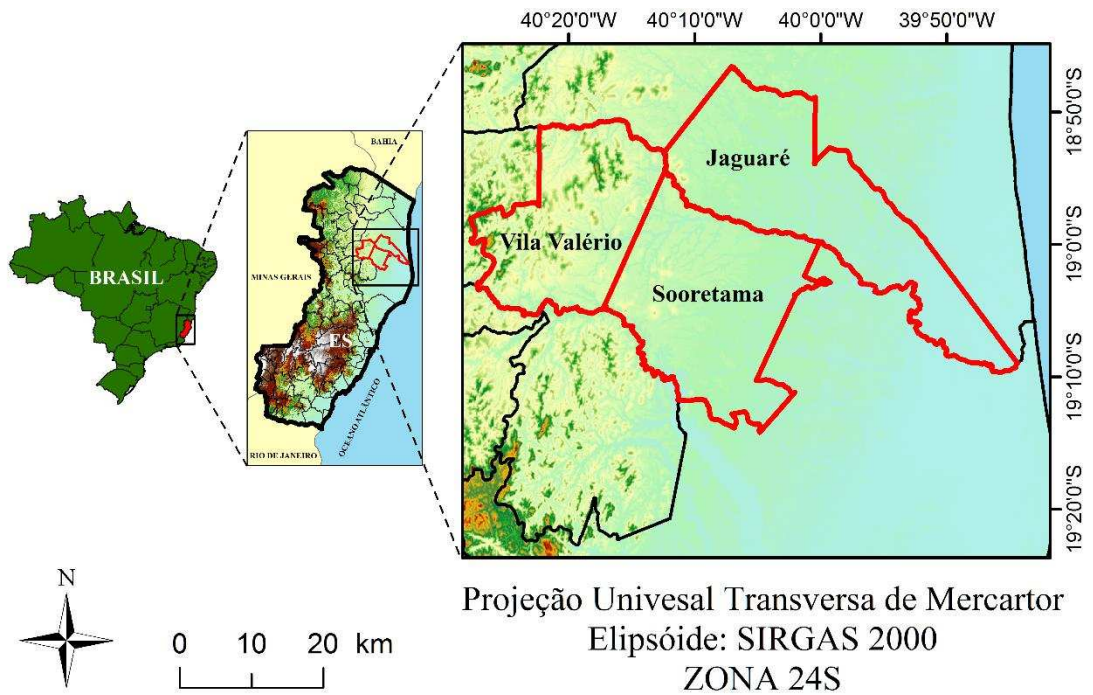


Figura 7. Principais municípios produtores de café conilon no estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborado pela autora.

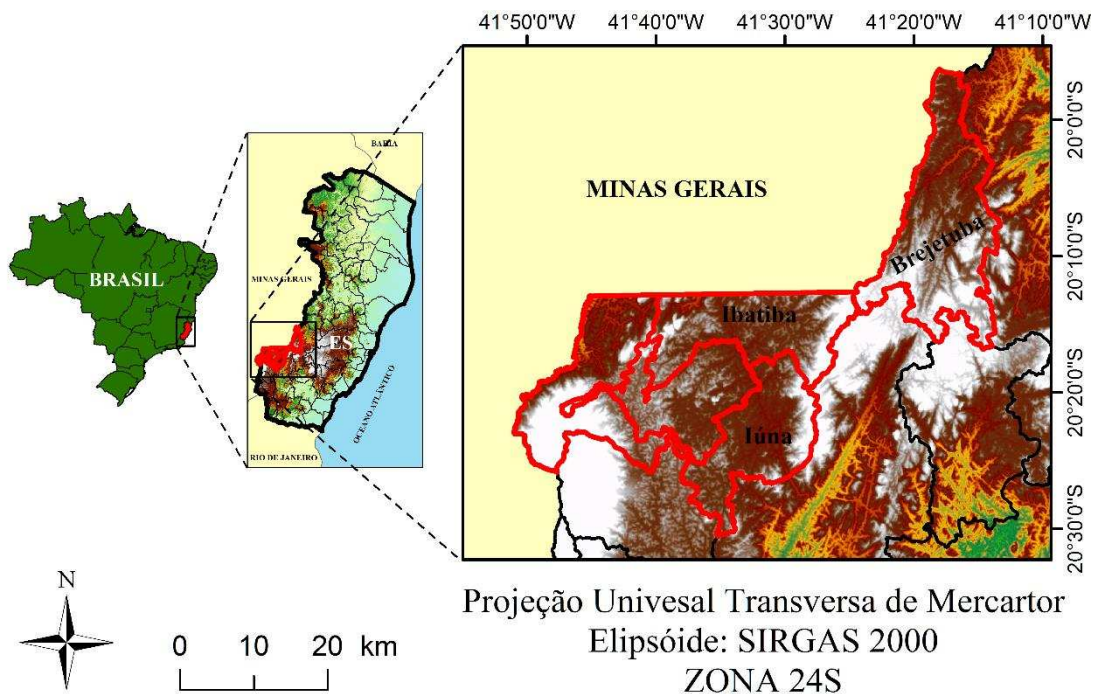


Figura 8. Principais municípios produtores de café arábica no estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborado pela autora.

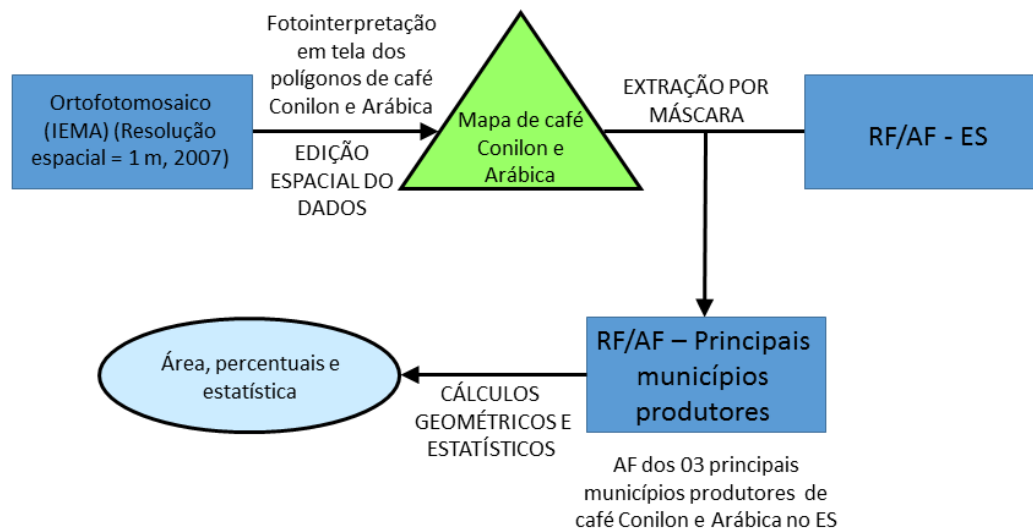


Figura 9. Etapas metodológicas necessárias para a espacialização e avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para os principais municípios produtores no estado do Espírito Santo empregando o método RF/AF.

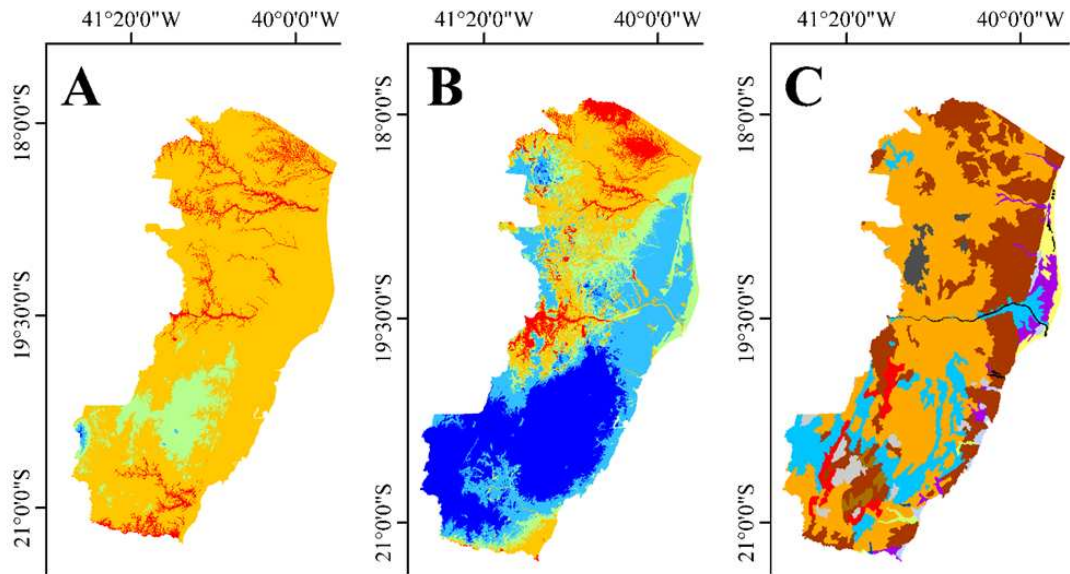
Fonte: Elaborado pela autora.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO PARA O CAFÉ CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) E ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Os mapeamentos preliminares necessários para a elaboração do zoneamento edafoclimático para o café conilon e arábica no estado do Espírito Santo referentes as variáveis edafoclimáticas para o estado, faixas de aptidão edafoclimática para a cultura do café conilon e arábica são apresentados nas Figuras 10, 11 e 12, respectivamente.

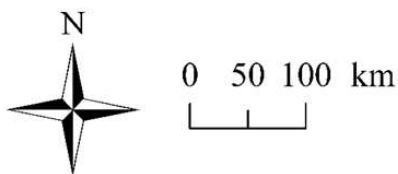
O Zoneamento edafoclimático para o café conilon e arábica no estado do Espírito Santo é apresentado nas Figuras 13 e 14. De acordo com os resultados, observou-se que as áreas aptas para o café conilon (Figura 13a e 14) e arábica (Figura 13b e 14) corresponderam, respectivamente, a 26,55 e 16,59 %. As áreas aptas com algum tipo de restrição somaram 38,99% para o café conilon e 0,66% para o café arábica. Enquanto, as áreas inaptas para o café conilon (Fig 13a e 14) e arábica (Figura 13b e 14) corresponderam, respectivamente, a 22,43 e 67,61 %.



Variáveis Edafoclimáticas para o Estado do Espírito Santo, Brasil

| Legenda (A) Temperatura (°C) | | Legenda (B) Deficiência Hídrica (mm) | |
|------------------------------|----------|--------------------------------------|-----------|
| | 6,4 - 10 | | 0 - 50 |
| | 10 - 15 | | 50 - 150 |
| | 15 - 20 | | 150 - 200 |
| | 20 - 25 | | 200 - 300 |
| | 25 - 26 | | 300 - 565 |

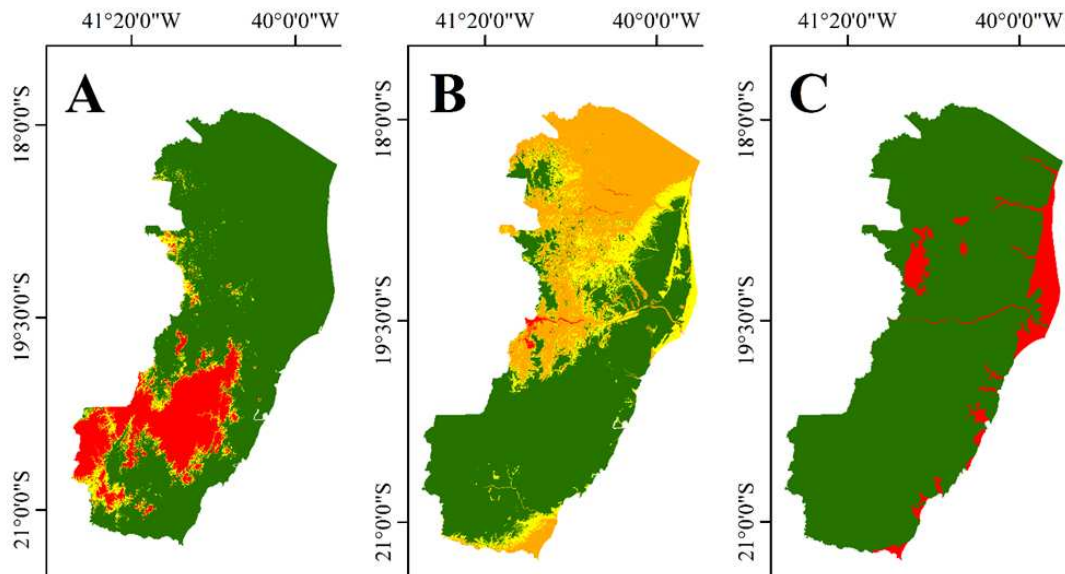
| Legenda | | (C) Tipos de Solos | |
|---------|----------------------|--------------------|------------------------|
| | Afloramento de rocha | | Neossolo flúvico |
| | Argissolo | | Neossolo litólico |
| | Cambissolo | | Neossolo quartzarênico |
| | Chernossolo | | Nitossolo vermelho |
| | Espodossolo | | Organossolo háplico |
| | Gleissolo | | Solos indiscriminados |
| | Latossolo | | |



Projeção Univesal Transversa de Mercator
 Elipsóide: SIRGAS 2000
 ZONA 24S

Figura 10. Variáveis edafoclimáticas para o estado do Espírito Santo, Brasil. a) Temperatura média anual (°C); b) Deficiência hídrica anual (mm); e c) Tipos de Solos.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Classes de Aptidão para o café Conilon | | |
|--|--|---|
| Legenda | Classes | (A) Temperatura (°C) |
| | Apta | 22 a 26 |
| | Restrita | 21 a 22 |
| | Inapta | < 21 e > 26 |
| Legenda | Classes | (B) Deficiência Hídrica (mm) |
| | Apta Sem Irrigação (ASI) | < 150 |
| | Apta com Irrigação Ocasional (AIOC) | 150 a 200 |
| | Apta com Irrigação Complementar (AICO) | 200 a 400 |
| | Apta com Irrigação Obrigatória (AIOB) | > 400 |
| Legenda | Classes | (C) Tipos de Solos |
| | Apta | Argissolo, Cambissolo, Chernossolo, Latossolo, Neossolo flúvico, Neossolo litólico, Nitossolo vermelho e Organossolo hápico |
| | Inapta | Afloramento de rocha, Espodossolo, Gleissolo, Neossolo quartzarênico, Solos indiscriminados |

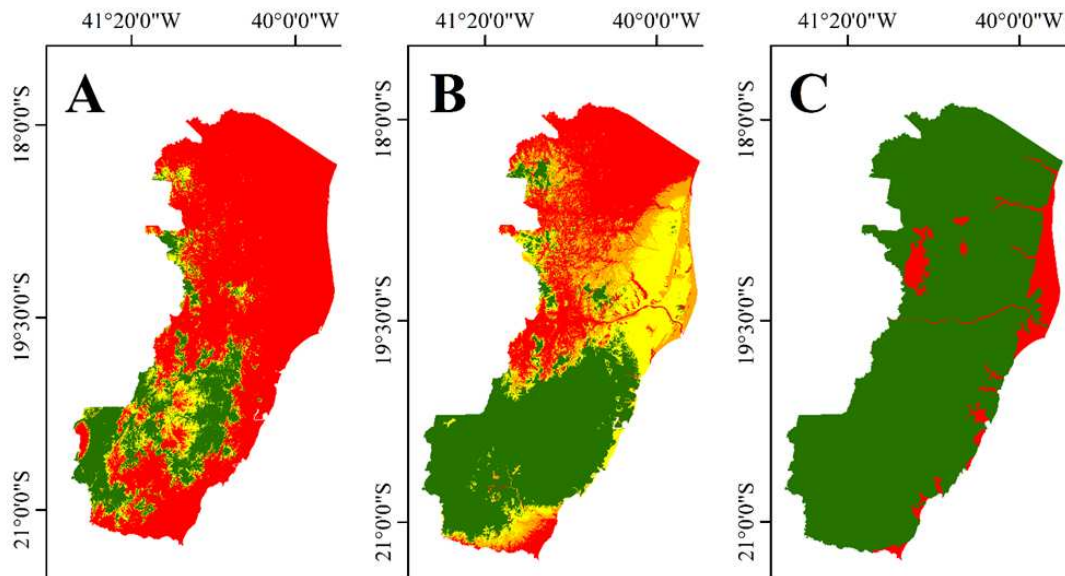


0 50 100 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 11. Faixas de aptidão para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para o estado do Espírito Santo, Brasil. a) Temperatura média anual (°C); b) Deficiência hídrica anual (mm); e c) Tipos de Solos.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Classes de Aptidão para o café Arábica | | |
|--|--|--|
| Legenda | Classes | (A) Temperatura (°C) |
| | Apta | 19 a 22 |
| | Restrita | 18 a 19 e 22 a 23 |
| | Inapta | < 18 e > 23 |
| Legenda | Classes | (B) Deficiência Hídrica (mm) |
| | Apta Sem Irrigação (ASI) | < 100 |
| | Apta com Irrigação Ocasional (AIOC) | 100 a 150 |
| | Apta com Irrigação Complementar (AICO) | 150 a 200 |
| | Apta com Irrigação Obrigatória (AIOB) | > 200 |
| Legenda | Classes | (C) Tipos de Solos |
| | Apta | Argissolo, Cambissolo, Chernossolo, Latossolo, Neossolo flúvico, Neossolo litólico, Nitossolo vermelho e Organossolo háplico |
| | Inapta | Afloramento de rocha, Espodossolo, Gleissolo, Neossolo quartzarênico, Solos indiscriminados |

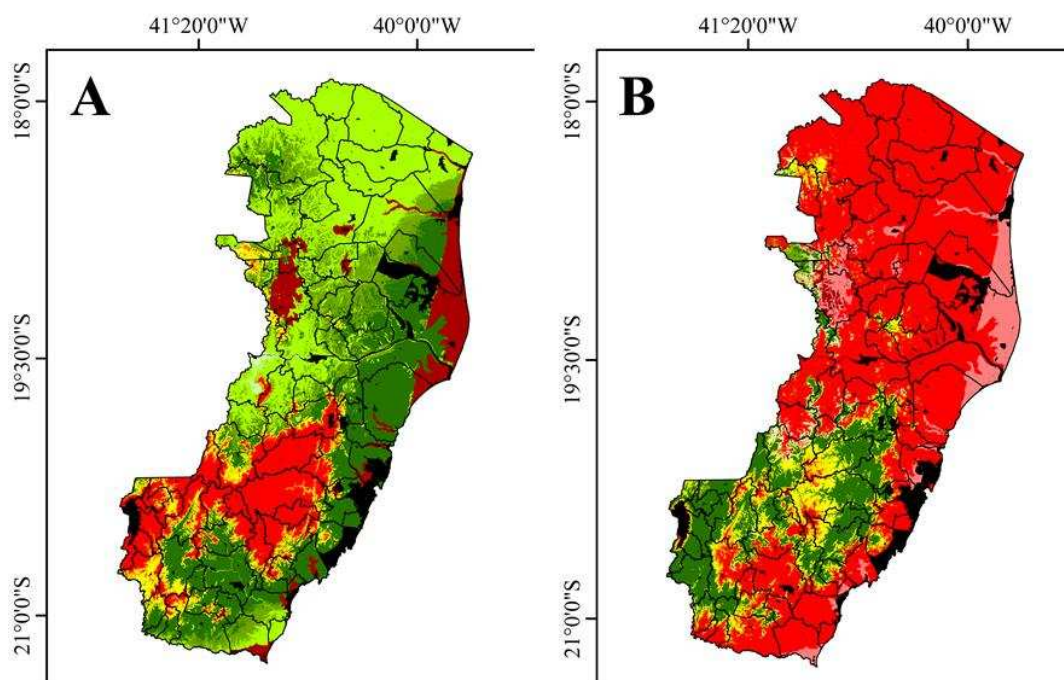


0 50 100 km

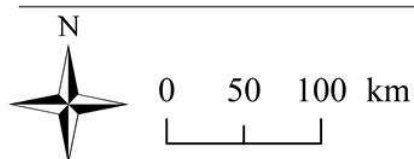
Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 12. Faixas de aptidão para a cultura do café arábica (*Coffea arabica* L.) para o estado do Espírito Santo, Brasil. a) Temperatura média anual (°C); b) Deficiência hídrica anual (mm); e c) Tipos de Solos.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Legenda | Classes de aptidão | (A) Café Conilon | | (B) Café Arábica | |
|--------------|--|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| | Apta | 12.208,07 | 26,55 | 7.630,13 | 16,59 |
| | Apta com irrigação ocasional | 4.971,06 | 10,81 | 247,43 | 0,54 |
| | Apta com irrigação complementar | 12.809,07 | 27,85 | 35,87 | 0,08 |
| | Apta com irrigação obrigatória | 152,82 | 0,33 | 21,39 | 0,05 |
| | Restrição térmica | 2.795,49 | 6,08 | 3.438,97 | 7,48 |
| | Restrição térmica com irrigação ocasional | 21,08 | 0,05 | 545,90 | 1,19 |
| | Restrição térmica com irrigação complementar | 15,44 | 0,03 | 210,12 | 0,46 |
| | Restrição térmica com irrigação obrigatória | - | - | 66,95 | 0,15 |
| | Inapta por carência térmica | 7.363,03 | 16,01 | 28.139,30 | 61,19 |
| | Inapta por carência térmica e tipo de solo | 9,90 | 0,02 | 2.771,31 | 6,03 |
| | Inapta por tipo de solo | 2.939,55 | 6,39 | 178,14 | 0,39 |
| | Áreas impróprias | 2.699,85 | 5,87 | 2.699,85 | 5,87 |
| Total | | 45.985,36 | 100,00 | 45.985,36 | 100,00 |



Projeção Universal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 13. Zoneamento edafoclimático para o café A) conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e B) arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborado pela autora.

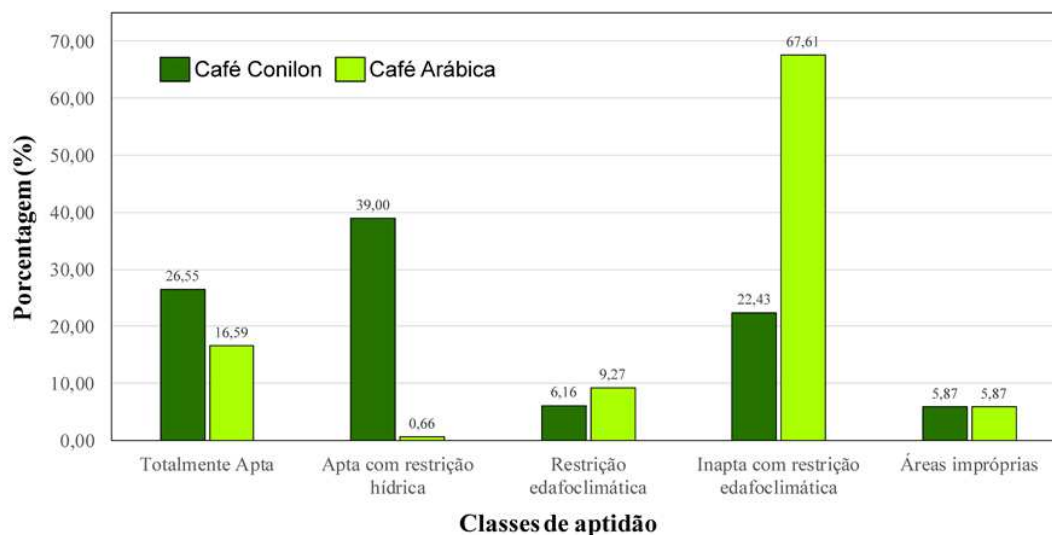


Figura 14. Classes de aptidão edafoclimáticas para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com os resultados relativos ao zoneamento edafoclimático para a cultura do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo (Figuras 13 e 14) foi verificado que as variáveis meteorológicas temperatura e deficiência hídrica do solo tem forte influência sobre as áreas aptas, restritas e inaptas, pois estas estão relacionadas com a velocidade das reações químicas celulares que governam o crescimento da planta e o desenvolvimento fotossintético dependente tanto da disponibilidade de água no solo como da medida do nível de energia do sistema água-solo-planta-atmosfera (COCKSHULL, 1992; SANTOS, 2015; SANTOS et al., 2016; VIANELLO; ALVES, 2004).

As áreas consideradas aptas tanto para o café conilon como para o café arábica estão relacionadas com a elevada amplitude do relevo caracterizado por altitudes menores em grande parte do estado e altitudes elevadas principalmente na região Sul e Sudoeste Serrano (Figuras 10a e 10b). Neste sentido, pelo fato de ocorrer uma diminuição da temperatura média do ar em relação ao aumento da altitude (COCKSHULL, 1992; SANTOS, 2015; SANTOS et al., 2016; VIANELLO; ALVES, 2004), os principais municípios produtores de café arábica estão localizados na região

Serrana, enquanto que, os de conilon na região com relevo plano e suavemente ondulado do estado do Espírito Santo.

Em relação aos tipos de solo do estado do Espírito Santo, os solos considerados inaptos (Afloramento de rocha, Espodossolo, Gleissolo, Neossolo quartzarênico, Solos indiscriminados) para o desenvolvimento tanto para o café conilon como para o arábica estão localizados, em sua maioria, nas áreas mais baixas, próximas à linha de costa do Oceano Atlântico (Figuras 10c, 11c e 12c). Estes solos apresentam-se com baixas características químicas que impedem o pleno desenvolvimento de ambas as culturas.

Manrique (1993) e Santos et al. (2016) apontam a importância do melhoramento genético sobre o desenvolvimento das culturas. Cabe ressaltar, que mesmo de posse do zoneamento edafoclimático, as técnicas de melhoramento genético e biotecnologia podem favorecer a expansão de novas áreas agrícolas (áreas atualmente consideradas inaptas ou restritas) em detrimento de cultivares mais resistentes às variações climáticas, edáficas e, sobretudo, ao ataque de pragas e doenças.

4.2. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ATIVOS DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS PARA O CAFÉ CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) E ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) EMPREGANDO OS MÉTODOS GUS E LIX

Na Tabela 12 é apresentado o potencial risco de lixiviação dos princípios ativos utilizados no estudo pelos métodos LIX e GUS. Destacam-se para ambos os métodos os princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam com potencial e provável lixiviação no solo.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 12, preliminarmente, de maneira simples e eficiente é possível avaliar de acordo com as características físico-químicas dos princípios ativos estudados o provável potencial de lixiviação no sistema água-solo-planta. No processo de produção de café esta análise preliminar torna-se um fator decisivo para o manejo racional e eficiente com a finalidade de controlar e combater pragas, doenças e plantas daninhas que geram perdas na colheita. Lourencetti et al.

(2005) destacam que os métodos LIX e GUS podem ser úteis para avaliar o potencial de contaminação do solo e lençol freático em grandes áreas agrícolas, fornecendo subsídios para tomadas de decisões mais rápidas e eficientes pelos órgãos competentes.

Tabela 12. Potencial risco de lixiviação de agrotóxicos no solo pelos métodos avaliados LIX e GUS

| Pesticida | LIX | Classificação* | GUS | Classificação** |
|---------------|---------|----------------|--------|-----------------|
| 2,4-D | 0,00000 | N | 1,55 | NL |
| Clorpirifós | 0,00000 | N | 0,15 | NL |
| Diuron | 0,00057 | ZT | 2,05 | FT |
| Glifosato | 0,00000 | N | 1,00 | NL |
| Paraquat | 0,00000 | N | -6,95 | NL |
| Pendimetalina | 0,00000 | N | - 0,55 | NL |
| Sulfentrazone | 0,94640 | PL | 6,47 | NL |
| Tebuconazol | 0,00021 | ZT | 2,00 | FT |
| Terbufós | 0,00000 | N | 1,17 | NL |
| Tiametoxam | 0,45882 | PL | 3,82 | PL |

* N: Nulo, ZT: Zona de Transição, PL: Potencial de Lixiviação. ** NL: Não Sofre Lixiviação, FT: Faixa de Transição, PL: Provável Lixiviação.

Os resultados dos métodos avaliados LIX e GUS não simulam o transporte de agrotóxicos numa situação real de campo, mais sim avaliam o potencial de lixiviação de um princípio ativo, comparando o mesmo princípio ativo com um outro nas mesmas condições ambientais (LOURENCETTI et al., 2005; SPADOTTO, 2002). Assim, de acordo com os resultados, a classificação de todos os dez princípios ativos estudados mostraram-se equivalentes, comprovando que suas características físico-químicas quando utilizadas em métodos distintos (LIX e GUS) conduziram aos mesmos resultados.

Os resultados sugerem que o uso de um único método, que considera apenas as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos (LIX e GUS), pode não ser suficiente para prever o potencial de lixiviação de agrotóxicos para a

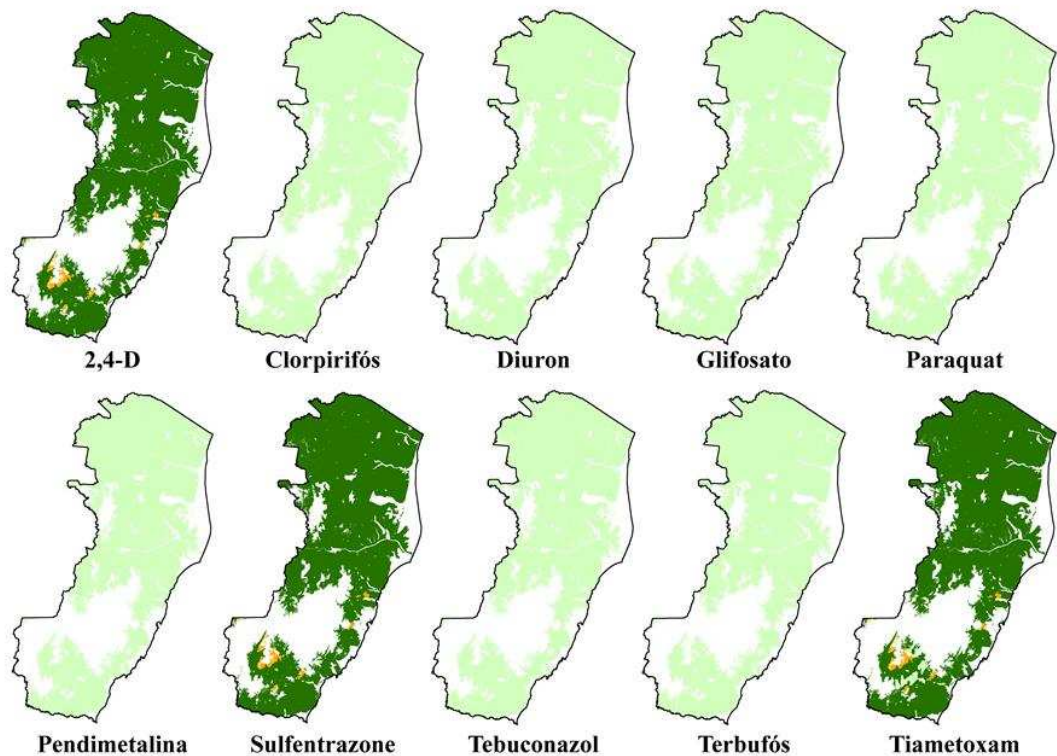
água subterrânea. Logo, é justificável a adoção de outros métodos, baseados não apenas nas características físico-químicas do agrotóxico, como também nas características do solo e condições geoclimáticas da área de estudo, com destaque o método RF/AF (*Retardation and Attenuation Factor* – Fator de Retardação e Atenuação) empregado nesse estudo.

Dos dez princípios ativos estudados apenas o Sulfentrazone e o Tiametoxam foram classificados com potencial de lixiviação (Tabela 12). Isto é comprovado pelo tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) e o coeficiente de adsorção do carbono (K_{oc}) que exercem grande influência no fluxo descendente dos agrotóxicos no solo. Para os princípios ativos que apresentam maior mobilidade como o Sulfentrazone e Tiametoxam, com valores reduzidos de K_{oc} (43 e 56,2), o $t_{1/2}$ passa a exercer forte influência na lixiviação. Quanto maior o seu valor mais elevado será o potencial de contaminação de águas subterrâneas, pois maior será o tempo necessário para degradação durante o fluxo descendente do agrotóxico no solo (DE MATTOS; DA SILVA, 1999; LOURENCETTI et al., 2005; SPADOTTO, 2002).

4.3. ESPACIALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO RISCO DE LIXIVIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ATIVOS DE AGROTÓXICOS NAS ÁREAS DE APTIDÃO EDAFOCLIMÁTICA CULTIVADAS COM CAFÉ CONILON (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) E ARÁBICA (*Coffea arabica* L.) NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO EMPREGANDO O MÉTODO RF/AF

Os fatores de retardo (RF) de agrotóxicos avaliados para o café conilon e arábica no estado do Espírito Santo são apresentados nas Figuras 15 e 16. Dos dez princípios ativos avaliados para ambas as culturas, sete (Clorpirifós, Diuron, Glifosato, Paraquat, Pendimentalina, Tebuconazol e Terbufós) apresentaram muito alto potencial de adsorção equivalente a 100 % da área de aptidão do zoneamento edafoclimático, enquanto, três (2,4-D, Sulfentrazone e Tiametoxam) indicaram valores individuais de 1,35 % como baixo potencial de lixiviação para o café conilon e 4,53 % para o café arábica.

Café Conilon



| Agrotóxicos | Fator de Retardo (RF) | | | | | | | | | | Total (km²) |
|---------------|-----------------------|---|--------------------|------|--------------------|---|--------------------|-------|----------------------|--------|-------------|
| | Muito baixo 1 | | Baixo 1,0 a 2,0 | | Médio 2,0 a 3,0 | | Alto 3,0 a 10,0 | | Muito Alto > 10,0 | | |
| | Área (km²) | % | Área (km²) | % | Área (km²) | % | Área (km²) | % | Área (km²) | % | |
| 2,4-D | - | - | 406,22 | 1,35 | - | - | 29.703,58 | 98,55 | 29,70 | 0,10 | 30.139,49 |
| Clorpirifós | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.139,49 | 100,00 | |
| Diuron | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.139,49 | 100,00 | |
| Glifosato | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.139,49 | 100,00 | |
| Paraquat | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.139,49 | 100,00 | |
| Pendimetalina | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.139,49 | 100,00 | |
| Sulfentrazone | - | - | 406,22 | 1,35 | - | - | 29.703,58 | 98,55 | 29,70 | 0,10 | |
| Tebuconazol | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.139,49 | 100,00 | |
| Terbufós | - | - | - | - | - | - | - | - | 30.139,49 | 100,00 | |
| Tiametoxam | - | - | 406,22 | 1,35 | - | - | 29.330,57 | 97,32 | 402,71 | 1,34 | |



0 100 200 km

Projeção Universal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 15. Fator de retardo (RF) dos agrotóxicos avaliados para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) no estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Café Arábica

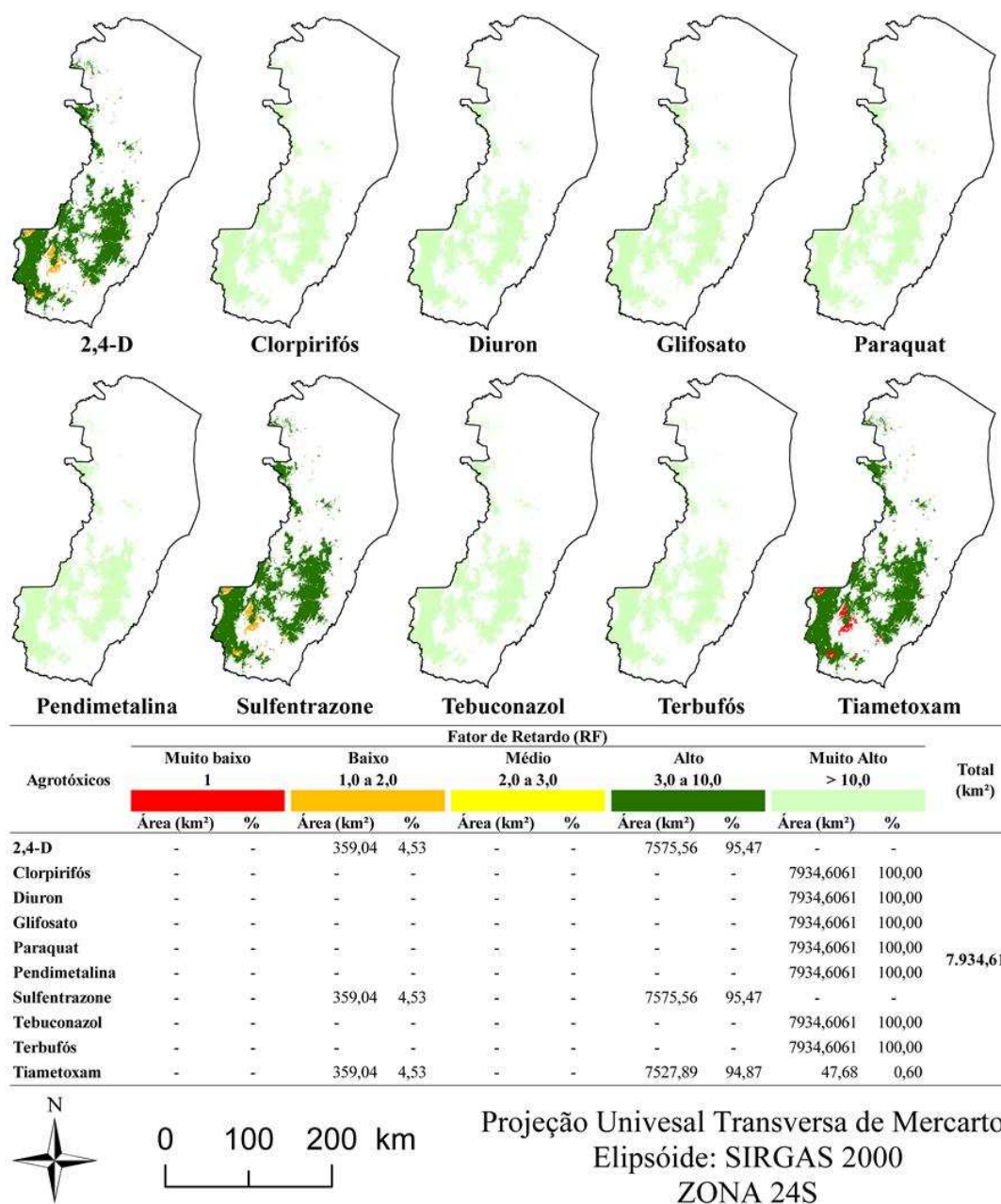


Figura 16. Fator de retardo (RF) dos agrotóxicos avaliados para a área de aptidão edafoclimática do café arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

Fonte: Elaborado pela autora.

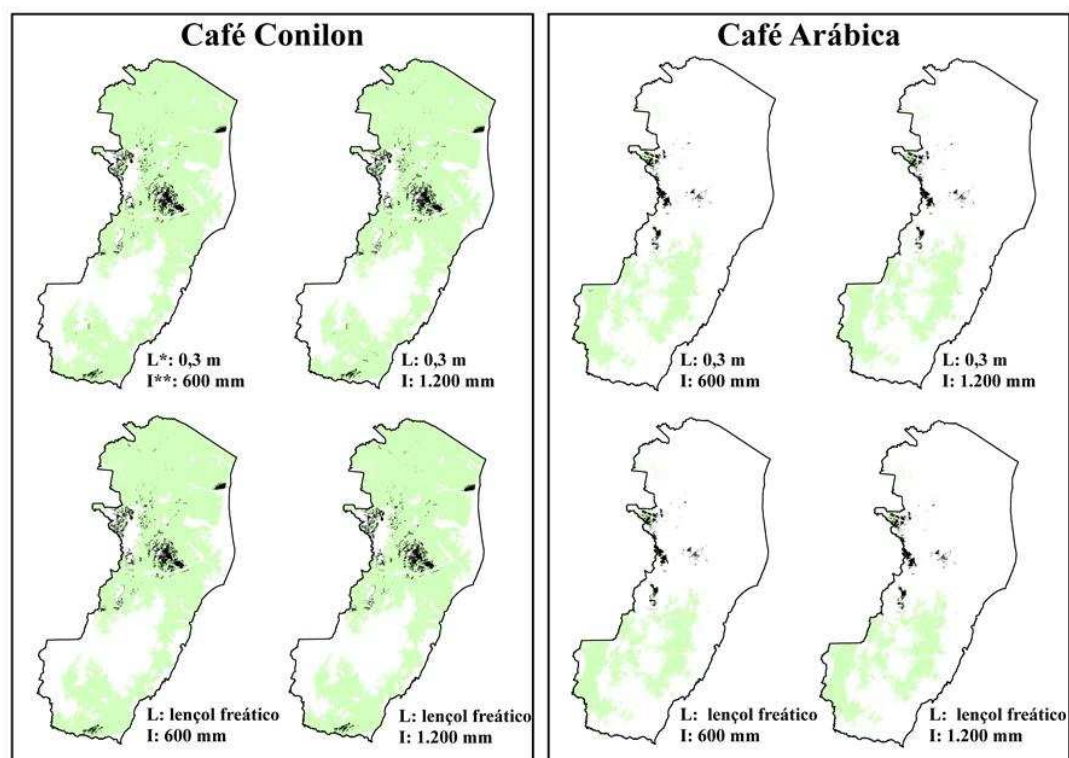
De acordo com o fator de retardo (RF) dos agrotóxicos avaliados para o café conilon e arábica observa-se que para ambas as culturas a variável independente decisiva para a adsorção dos princípios ativos no solo é o K_{OC} , seguido do OC e demais variáveis (K_H , ρ , δ e F_c). A matéria orgânica

é citada como um dos principais constituintes do solo responsáveis pela formação de possíveis ligações químicas com moléculas orgânicas, tais como os agrotóxicos (LANDGRAF; SILVA; REZENDE, 1998; LOURENCETTI et al., 2005). Assim, dos dez princípios ativos avaliados para o café conilon (Figura 15) e arábica (Figura 16), sete destacam-se com 100 % de área para a classe muito alto de RF, sendo eles, Clorpirifós, Diuron, Glifosato, Paraquat, Pendimetalina, Tebuconazol e Terbufós. Dentre os solos que se destacaram como propício para adsorção desses princípios ativos destaca-se, para o café conilon, o Organossolo háplico, Cambissolo e Argissolo e, para o café arábica, o Cambissolo, Nitossolo vermelho e Argissolo (Tabela 9).

O fator de atenuação (AF) dos dez princípios ativos avaliados (2,4-D, Clorpirifós, Diuron, Glifosato, Paraquat, Pendimetalina, Sulfentrazone, Tebuconazol, Terbufós e Tiametoxam) para o café conilon e arábica no estado do Espírito Santo é apresentado nas Figuras 17 a 26.

Dos dez princípios ativos utilizados para a espacialização do fator de atenuação (AF), cinco (Clorpirifós, Glifosato, Paraquat, Pendimetalina e Terbufós) apresentaram muito baixo potencial de lixiviação (Figuras 18, 20, 21, 22 e 25). Os demais princípios ativos (2,4-D, Diuron, Sulfentrazone, Tebuconazol e Tiametoxam) indicaram valores representativos para as classes variando de muito baixo a muito alto potencial de lixiviação (Figuras 17, 19, 23, 24 e 26).

Os resultados obtidos para o AF do princípio ativo 2,4-D (Figura 17) revelaram que para ambas as culturas e lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), a nível de lençol freático, o potencial de lixiviação manteve-se como muito baixo em relação às demais classes. Entretanto, para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m, ao simular uma lâmina de irrigação de 600 mm, 0,03 % (8,49 km²) da área apresentou baixo potencial de lixiviação para o café conilon e 0,06 % (4,86 km²) para o café arábica. Para uma lâmina de irrigação de 1200 mm, 0,06 % (17,29 km²) e 0,003 % (0,87 km²) da área apresentaram, respectivamente, baixo e médio potencial de lixiviação para o café conilon e 0,002 % (0,13 km²) e 0,06 % (4,73 km²) baixo e médio potencial de lixiviação para o café arábica.



| Legenda | Potencial de lixiviação 2,4-D | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 29.029,93 | 96,32 | 29.020,26 | 96,29 | 7.474,42 | 94,20 | 7.474,42 | 94,20 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 8,49 | 0,03 | 17,29 | 0,06 | 4,86 | 0,06 | 0,13 | 0,002 |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | 0,87 | 0,003 | - | - | 4,73 | 0,06 |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |



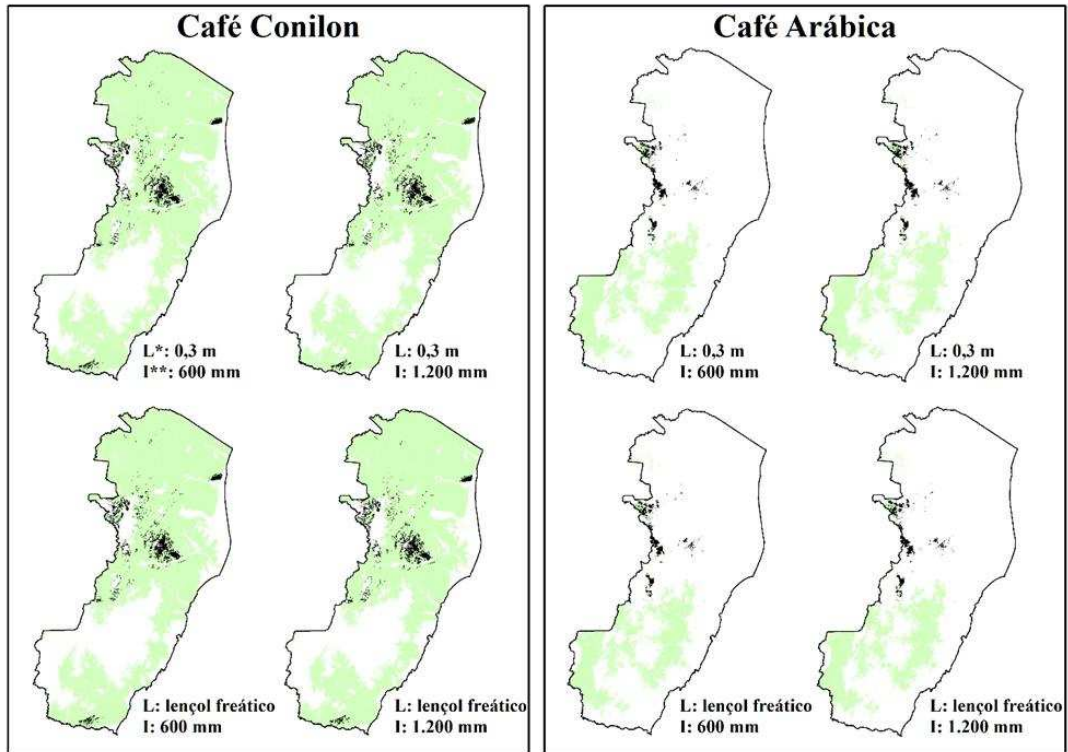
0 100 200 km

Projeção Universal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 17. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo 2,4-D avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Clorpirifós | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 45.985,36 | 100,00 |



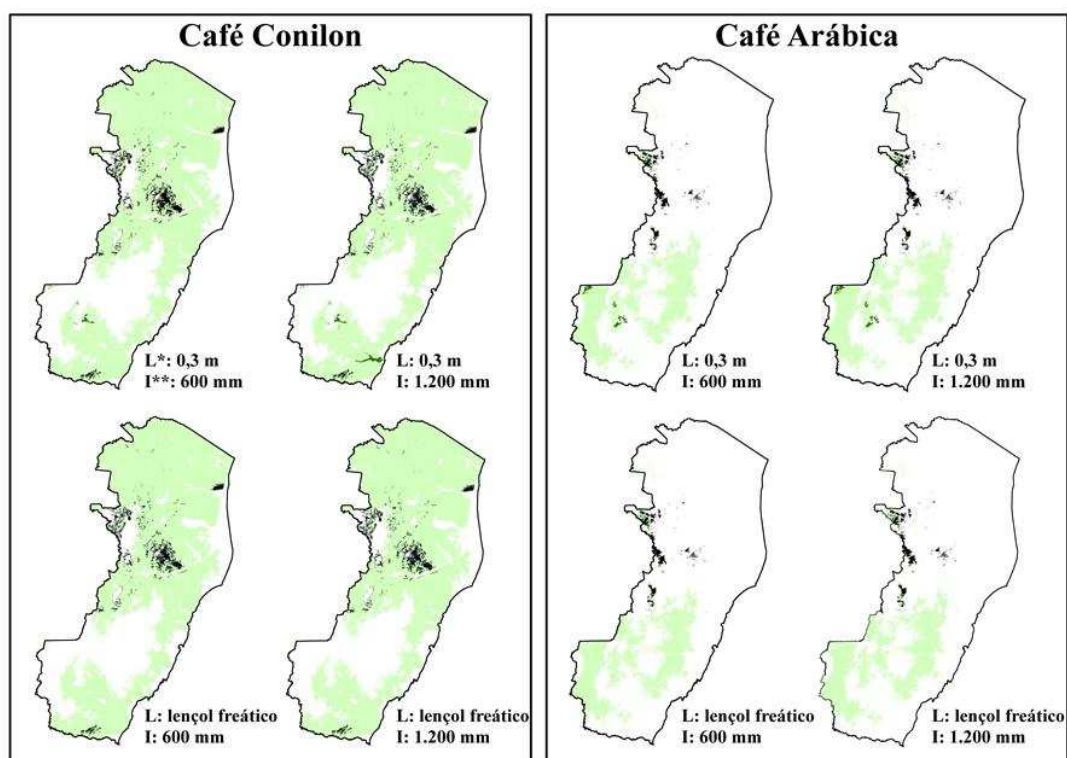
0 100 200 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 18. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Clorpirifós avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Diuron | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0 | 28.974,76 | 96,14 | 28.874,91 | 95,80 | 7.359,81 | 92,76 | 7.359,81 | 92,76 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,18 | 55,17 | 0,18 | 155,02 | 0,51 | 114,61 | 1,44 | 114,61 | 1,44 |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 8,49 | 0,03 | 1,86 | 0,01 | 4,86 | 0,06 | 0,11 | 0,00 | |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | 6,63 | 0,02 | - | - | 4,75 | 0,06 | |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 | |
| | Total | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 | |
| | Total | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | |



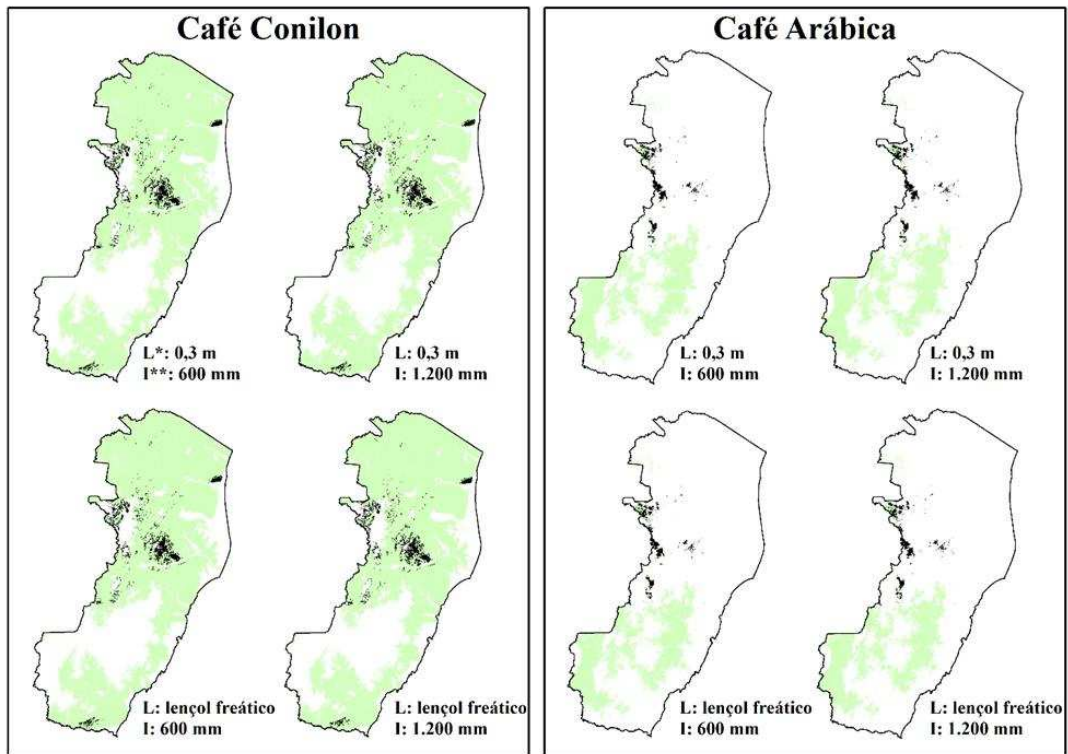
0 100 200 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 19. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Diuron avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Glifosato | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------|------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|---|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km²) | % | Área (km²) | % | Área (km²) | % | Área (km²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 | |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 | |
| Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 | |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 | |
| Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | |



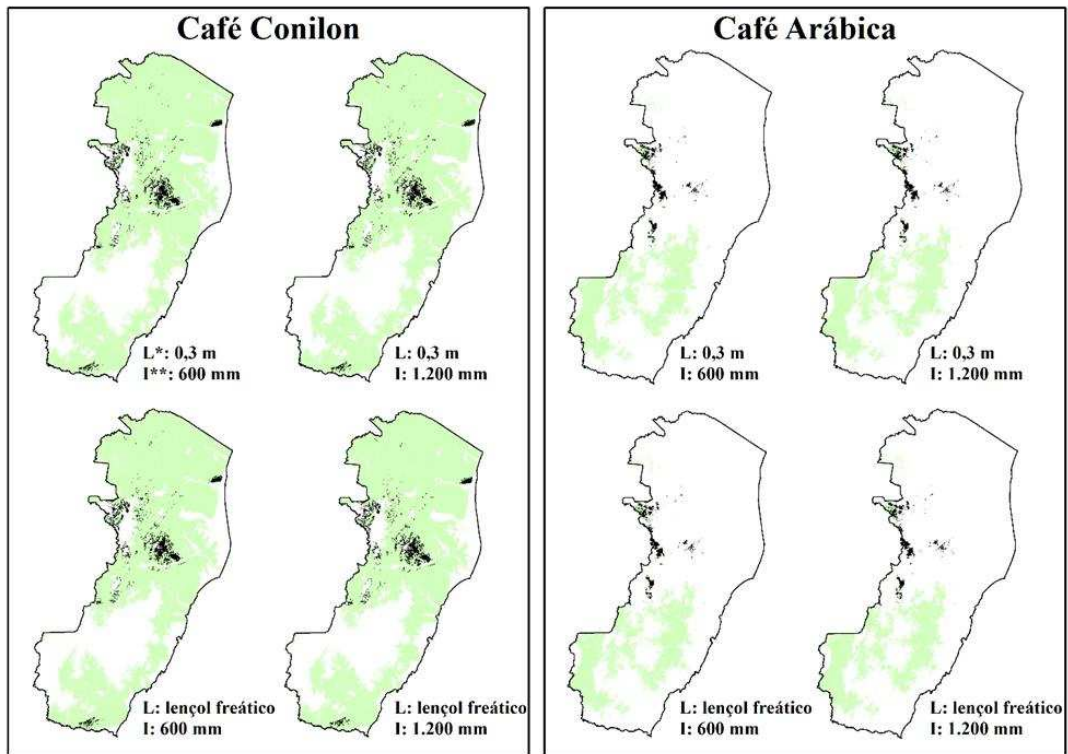
0 100 200 km

Projeção Universal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 20. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Glifosato avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Paraquat | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | | Baixo | 0,0001 a 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 |
| | Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| Nível do lençol freático | | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | | Baixo | 0,0001 a 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 |
| | Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |



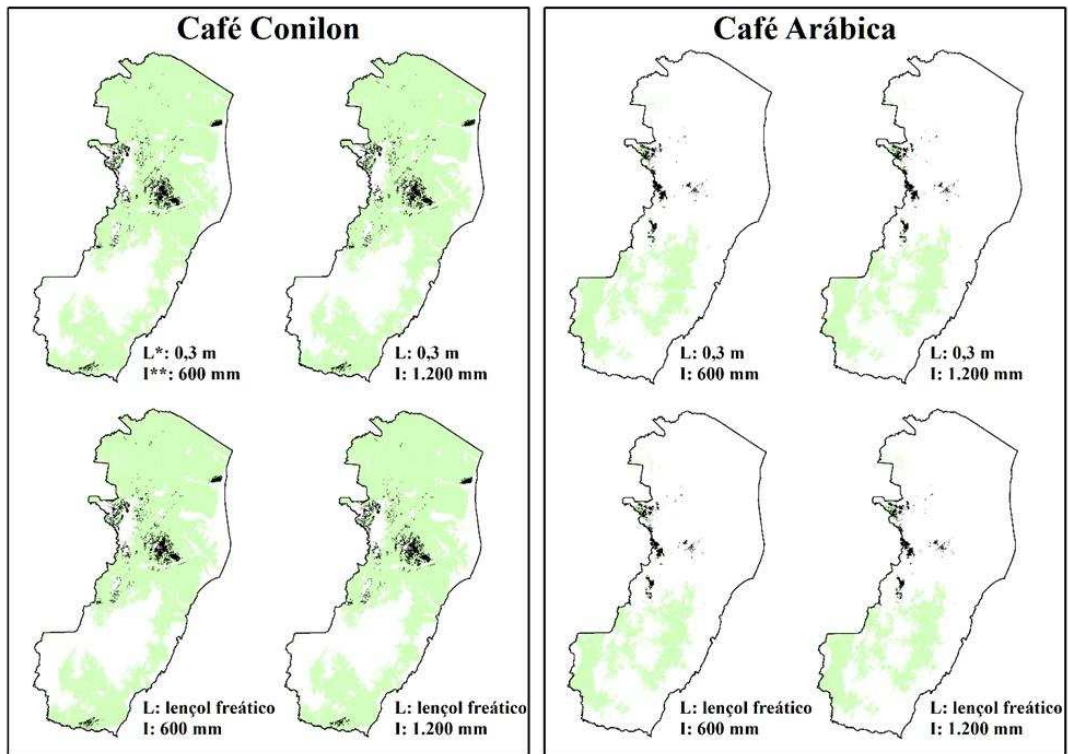
0 100 200 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 21. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Paraquat avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Pendimetalina | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |



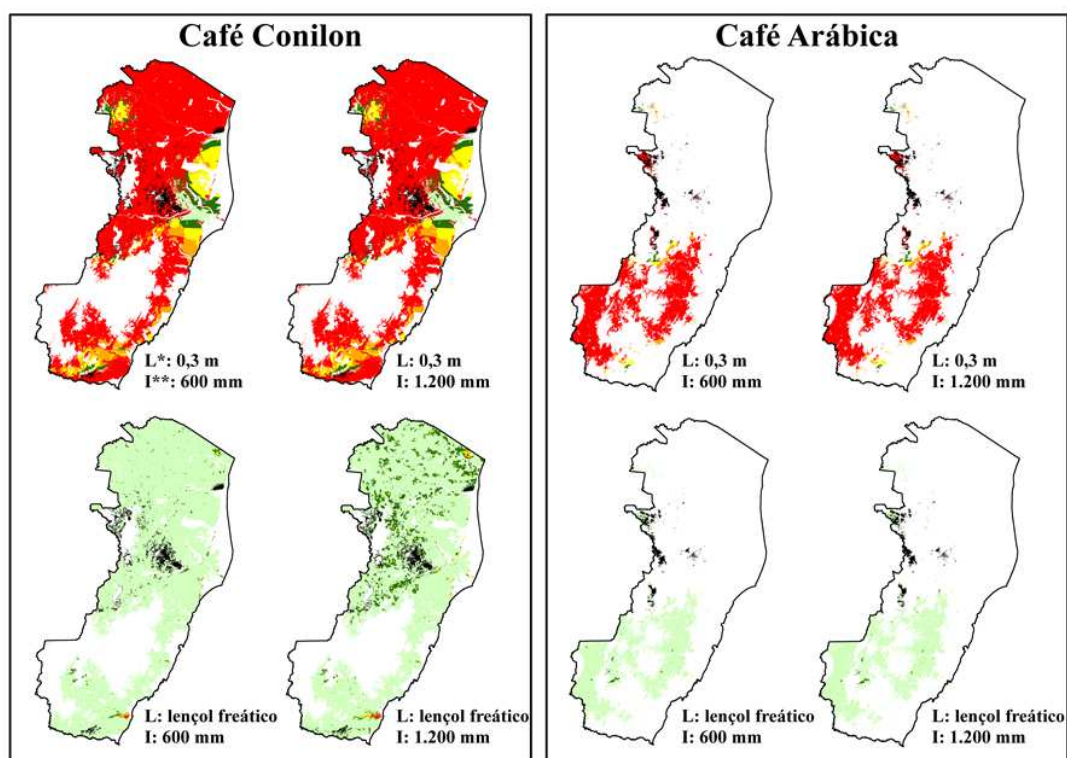
0 100 200 km

Projeção Universal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 22. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Pendimetalina avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Sulfentrazone | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 994,66 | 3,30 | 994,66 | 3,30 | 28,25 | 0,36 | 28,25 | 0,36 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | 1.330,18 | 4,41 | 1.330,18 | 4,41 | 100,12 | 1,26 | 100,12 | 1,26 |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 a 0,25 | 2.128,09 | 7,06 | 2.128,09 | 7,06 | 141,77 | 1,79 | 141,77 | 1,79 |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | 0,25 a 1 | 1.816,04 | 6,03 | 1.816,04 | 6,03 | 291,51 | 3,67 | 291,51 | 3,67 |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | 22.769,45 | 75,55 | 22.769,45 | 75,55 | 6.917,63 | 87,18 | 6.917,63 | 87,18 |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 28.502,84 | 94,57 | 25.617,07 | 85,00 | 7.413,14 | 93,43 | 7.383,18 | 93,05 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | 407,43 | 1,35 | 2.916,63 | 9,68 | 61,28 | 0,77 | 86,78 | 1,09 |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 a 0,25 | 88,55 | 0,29 | 381,89 | 1,27 | 4,51 | 0,06 | 8,72 | 0,11 |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | 0,25 a 1 | 20,56 | 0,07 | 69,68 | 0,23 | 0,30 | 0,004 | 0,53 | 0,01 |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | 19,04 | 0,06 | 53,14 | 0,18 | 0,05 | 0,001 | 0,06 | 0,001 |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |



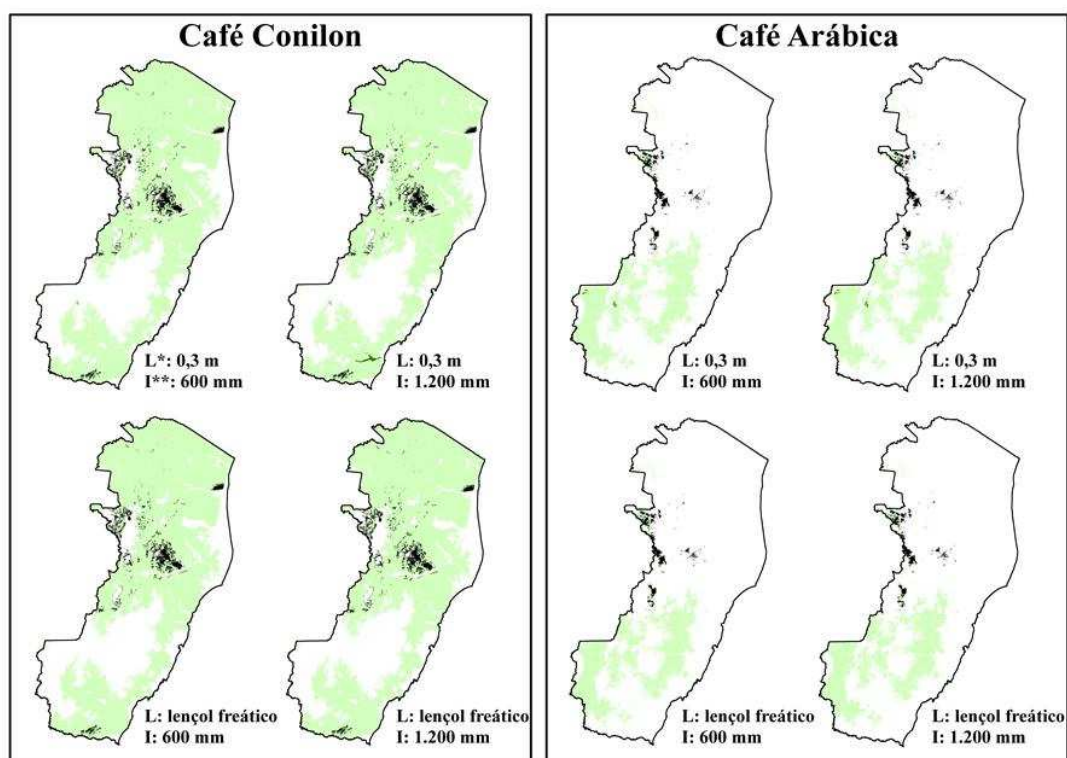
0 100 200 km

Projeção Universal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 23. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Tebuconazole | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0 | 29.025,74 | 96,30 | 28.964,86 | 96,10 | 7.452,01 | 93,92 | 7.452,01 | 93,92 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,001 | 4,74 | 0,02 | 65,07 | 0,22 | 22,48 | 0,28 | 22,41 | 0,28 |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 | 7,94 | 0,03 | 8,49 | 0,03 | 4,80 | 0,06 | 4,86 | 0,06 |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| | Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,0001 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,01 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| | Total | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |



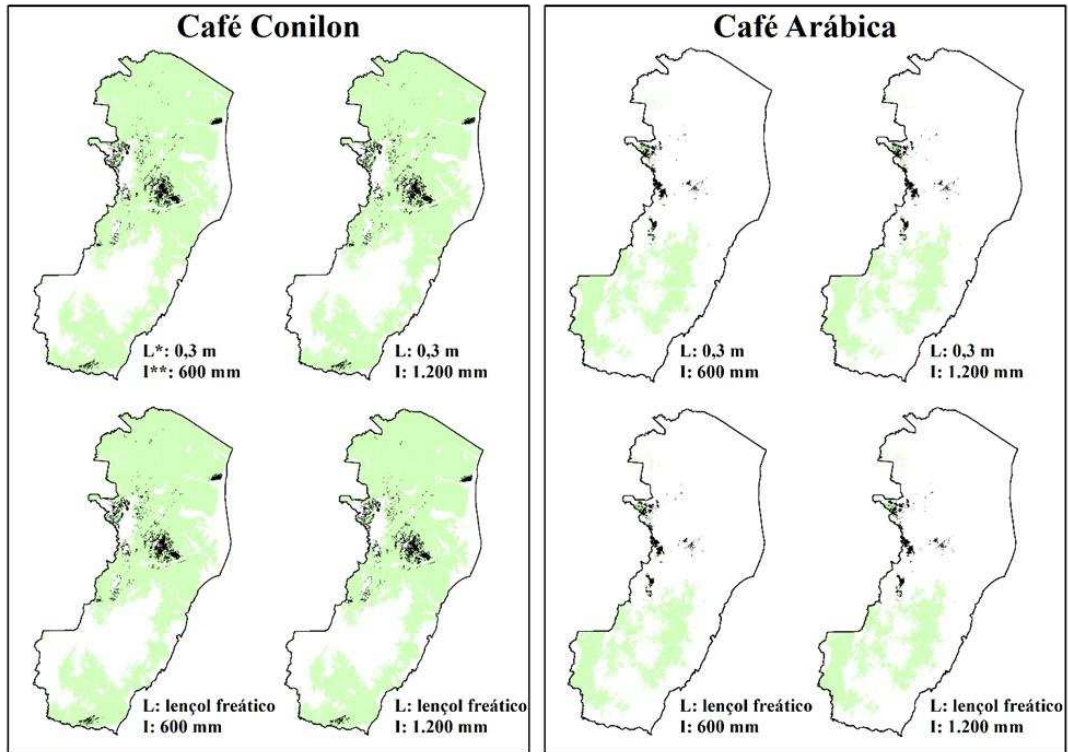
0 100 200 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 24. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tebuconazol avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Terbufós | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,1 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,1 a 0,25 | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 0,0001 a 0,01 | 29.038,42 | 96,35 | 29.038,42 | 96,35 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 0,1 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Alto | 0,1 a 0,25 | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |



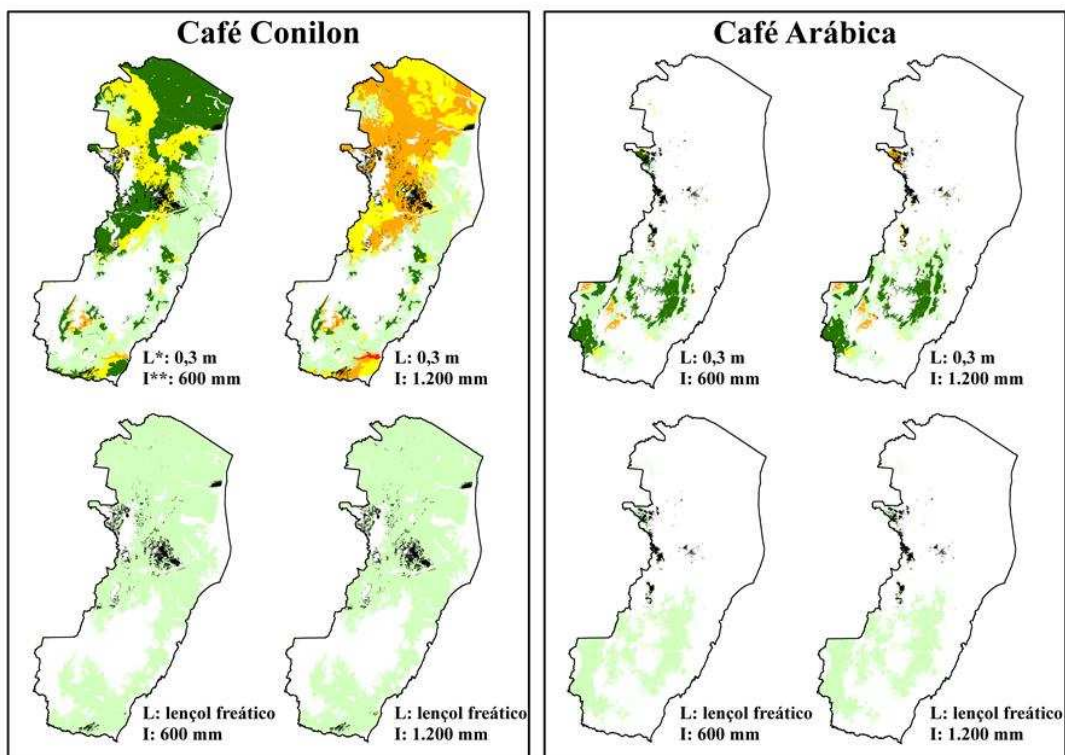
0 100 200 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 25. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Terbufós avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Tiametoxam | Fator de Atenuação (AF) | Café Conilon | | | | Café Arábica | | | |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 to 0,0001 | 0,0001 to 0,01 | 9.843,70 | 32,66 | 9.651,50 | 32,02 | 3.868,39 | 48,75 | 3.859,50 | 48,64 |
| | Baixo | 0,0001 to 0,01 | 0,01 to 0,1 | 11.672,37 | 38,73 | 1.099,76 | 3,65 | 3.176,97 | 40,04 | 2.980,23 | 37,56 |
| | Médio | 0,01 to 0,1 | 0,01 to 0,25 | 7.190,22 | 23,86 | 7.308,36 | 24,25 | 175,07 | 2,21 | 181,65 | 2,29 |
| | Alto | 0,01 to 0,25 | 0,25 to 1 | 323,64 | 1,07 | 10.870,46 | 36,07 | 253,98 | 3,20 | 453,04 | 5,71 |
| | Muito alto | 0,25 to 1 | - | 8,49 | 0,03 | 108,34 | 0,36 | 4,86 | 0,06 | 4,86 | 0,06 |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 to 0,0001 | 0,0001 to 0,01 | 29.033,47 | 96,33 | 29.019,92 | 96,29 | 7.479,28 | 94,26 | 7.479,28 | 94,26 |
| | Baixo | 0,0001 to 0,01 | 0,01 to 0,1 | 4,84 | 0,02 | 13,85 | 0,05 | - | - | - | - |
| | Médio | 0,01 to 0,1 | 0,01 to 0,25 | 0,11 | 0,00 | 4,57 | 0,02 | - | - | - | - |
| | Alto | 0,01 to 0,25 | 0,25 to 1 | - | - | 0,07 | 0,00 | - | - | - | - |
| | Muito alto | 0,25 to 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Áreas nulas e impróprias | - | - | 1.101,07 | 3,65 | 1.101,07 | 3,65 | 455,33 | 5,74 | 455,33 | 5,74 |
| Total | | | | 30.139,49 | 100,00 | 30.139,49 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 | 7.934,61 | 100,00 |



0 100 200 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 26. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam avaliado para a área de aptidão edafoclimática do café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o princípio ativo Diuron (Figura 19), os resultados obtidos também revelaram que para ambas as culturas e lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), a nível de lençol freático, o potencial de lixiviação manteve-se como muito baixo em relação às demais classes. Entretanto, para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m, ao simular uma lâmina de irrigação de 600 mm, 0,18% (55,17 km²) e 0,08% (8,49 km²) da área apresentaram, respectivamente, baixo e médio potencial de lixiviação para o café conilon e 1,44 % (114,61 km²) e 0,06 % (4,86 km²) baixo e médio potencial de lixiviação para o café arábica. Para uma lâmina de irrigação de 1200 mm, a classe potencial de lixiviação alto também foi representativa. Assim, 0,51 % (155,02 km²), 0,01% (1,86 km²) e 0,02 % (6,63 km²) da área apresentaram, respectivamente, baixo, médio e alto potencial de lixiviação para o café conilon e para o café arábica 1,44 % (114,61 km²), 0,001 % (0,11 km²) e 0,06 % (4,75 km²) baixo, médio e alto potencial de lixiviação.

Dentre os cinco princípios ativos avaliados, o Sulfentrazone foi o que apresentou os maiores percentuais de área para a classe muito alto de potencial de lixiviação (Figura 23). Logo, para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m e lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm) os resultados para o café conilon apresentaram os valores equivalentes a 75,55 % (22.769,45 km²) e para o café arábica 87,18 % (6.917,63 km²) da área de estudo. Para a profundidade do lençol freático, ao simular uma lâmina de irrigação de 600 mm, 0,06 % (19,04 km²) da área apresentou muito alto potencial de lixiviação e para uma lâmina de irrigação de 1200 mm, 0,18 % (53,14 km²) da área para o café conilon. Em relação ao café arábica, quando observado a nível de lençol freático, 0,001 % (0,05 km²) da área apresentou muito alto potencial de lixiviação para uma lâmina de irrigação de 600 mm e 0,001% (0,06 km²) da área para uma lâmina de irrigação de 1.200 mm.

Para o princípio ativo Tebuconazol (Figura 24), os resultados obtidos revelaram que para ambas as culturas e lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), a nível de lençol freático, o potencial de lixiviação manteve-se como muito baixo em relação às demais classes. Entretanto, para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m, ao simular uma lâmina de irrigação de 600 mm, 0,02 % (4,74 km²) e 0,03 % (7,94 km²) da área apresentaram, respectivamente, baixo e médio potencial de lixiviação para o

café conilon e 0,28 % (22,48 km²) e 0,06 % (4,80 km²) baixo e médio potencial de lixiviação para o café arábica. Para uma lâmina de irrigação de 1.200 mm, 0,22 % (65,07 km²) e 0,03 % (8,49 km²) da área apresentaram, respectivamente, baixo e médio potencial de lixiviação para o café conilon e para o café arábica 0,28 % (22,41 km²) e 0,06 % (4,86 km²) baixo e médio potencial de lixiviação.

Para o princípio ativo Tiametoxam (Figura 26) os resultados obtidos também revelaram valores para todas as classes de potencial de lixiviação para a profundidade de 0,3 m. Dos princípios ativos avaliados, este teve a maior distribuição em valores entre as classes de potencial de lixiviação, em destaque para a lâmina de irrigação de 1.200 mm com 36,07 % (10.8670,46 km²) da área na classe alto potencial de lixiviação para o café conilon. Para o café arábica, a nível de lençol freático e lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm) o potencial de lixiviação manteve-se como muito baixo em relação às demais classes. Para o café conilon, ao simular uma lâmina de irrigação de 1200 mm, 0,02 % (4,57 km²) da área apresentou médio potencial de lixiviação.

Na Figura 27 é apresentada uma síntese do AF em relação a área (%) dos principais princípios ativos com potencial de risco de lixiviação. De acordo com os resultados, observa-se que o Sulfentrazone teve um maior destaque na classe muito alto de potencial de lixiviação para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m em ambas as culturas e lâminas de irrigação. Já o Tiametoxam teve um maior destaque somente para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m e lâmina de irrigação de 1.200 mm para a cultura do café conilon.

Dentre os métodos avaliados (LIX e GUS) o método RF/AF é o que representa melhor o potencial de lixiviação para os dez princípios ativos no solo por considerar não apenas as propriedades físico-químicas dos princípios ativos como também um maior número de variáveis do solo. Portanto, dos dez princípios ativos avaliados para o café conilon e arábica, para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m e lâminas de irrigação de 600 e 1.200 mm, cinco destacam-se com potencial de lixiviação variando de baixo a muito alto, sendo eles, 2,4-D, Diuron, Sulfentrazone, Tebuconazol e Tiametoxam (Figuras 17, 19, 23, 24, 26 e 27). Cabe destacar, que dentre estes princípios ativos apenas

o Sulfentrazone e Tiametoxam apresentam potencial lixiviação a nível de lençol freático.

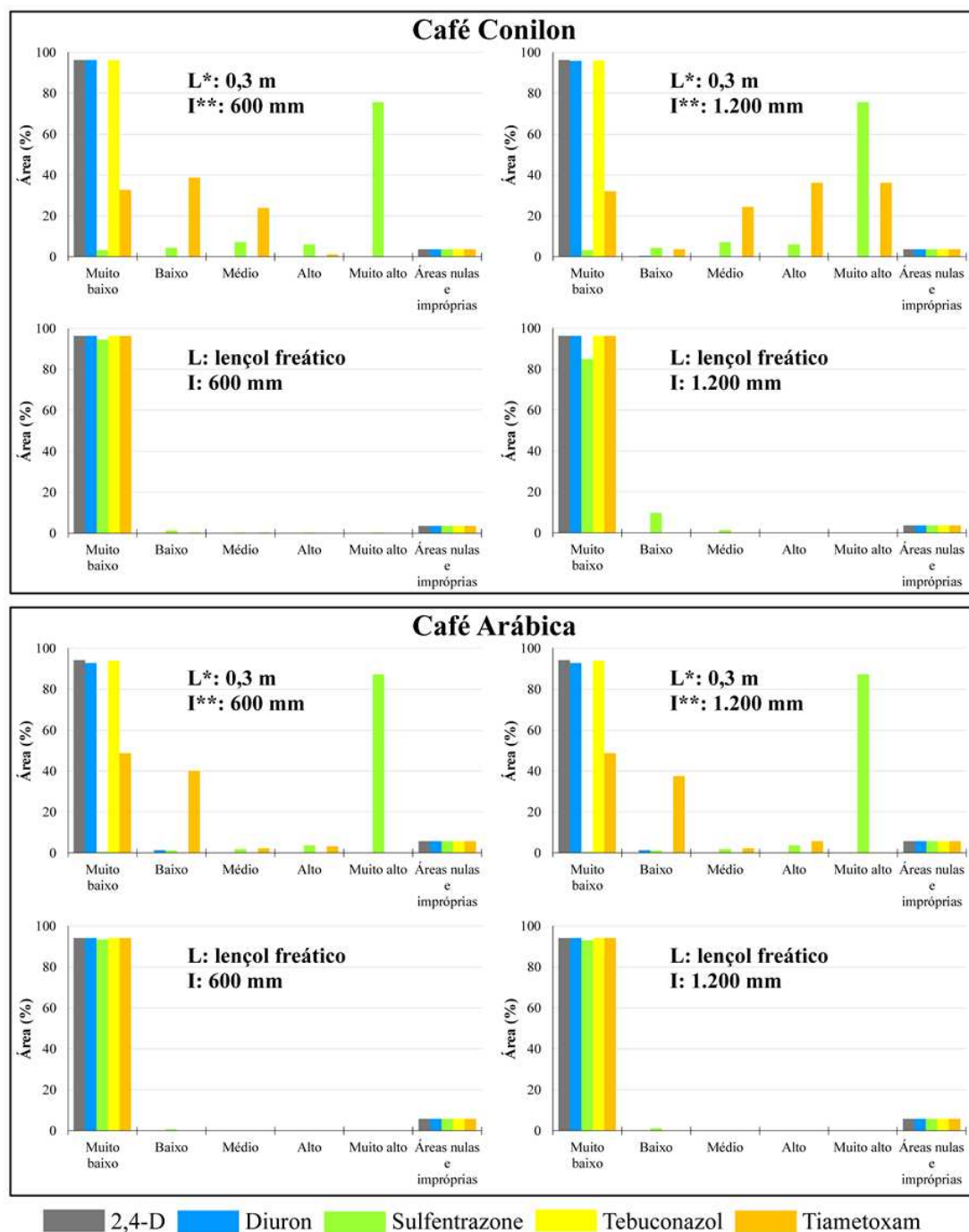


Figura 27. Fator de atenuação (AF) em relação a área (%) dos principais princípios ativos com potencial risco de lixiviação para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.

* L: Profundade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 28 é apresentada a relação do índice AF com os tipos de solo dos principais princípios ativos com potencial risco de lixiviação. Em relação ao café conilon, para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m e lâmina de irrigação de 600 mm, todos os tipos de solo apresentam limites acima de 0,25 (classe muito alto de lixiviação), exceto os tipos de solo Organossolo háplico e Cambissolo. Já para a lâmina de irrigação de 1.200 mm todos os tipos de solo apresentam muito alto potencial de lixiviação. Destaca-se ainda que o Tiametoxam apresenta alto potencial de lixiviação para a profundidade do sistema radicular de 0,3 m e lâmina de irrigação de 600 mm para o tipo de solo Neossolo litólico e para a lâmina de irrigação de 1.200 mm o Neossolo flúvico e Neossolo litólico. Considerando a profundidade do lençol freático, para ambas as lâminas de irrigação, apenas o tipo de solo Neossolo flúvico destaca-se como alto potencial de lixiviação (0,1 a 0,25).

Para o café arábica na profundidade do sistema radicular de 0,3 m e ambas lâminas de irrigação (Figura 28), todos os tipos de solo apresentam limites na classe muito alto de lixiviação para o Sulfentrazone. Para o Tiametoxam destaca-se o solo Neossolo litólico na classe alto potencial de lixiviação. Considerando a profundidade do lençol freático, para ambas as lâminas de irrigação, todos os tipos de solo apresentam-se como muito baixo ou baixo potencial de lixiviação

Para as zonas de aptidão edafoclimáticas para o desenvolvimento do café conilon e arábica no estado do Espírito Santo ressalta-se o cuidado com o manejo racional e eficiente do sistema água-solo e planta no que se refere a utilização dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam que apresentam elevada mobilidade em solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica, podendo atingir camadas profundas do solo e conseqüentemente o lençol freático. Tal comportamento pode ser observado para os tipos de solo Neossolo flúvico e quartzarênico para a cultura do café conilon e o Neossolo litólico para o café arábica (Figura 28). Estes resultados corroboram com aqueles encontrados por Bachega et al. (2009), Freitas et al. (2014), Magalhães et al. (2012), Rossi et al. (2005), Schmidt, Salton e Scorza Júnior (2015) que avaliaram a mobilidade dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam em solos tropicais.

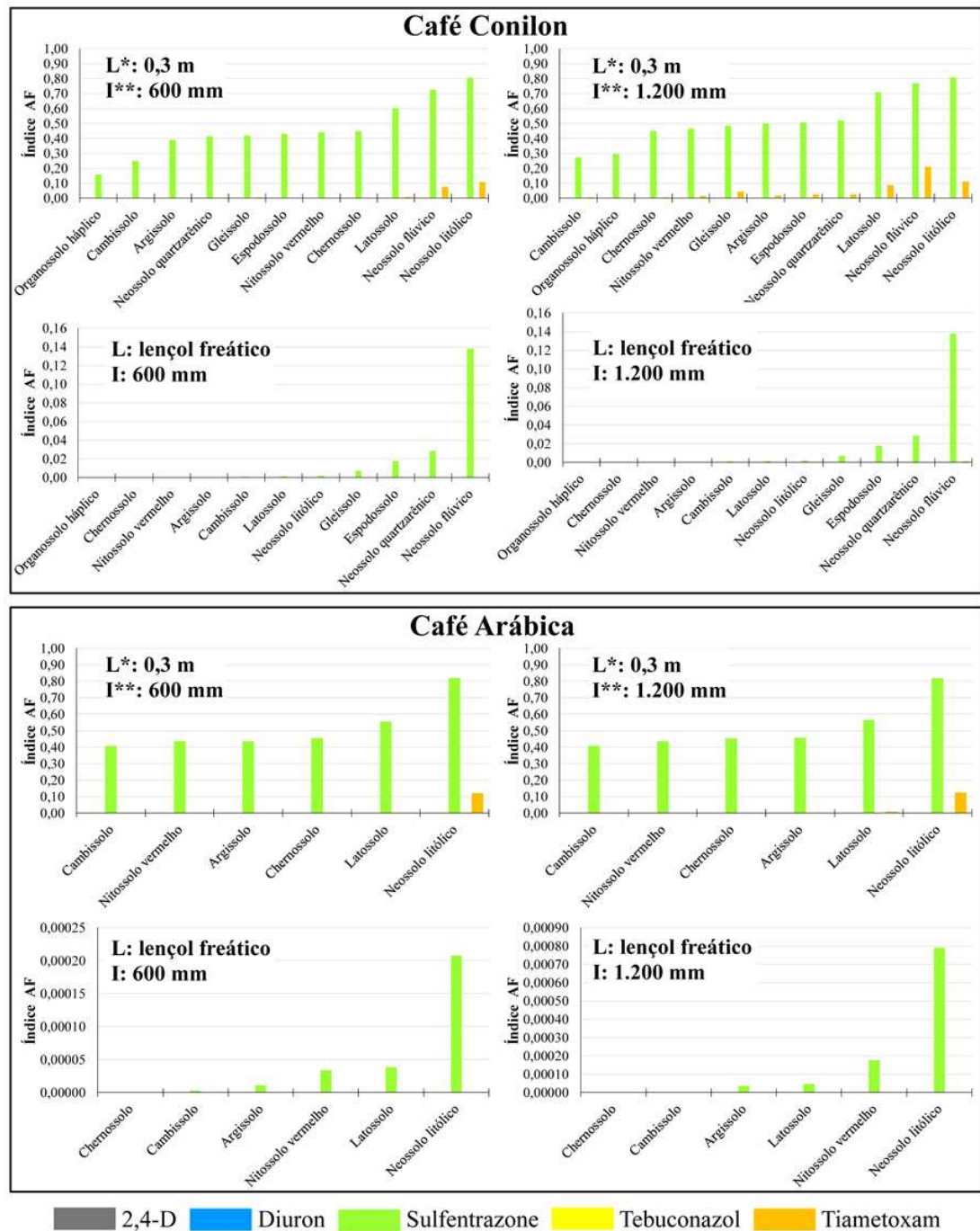


Figura 28. Índice AF em relação aos tipos de solo dos principais princípios ativos com potencial risco de lixiviação para o café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e arábica (*Coffea arabica* L.) no estado do Espírito Santo.
* L: Profundade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

A integração de Sistemas de informações geográficas (SIG) com modelos ambientais de agrotóxicos atualmente é uma importante tecnologia,

pois permite relacionar a lixiviação destes com um conjunto de variáveis ambientais. Alguns exemplos de trabalhos desenvolvidos podem ser encontrados em Hall et al. (2015) e Paz e Rubio (2006).

4.4. ESPACIALIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO RISCO DE LIXIVIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS ATIVOS DE AGROTÓXICOS NAS ÁREAS CULTIVADAS COM CAFÉ PARA OS PRINCIPAIS MUNICÍPIOS PRODUTORES DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO EMPREGANDO O MÉTODO RF/AF

4.4.1. Avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam nas áreas cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama empregando o método RF/AF

O fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES é apresentado nas Figuras 29 e 31. Para as áreas cultivadas com café conilon na profundidade do sistema radicular de 0,3 m, ao simular as lâminas de irrigação de 600 e 1.200 mm, o município de Vila Valério apresentou a classe potencial de lixiviação muito alto equivalente a 99,24 % (112,45 km²), seguido dos municípios de Jaguaré (59,71 % = 72,94 km²) e Sooretama (20,88 % = 15,94 km²). Para a profundidade a nível do lençol freático, para ambas as lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), nenhum dos três municípios apresentaram áreas com potencial de lixiviação muito alto. Entretanto, foi observado que os municípios de Vila Valério e Jaguaré apresentaram áreas com potencial de lixiviação alto (0,01 % = 0,02 km²) e médio (1,11 % = 1,36 km²), respectivamente, para lâmina de irrigação de 1.200 mm.

Nas Figura 30 e 31 são apresentadas a avaliação do fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para os municípios de

Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES. Para as áreas cultivadas com café conilon na profundidade do sistema radicular de 0,3 m, ao simular as lâminas de irrigação de 600 e 1.200 mm, o município de Vila Valério apresentou a classe potencial de lixiviação muito alto equivalente a 5,36 % (6,07 km²). Entretanto, para lâmina de irrigação de 1.200 mm, os municípios de Jaguaré e Sooretama apresentaram áreas com potencial de lixiviação alto de 3,36 % (4,11 km²) e 0,30 % (0,23 km²), respectivamente. Para a profundidade a nível do lençol freático, para ambas as lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), os três municípios apresentaram apenas áreas com potencial de lixiviação muito baixo.

A distribuição espacial do fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para uma área de estudo ampliada cultivada com café conilon para o município de Jaguaré, ES, é apresentada na Figura 32. Considerando a profundidade do sistema radicular de 0,3 m, para ambas as lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), a área de estudo apresentou a classe potencial de lixiviação muito alto. Porém, na profundidade a nível do lençol freático, ao simular as lâminas de irrigação de 600 e 1.200 mm, a área de estudo apresentou a classe potencial de lixiviação baixo e médio, respectivamente.

De acordo com o levantamento de tipos de solos dos municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, predominam nessas áreas os solos classificados como Argilossolo, Gleissolo e Latossolo que foram confrontados com o índice AF considerando os princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado nas áreas cultivadas com café conilon (Figura 33). De acordo com os resultados, observa-se que o Latossolo apresentou os maiores valores de lixiviação quando comparado com o Argilossolo e Gleissolo, visto que, este tipo de solo, de acordo com Andrade et al. (2011) e Gomes e Spadotto (2004) é caracterizado como solo profundo, com estrutura granular estável e bem drenado, favorecendo facilmente a movimentação vertical de solutos. Em geral também constituem solos planos a levemente ondulados e ricos em argila, porém relativamente pobres em matéria orgânica, à exceção do antigo Latossolo roxo. Já os Argilossolos são solos pouco profundos, algo em torno de 1 m, favorecendo pouco a movimentação vertical de solutos e normalmente são ricos em argila e em matéria orgânica (GOMES;

SPADOTTO, 2004). As características físico-químicas que justificam a maior mobilidade do Sulfentrazone e Tiametoxam nos solos Argilosos, Gleissolos e Latossolos são apresentadas na Tabela 9.

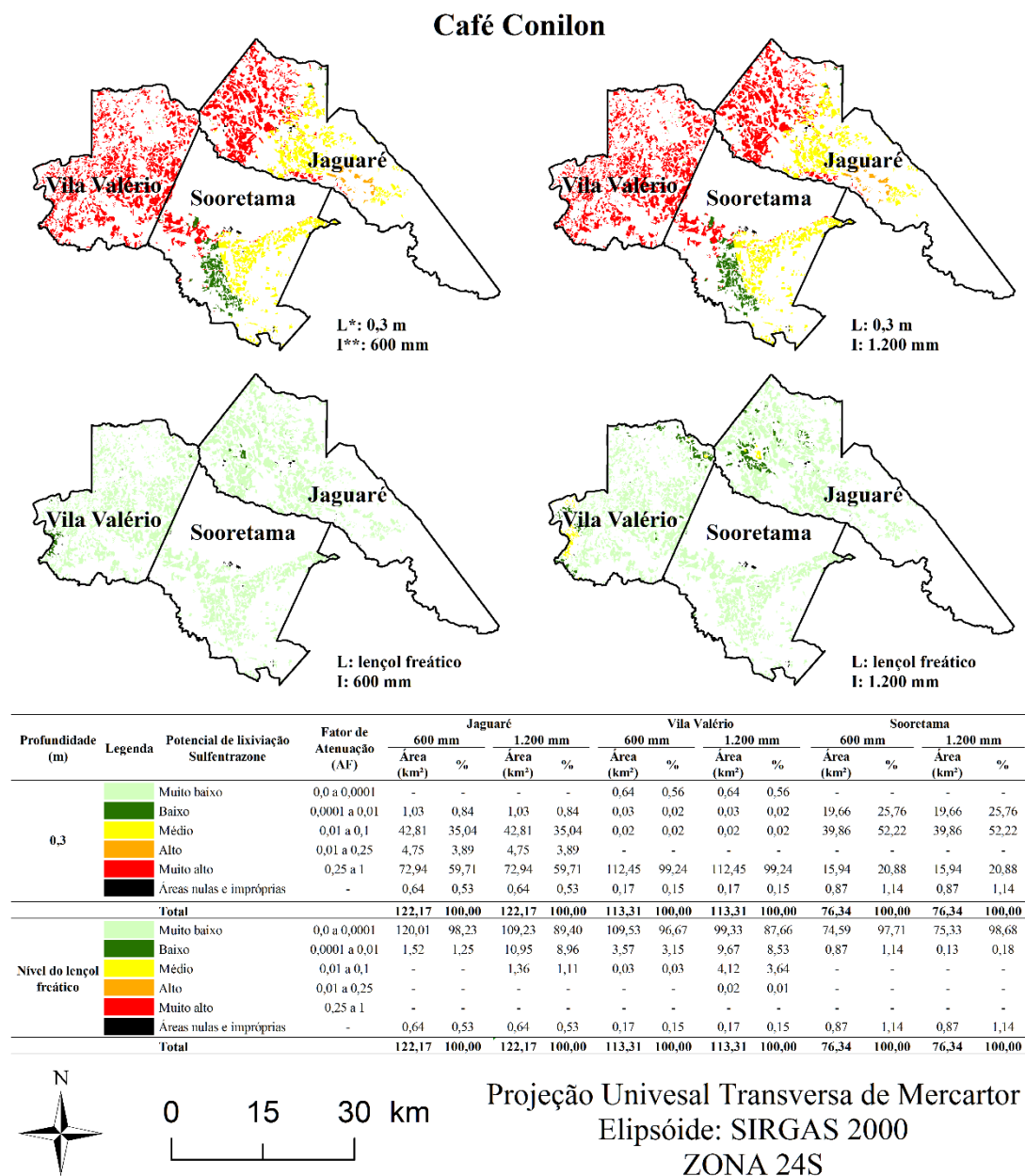
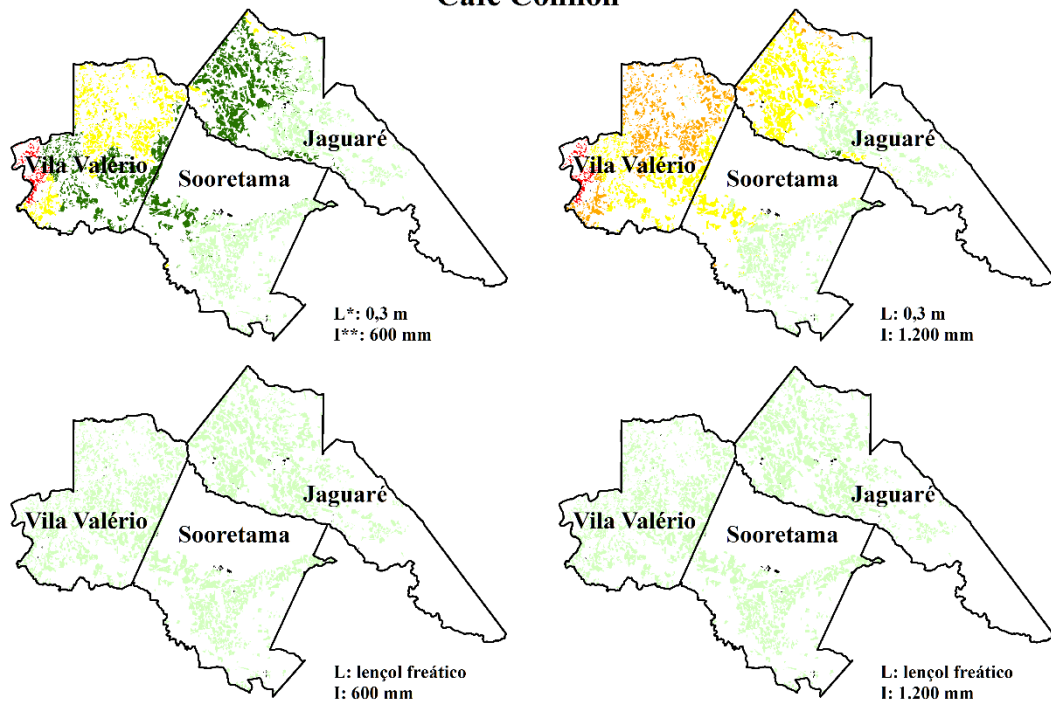


Figura 29. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

Café Conilon



| Profundidade (m) | Legenda | Potencial de lixiviação Tiametoxam | Fator de Atenuação (AF) | Jaguaré | | | | Vila Valério | | | | Sooretama | | | |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|---|
| | | | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | | 600 mm | | 1.200 mm | |
| | | | | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % | Área (km ²) | % |
| 0,3 | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 48,60 | 39,78 | 48,60 | 39,78 | 0,78 | 0,69 | 0,78 | 0,69 | 59,52 | 77,97 | 59,52 | 77,97 | |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | 68,82 | 56,33 | 0,82 | 0,67 | 50,02 | 44,15 | - | - | 15,72 | 20,59 | - | - | |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | 4,11 | 3,36 | 68,00 | 55,66 | 56,26 | 49,65 | 50,02 | 44,15 | 0,23 | 0,30 | 15,72 | 20,59 | |
| | Alto | 0,1 a 0,25 | - | - | 4,11 | 3,36 | - | - | 56,26 | 49,65 | - | - | 0,23 | 0,30 | |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | 6,07 | 5,36 | 6,07 | 5,36 | - | - | - | - | |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 0,64 | 0,53 | 0,64 | 0,53 | 0,17 | 0,15 | 0,17 | 0,15 | 0,87 | 1,14 | 0,87 | 1,14 | |
| | Total | | 122,17 | 100,00 | 122,17 | 100,00 | 113,31 | 100,00 | 113,31 | 100,00 | 76,34 | 100,00 | 76,34 | 100,00 | |
| Nível do lençol freático | Muito baixo | 0,0 a 0,0001 | 121,53 | 99,48 | 121,53 | 99,48 | 113,13 | 99,84 | 113,13 | 99,84 | 75,46 | 98,85 | 75,46 | 98,85 | |
| | Baixo | 0,0001 a 0,01 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Médio | 0,01 a 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Alto | 0,1 a 0,25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Muito alto | 0,25 a 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | Áreas nulas e impróprias | - | 0,64 | 0,53 | 0,64 | 0,53 | 0,17 | 0,15 | 0,17 | 0,15 | 0,87 | 1,14 | 0,87 | 1,14 | |
| | Total | | 122,17 | 100,00 | 122,17 | 100,00 | 113,31 | 100,00 | 113,31 | 100,00 | 76,34 | 100,00 | 76,34 | 100,00 | |



0 15 30 km

Projeção Univesal Transversa de Mercator
Elipsóide: SIRGAS 2000
ZONA 24S

Figura 30. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

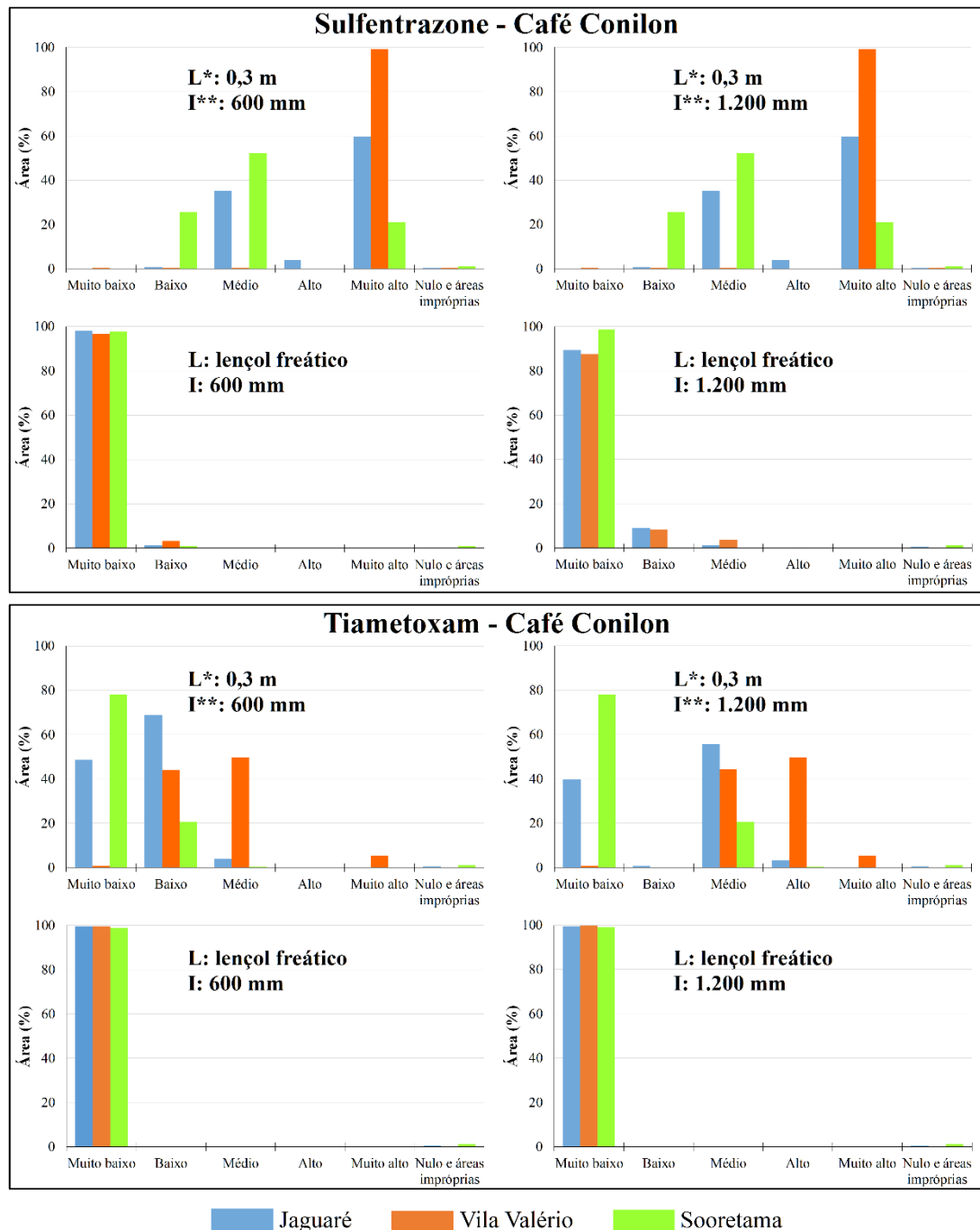


Figura 31. Fator de atenuação (AF) dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

Café Conilon

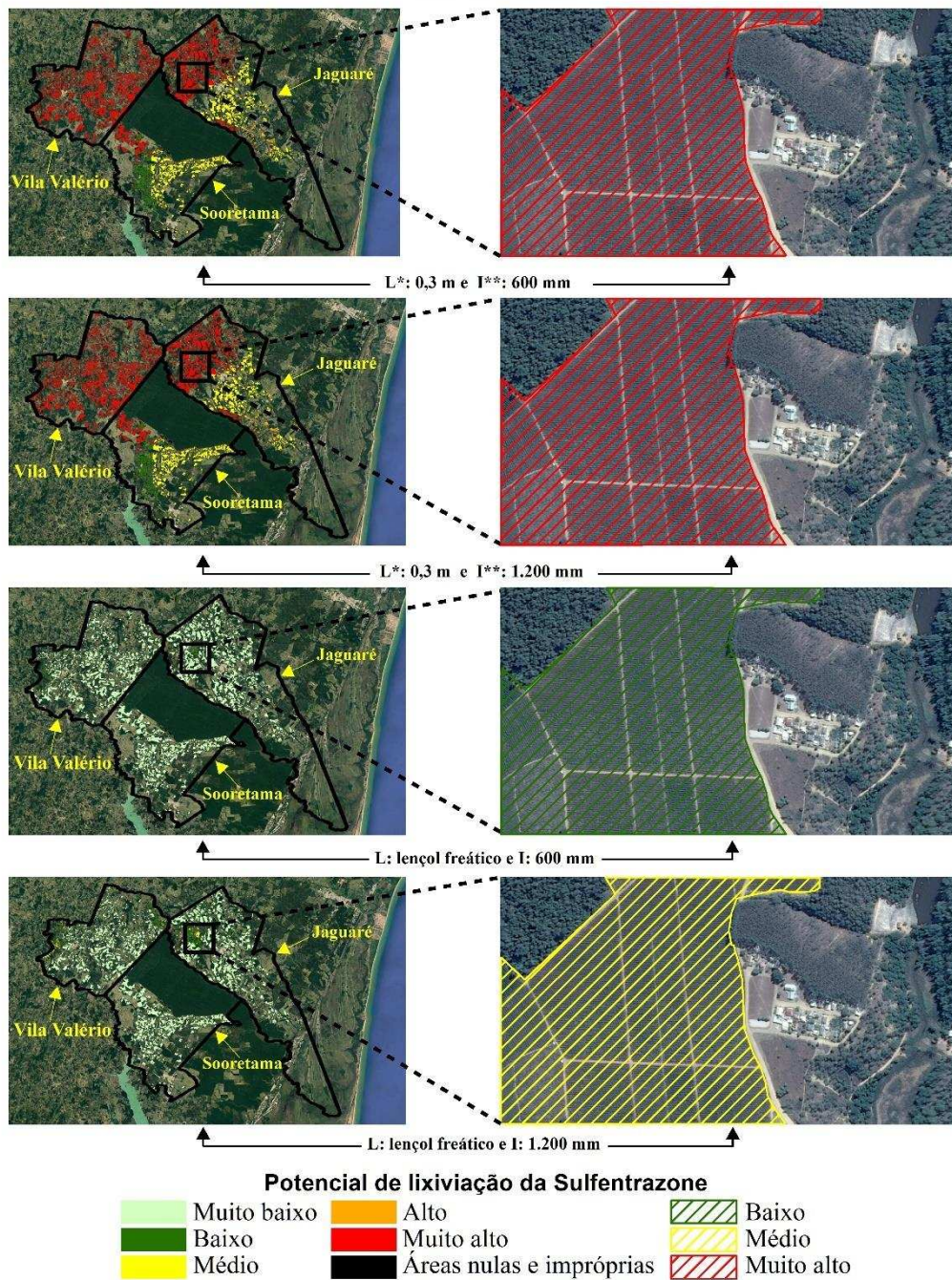


Figura 32. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para uma área de estudo ampliada cultivada com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para o município de Jaguaré, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

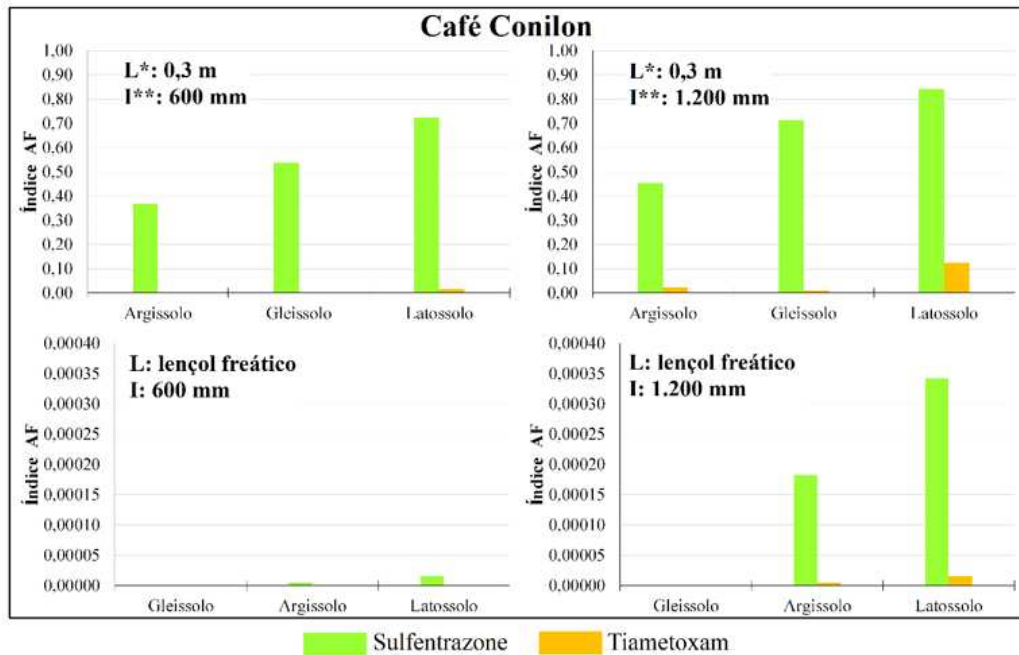


Figura 33. Índice AF em relação aos tipos de solo dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) para os municípios de Jaguaré, Vila Valério e Sooretama, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

4.4.2. Avaliação do risco de lixiviação dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam nas áreas cultivadas com café arábica (*Coffea arabica* L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Iúna empregando o método RF/AF

O fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (*Coffea arabica* L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Iúna, ES, é apresentado nas Figura 34 e 36. Para as áreas cultivadas com café arábica na profundidade do sistema radicular de 0,3 m, ao simular as lâminas de irrigação de 600 e 1.200 mm, o município de Ibatiba apresentou a classe potencial de lixiviação muito alto equivalente a 99,25 % (92,69 km²), seguido dos municípios de Iúna (99,13 % = 127,66 km²) e Brejetuba (97,85 % = 112,12 km²). Para a profundidade a nível do lençol freático, para ambas as lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), os três municípios apresentaram áreas com potencial de lixiviação médio.

Entretanto, o município de Lúna apresentou, para ambas as lâminas de irrigação, áreas com potencial de lixiviação alto ($0,01\% = 0,01\text{ km}^2$).

Nas Figuras 35 e 36 são apresentadas a avaliação do fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam para as áreas cultivadas com café arábica (*Coffea arabica* L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna, ES. Para as áreas cultivadas com café arábica na profundidade do sistema radicular de 0,3 m, ao simular as lâminas de irrigação de 600 e 1.200 mm, o município de Ibatiba apresentou a classe potencial de lixiviação muito alto equivalente a $2,07\%$ ($1,93\text{ km}^2$), seguido dos municípios de Lúna ($0,80\% = 1,04\text{ km}^2$) e Brejetuba ($0,05\% = 0,06\text{ km}^2$). Para a profundidade a nível do lençol freático, para ambas as lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), os três municípios apresentaram apenas áreas com potencial de lixiviação muito baixo.

A distribuição espacial do fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para uma área de estudo ampliada cultivada com café arábica para o município de Lúna, ES, é apresentada na Figura 37. Considerando a profundidade do sistema radicular de 0,3 m, para ambas as lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), a área de estudo apresentou a classe potencial de lixiviação muito alto. Porém, na profundidade a nível do lençol freático, para ambas as lâminas de irrigação (600 e 1.200 mm), a área de estudo apresentou a classe potencial de lixiviação muito baixo, baixo e médio.

De acordo com o levantamento de tipos de solos dos municípios de Brejetuba, Ibatiba e Lúna, predominam nessas áreas os solos classificados como Argissolo, Cambissolo, Latossolo e Neossolo litólico que foram confrontados com o índice AF considerando os princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado nas áreas cultivadas com café arábica (Figura 38). De acordo com os resultados, observa-se que o solo que apresentou os maiores valores de lixiviação foi o Neossolo litólico, seguido do Latossolo, Cambissolo e Argissolo. Dentre os solos avaliados, o Neossolo litólico é aquele que apresenta o menor valor de carbono orgânico correspondente a $0,0024\text{ g g}^{-1}$, seguido do Latossolo ($0,0194\text{ g g}^{-1}$), Argissolo ($0,0263\text{ g g}^{-1}$) e Cambissolo ($0,0296\text{ g g}^{-1}$). No entanto, o Argissolo, mesmo apresentando menor valor de carbono orgânico em relação ao Cambissolo, este apresenta menores valores

de lixiviação devido, principalmente, a sua maior porosidade e menor capacidade de campo (Tabela 9).

Além do Neossolo litólico apresentar baixo valor de carbono orgânico e valores elevados de lixiviação, este tipo de solo geralmente é mais arenoso, apresentando fragmentos de rochas e cascalhos em seu corpo ou à sua superfície e estão associados aos relevos ondulado e fortemente ondulado, com declividades acentuadas, característico da região serrana do estado do Espírito Santo produtora de café arábica. Sendo assim estes resultados corroboram com aqueles encontrados por Alho, Júnior e Campos (2007) que realizaram uma caracterização física, química e mineralógica de Neossolos litólicos de diferentes materiais de origem para o a região de Jaboticabal, SP.

4.4.3. Síntese comportamental das características edáficas, climáticas e ambientais que favorecem a lixiviação de agrotóxicos nas áreas cultivadas com café para os principais municípios produtores do estado do Espírito Santo

O tipo de solo Latossolo está presente tanto nos municípios produtores de café conilon (Jaguaré, Vila Valério e Sooretama) como nos municípios produtores de café arábica (Brejetuba, Ibatiba e Iúna). Logo, suas características gerais como boa drenagem, baixo teor de matéria orgânica e a baixa declividade favorecem a percolação dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam, contribuindo para aumentar o risco de contaminação de águas subterrâneas nas áreas plantadas com café.

Nas áreas mais declivosas, comuns nos municípios produtores de café arábica do estado do Espírito Santo, o escoamento superficial (que apresenta uma relação inversa à percolação) pode contribuir significativamente para a contaminação de lagos e rios, principalmente, quando estas áreas encontram-se próximas de plantações que necessitam de água para irrigação, além da aplicação de agrotóxicos para controle de plantas daninhas, pragas e doenças.

As condições climáticas do estado do Espírito Santo são fundamentais para a maior ou menor lixiviação de agrotóxicos. Mesmo sabendo que temperaturas elevadas, características do meses de novembro, dezembro,

janeiro e fevereiro (SANTOS, 2015) podem contribuir para a maior degradação dos princípios ativos (ANDRADE et al., 2011), deve-se redobrar a atenção para a aplicação de agrotóxicos justamente nestes meses, representativos do período chuvoso do Estado, visto que, a precipitação pluvial favorece a lixiviação de agrotóxicos no solo (SPADOTTO; GOMES, 2017).

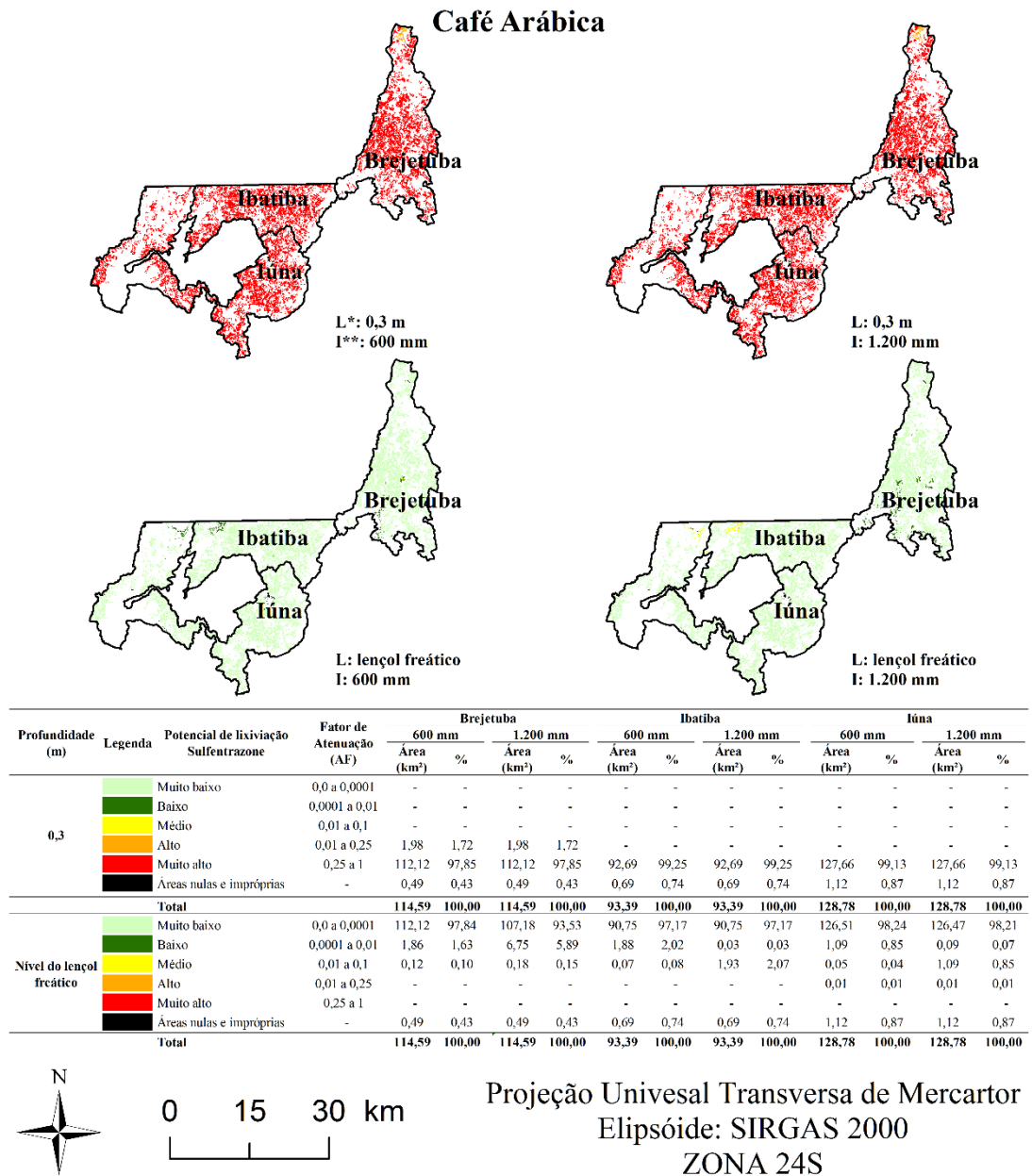


Figura 34. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulentrazone avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (*Coffea arabica* L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Iúna, ES.

* L: Profundade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

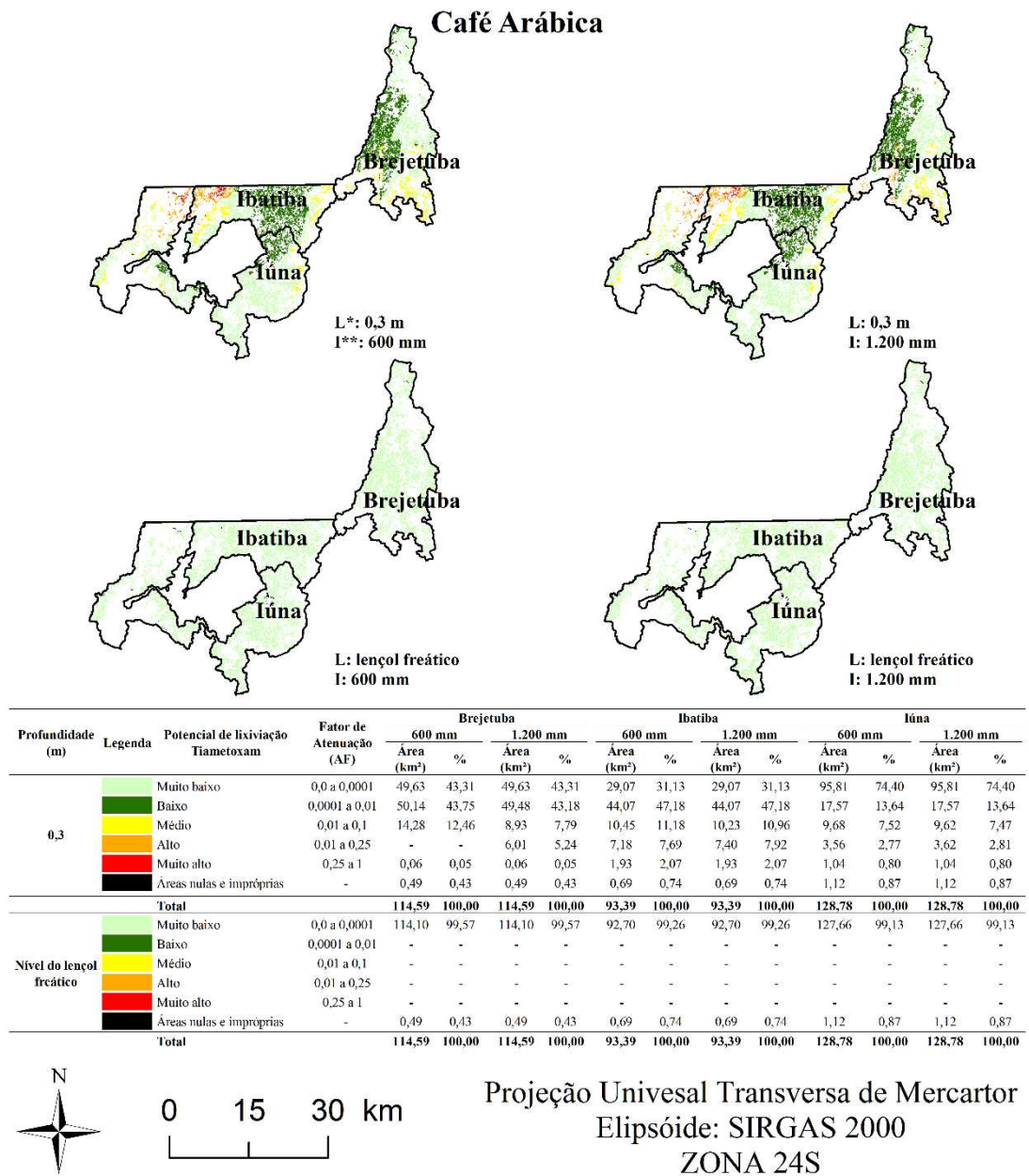


Figura 35. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (*Coffea arabica* L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Iúna, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

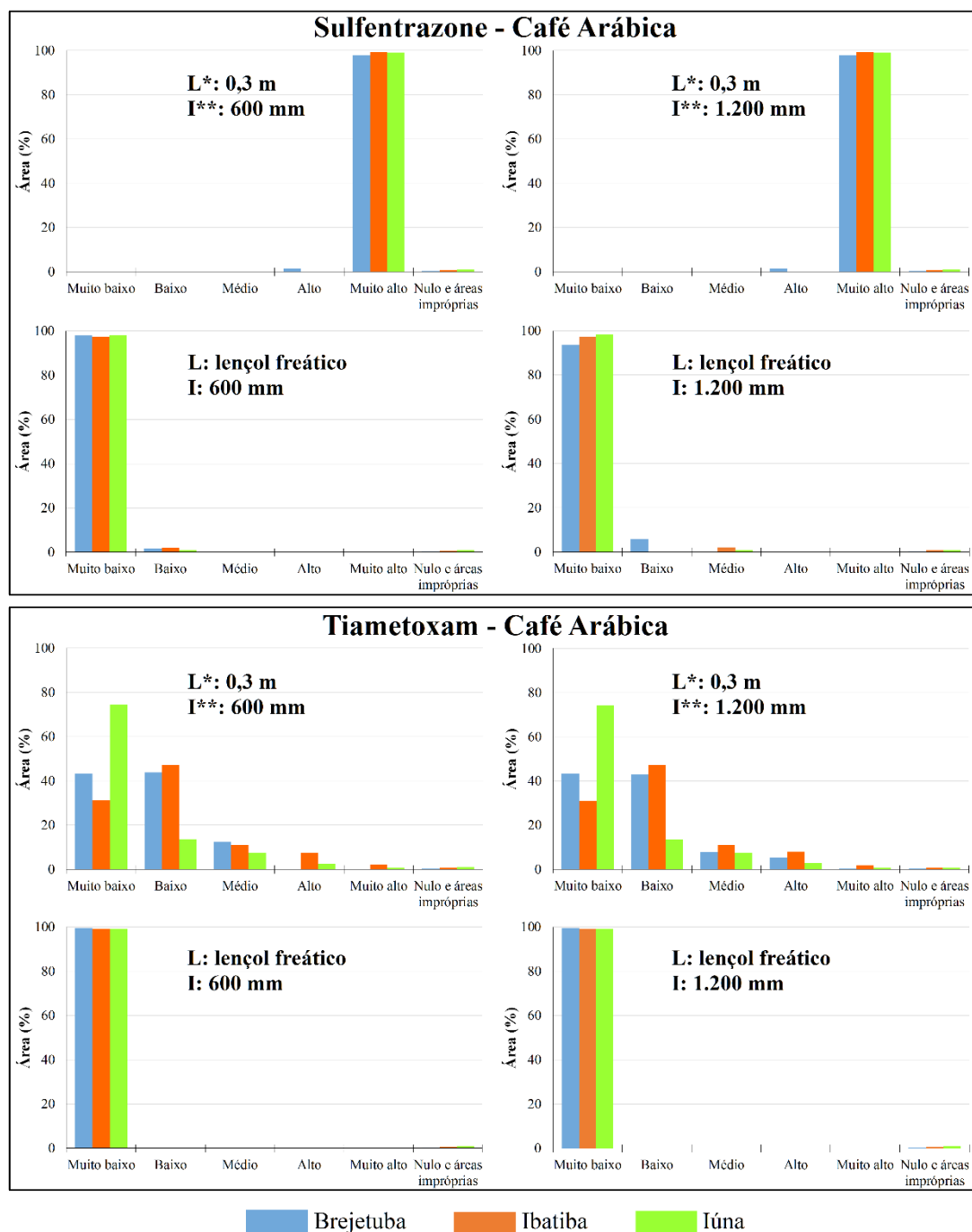


Figura 36. Fator de atenuação (AF) dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliado para as áreas cultivadas com café arábica (*Coffea arabica* L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Iúna, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

Café Arábica

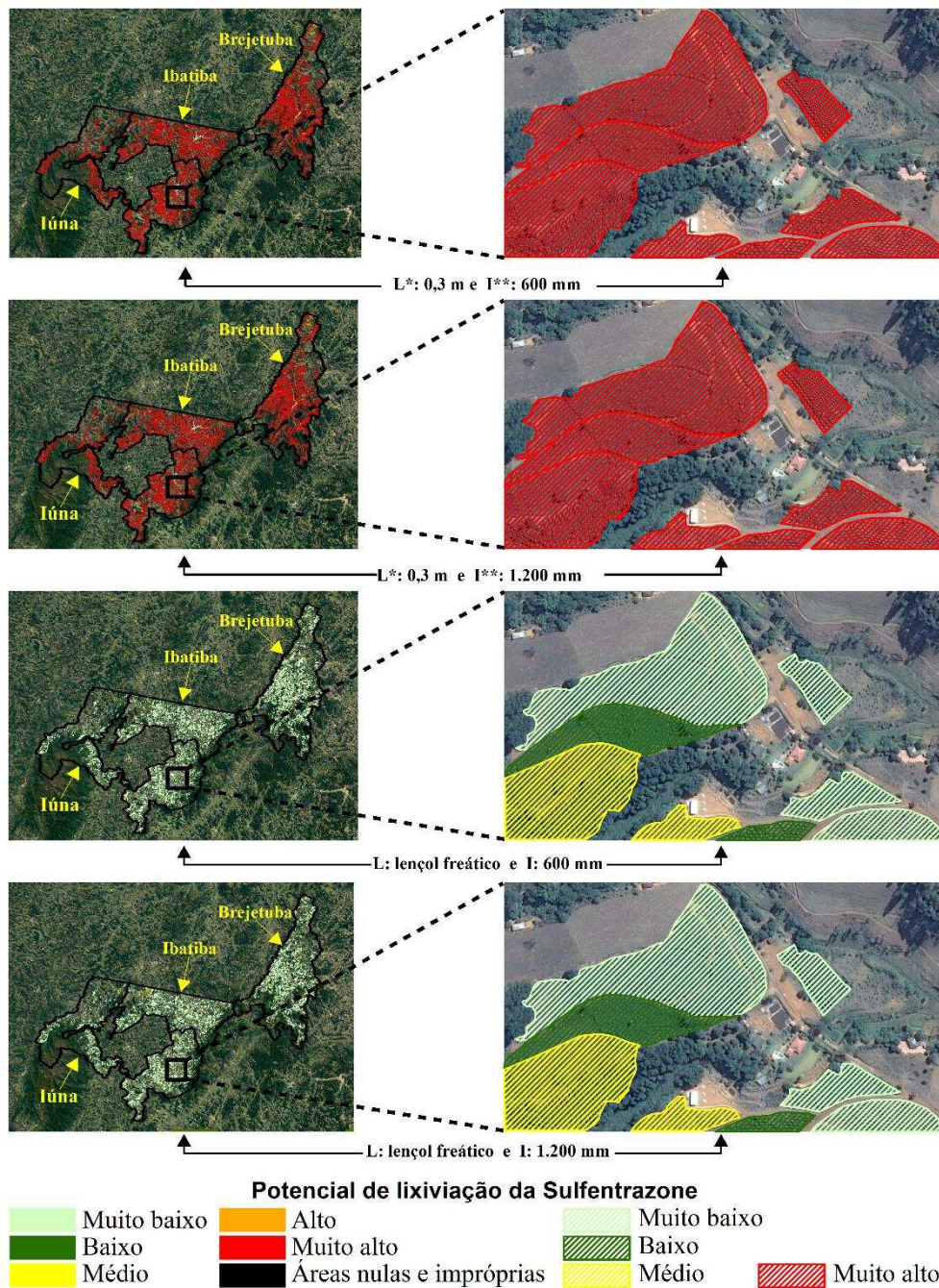


Figura 37. Fator de atenuação (AF) do princípio ativo Sulfentrazone avaliado para uma área de estudo ampliada cultivada com café arábica (*Coffea arabica* L.) para o município de Iúna, ES.

* L: Profundidade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

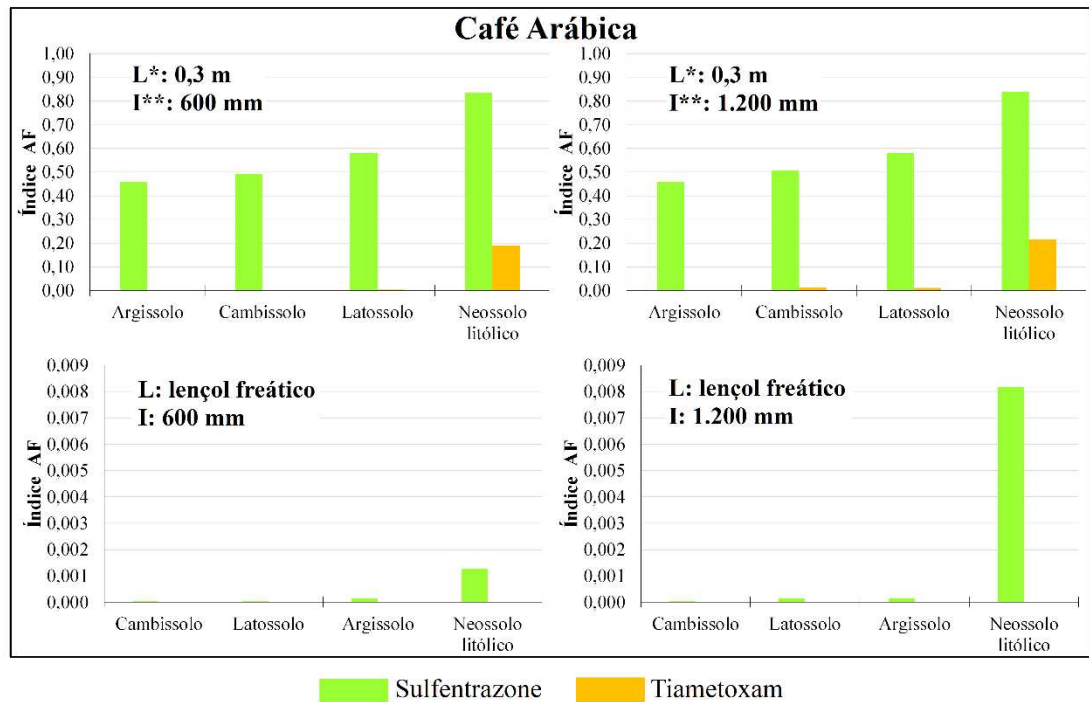


Figura 38. Índice AF em relação aos tipos de solo dos princípios ativos Sulfentrazone e Tiametoxam avaliados para as áreas cultivadas com café arábica (*Coffea arabica* L.) para os municípios de Brejetuba, Ibatiba e Iúna, ES.

* L: Profundade do lençol freático e ** I: Lâmina de irrigação.

Fonte: Elaborado pela autora.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o estudo foi conduzido, as análises dos resultados permitiram concluir que é possível avaliar o risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de aptidão edafoclimáticas para a cultura do café conilon e arábica em solos tropicais utilizando técnicas de Sistemas de Informações Geográficas.

Dos dez princípios ativos utilizados para a espacialização do fator de atenuação (AF), cinco (clorpirifós, glifosato, paraquat, pendimetalina e terbufós) apresentaram muito baixo potencial de lixiviação. Os demais princípios ativos (2,4-D, diuron, sulfentrazone, tebuconazol e tiametoxam) indicaram valores representativos para as classes variando de muito baixo a muito alto potencial de lixiviação com destaque para o sulfentrazone e tiametoxam que apresentaram potencial lixiviação a nível de lençol freático.

Os resultados apresentados fornecem informações valiosas para o diagnóstico, planejamento, gerenciamento e controle da contaminação dos solos e do lençol freático por agrotóxicos.

Este estudo representou uma inovação geotecnológica e multidisciplinar caracterizada pela integração harmônica da Agroquímica, Agrometeorologia e Sistemas de Informações Geográficas norteando a avaliação do risco de lixiviação de agrotóxicos em áreas de aptidão edafoclimática para culturas agrícolas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIC, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ). **Produção Mundial de Café**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=48#2810>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology 5th Edition**. San Diego, CA: Academic Press, 2005.

AHMED, A. A. Using Generic and Pesticide DRASTIC GIS-based models for vulnerability assessment of the Quaternary aquifer at Sohag, Egypt. **Hydrogeology Journal**, v. 17, n. 5, p. 1203–1217, 2009.

ALHO, D. R.; JÚNIOR, J. M.; CAMPOS, M. C. C. Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem. **Revista Brasileira de**, v. 2, n. 2, p. 117–122, 2007.

ALLER, L. et al. **DRASTIC: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings**Epa-600/2-87-035, 1987.

ALVEZ, I. M. et al. **Determinação da densidade relativa do solo sob sistema de pastejo**. Campo Grande, MS: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.sbea.org.br/conbea/2014/anais/R0522-2.pdf>>.

AMÉRICO, J. H. P. et al. O USO DE AGROTÓXICOS E OS IMPACTOS NOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 8, n. 13, 15 nov. 2015.

ANDRADE, A. S. et al. Análise de risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em municípios do Alto Paranaíba - MG. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1129–1135, 2011.

ANVISA. **Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária - SNVS. Portaria nº 03, de 16 de janeiro de 1992.** Brasília, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasil, 1992.

ARES, J. O.; DEL VALLE, H. F.; OLINUCK, J. A. Exploring improved pesticide management in sub-tropical environments with GIS-supported fate modeling. **Agricultural Systems**, v. 91, n. 3, p. 189–210, 2006.

ARONOFF, S. **Geographic information systems: a management perspective.** Ottawa, Canada: WDL Publications, 1989.

ASPIAZÚ, C.; BRITES, R. S. **SIGs. Sistemas de informações geográficas: conceituação e importância.** Viçosa, MG.: UFV/SIF (Boletim técnico, 2), 1989.

ASSIS, E. C. et al. Sorption and desorption of picloram in soils under pastures in Brazil | Sorção e Dessorção do Picloram em Solos Cultivados com Pastagens no Brasil. **Planta Daninha**, v. 29, n. 4, p. 893–899, 2011.

AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. **Fundamentals of Remote Sensing and airphoto to Interpretation.** 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

AZEVEDO, D. A. et al. **Monitoring of priority pesticides and other organic pollutants in river water from Portugal by gas chromatography-mass spectrometry and liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry.** Journal of Chromatography A. **Anais...2000**

BACHEGA, T. F. et al. Lixiviação de sulfentrazone e amicarbazone em colunas de solo com adição de óleo mineral. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 363–370, jun. 2009.

BALDERACCHI, M. et al. The effect of crop rotation on pesticide leaching in a regional pesticide risk assessment. **Environmental Science and Technology**, v. 42, n. 21, p. 8000–8006, 2008.

BARRIUSO, E. et al. Sorption of atrazine, terbutryn and 2,4-D herbicides in two Brazilian Oxisols. **Geoderma**, v. 53, n. 1–2, p. 155–167, maio 1992.

BELING, R. R. et al. **Anuário brasileiro do café 2005.** Santa Cruz do Sul, RS: Gazeta Santa Cruz, 2005.

BERTOL, I. et al. Propriedades Físicas do Solo Sob Preparo Convencional e Semeadura Direta em Rotação e Sucessão de Culturas, Comparadas às do Campo Nativo. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 28, n. 1, p. 155–163, 2004.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; PUPO, E. I. H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **Biológico**, v. 48, n. 1, p. 9–20, 1982.

BONUMÁ, N. B. et al. **Determinação de propriedades físicas do solo com**

base para a modelagem da dinâmica da água no solo. VII Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo. **Anais...**Santa Maria, RS: UFSM, 2010Disponível em: <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Resumos/VIIIRSB_20.pdf>

BOZZO, S. et al. Spatial and temporal trend of groundwater contamination from terbuthylazine and desethyl-terbuthylazine in the Lombardy Region (Italy). **Environmental science. Processes & impacts**, v. 15, n. 2, p. 366–372, 2013.

BRAGANÇA, R. **Mapeamento da área plantada e impactos das mudanças climáticas no zoneamento agroclimatológico para as culturas do café conilon (Coffea canephora Pierre ex Froehner) e arábica (Coffea arabica L.) no estado do Espírito Santo.** Campos dos Goytacazes, RJ: Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Norte Fluminense, 2012.

BRASIL, 2005. **Decreto nº 5.334 de 6 de janeiro de 2005**Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.Brasília, DF, Brasil, 2005. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/legislacao/ndecreto_5334_06jan2005.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2016

BRASIL, L. F. 7. 80. DE 11/07/89. **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 c**Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.Brasília, DF, Brasil, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm>

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment.** Oxford: Oxford University Press, 1986.

CARTER, J. R. On defining the geographic information System. In: **Fundamentals of geographical information system: a compendium.** Falls Church, Virginia: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1989. p. 248.

CHAPLAIN, V. et al. Soil hydrophobicity: a contribution of diuron sorption experiments. **European Journal of Soil Science**, v. 59, n. 6, p. 1202–1208, dez. 2008.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Principles and methods in coffea plant breeding: Coffea canephora Pierre. In: **Coffea: Agronomy.** London, UK: Elsevier Applied Science, 1988. p. 167–195.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**São Paulo, SPTeejet, , 1999.

COCKSHULL, K. E. CROP ENVIRONMENTS. **Acta Horticulturae**, n. 312, p. 77–86, jul. 1992.

COELHO, J. B. M. et al. Efeito do polímero hidratassolo sobre propriedades físico-hídricas de três solos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 3, n. 3, p. 253–259, 26 out. 2008.

COHEN, S. Z. et al. **Pesticides report 35. Offsite transport of pesticides in water: Mathematical models of pesticide leaching and runoff (Technical Report)** Pure and Applied Chemistry, 1995.

CONAB, (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Acompanhamento da safra brasileira: café. Safra 2016, Quarto levantamento**. Brasília, DF: CONAB, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_27_16_26_51_boletim_cafe_portugues_-_4o_lev_-_dez.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2016.

CONNELL, L. D.; VAN DEN DAELE, G. A quantitative approach to aquifer vulnerability mapping. **Journal of Hydrology**, v. 276, n. 1–4, p. 71–88, 2003.

COSTA, A. C. **Geoestatística: motivação e conceitos básicos** Recife, PE Universidade Federal de Pernambuco (Notas de aula), , 2009. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/Costa_Geostatistics_UFPE.pdf>

COSTA, A. G. F. et al. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 203–210, 2007.

COSTA, J. N. M. et al. **Em, Principais Pragas do Cafeeiro em Rondônia: Características, Infestação e Controle** Porto Velho, RO EMBRAPA Rondônia, , 2002. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/70849/1/0000003287-CT59-lagartadoscafezais.pdf>>

COUTINHO, H. L. C. et al. **Análise espacial do potencial de lixiviação de herbicidas em áreas de recarga do aquífero Guarani na Alta Bacia do rio Taquari, MS**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS : What Are the Differences ? **Engineering**, v. 54, n. 11, p. 1551–1555, 1988.

CRESSIE, N. **Statistics for Spatial Data**. New York, EUA: John Wiley and Sons, 1991.

DE MATTOS, L. M.; DA SILVA, E. F. INFLUÊNCIA DAS PROPRIEDADES DE SOLOS E DE PESTICIDAS NO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE SOLOS E ÁGUAS SUBTERRÂNEAS *. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 9, 31 dez. 1999.

DEUKER, K. J. Land resource information systems: a review of fifteen years experience. **geo-Processing**, v. 1, p. 105–128, 1979.

DEVINE, A. A.; FIELD, R. C. The gist of GIS. **Journal of Forestry**, p. 17–22, 1986.

DI GUARDO, A.; FINIZIO, A. A client-server software for the identification of groundwater vulnerability to pesticides at regional level. **Science of the Total Environment**, v. 530–531, p. 247–256, 2015.

EMBRAPA, E. B. DE P. A. **Doenças do cafeeiro**. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/folder_doencascafeeiro.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2017.

FASSIO, L. H.; SILVA, A. E. S. Importância econômica e social do café conilon. In: **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 35–50.

FERERES, E. et al. Continuous trunk diameter recording can reveal water stress in peach trees. **California Agriculture**, v. 53, n. 4, p. 21–25, 1999.

FERRÃO, M. A. G. et al. Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora*. In: **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 65–92.

FERRÃO, R. G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café conilon**. Viçosa, MG.: Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, 2004.

FICCDC, T. W. G. **A process for evaluating geographic information systems**. [s.l.] Technical report 1, USGS open-file report, 1988.

FILIZOLA, H. F. et al. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaíra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 659–667, maio 2002.

FONTES, J. R. . A. et al. **Manejo integrado de plantas daninhas** Planaltina, DF Embrapa Cerrados, , 2003. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/download/327/t>>

FORNAZIER, M. J. et al. Pragas do café conilon. In: **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 405–450.

FREITAS, M. A. M. et al. Sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solo determinada por bioensaios. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 385–392, jun. 2014.

FUNARI, E.; VIGHI, M. **Pesticide Risk in Groundwater**. Milan, Italy: Lewis Publishers, 1995.

GARCIA, E. G. **Avaliação dos consequências da “lei dos agrotóxicos” nas intoxicações e nas classificações toxicológicas e da pontencial de periculosidade ambiental no periodo de 1990 a 2000**. São Paulo, SP: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2001.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A. **Subsídio à avaliação de risco ambiental de agrotóxicos em solos agrícolas brasileiros** Jaguariúna, SP Embrapa Meio Ambiente, , 2004. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Comunicado_11ID-

FN3ZUT3zGe.pdf>

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTTE, V. L. OCORRÊNCIA DO HERBICIDA TEBUTHIURON NA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA MICROBACIA DO CÓRREGO ESPRAIADO, RIBEIRÃO PRETO - SP. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 11, 31 dez. 2001.

GOODCHILD, M. F. **Spatial analysis with GIS: Problems and prospects GIS/LIS**. The Inforum Atlanta. **Anais...**Georgia: 1991

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: A simple method for assessing pesticide leachability. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 8, n. 4, p. 339–357, 1989.

GUZZELLA, L.; POZZONI, F.; GIULIANO, G. Herbicide contamination of surficial groundwater in Northern Italy. **Environmental Pollution**, v. 142, n. 2, p. 344–353, 2006.

HALL, K. E. et al. Pesticide sorption and leaching potential on three Hawaiian soils. **Journal of Environmental Management**, v. 159, p. 227–234, 2015.

HALLBERG, G. R. Pesticides pollution of groundwater in the humid United States. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 26, n. 3–4, p. 299–367, 1989.

HILDEBRANDT, A. et al. Impact of pesticides used in agriculture and vineyards to surface and groundwater quality (North Spain). **Water Research**, v. 42, n. 13, p. 3315–3326, 2008.

HILLER, E.; KRASCENITS, Z.; ČERŇANSKÝ, S. Sorption of acetochlor, atrazine, 2,4-D, chlorotoluron, MCPA, and trifluralin in six soils from Slovakia. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 80, n. 5, p. 412–416, 2008.

HOLMAN, I. P. et al. Using a linked soil model emulator and unsaturated zone leaching model to account for preferential flow when assessing the spatially distributed risk of pesticide leaching to groundwater in England and Wales. **Science of the Total Environment**, v. 318, n. 1–3, p. 73–88, 2004.

IBAMA. **Portaria Normativa nº84, de 15 de outubro de 1996**, 1996.

IUPAC. **Pesticide Properties Database (PPDB)**. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

KHAN, M. A.; LIANG, T. Mapping pesticide contamination potential. **Environmental Management**, v. 13, n. 2, p. 233–242, mar. 1989.

KOBAIASHI, E. S. **Consumo de água e produtividade de cafeeiros arábica na região de Mococa, SP**. [s.l.] Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2007.

KOSKINEN, W. C.; HARPER, S. S. The retention process: mechanisms. In:

Pesticides in the Soil Environment: Processes, Impacts and Modeling. Madison, WI: Soil Science Society of America, 1990. p. 51–78.

LAABS, V. et al. Fate of Pesticides in Tropical Soils of Brazil under Field Conditions. **Journal of Environment Quality**, v. 31, n. 1, p. 256, 2002.

LANCHOTE, V. L. et al. HPLC Screening and GC-MS Confirmation of Triazine Herbicides Residues in Drinking Water from Sugar Cane Area in Brazil. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 118, n. 3/4, p. 329–338, 2000.

LANDGRAF, M. D.; SILVA, S. C.; REZENDE, M. O. O. Mechanism of metribuzin herbicide sorption by humic acid samples from peat and vermicompost. **Analytica Chimica Acta**, v. 368, n. 1–2, p. 155–164, jul. 1998.

LANDIM, P. M. B. Sobre geoestatística e mapas. **Terra e Didática**, v. 2, n. 1, p. 19–33, 2006.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J. B. Comportamento de pesticidas em solos: fundamentos. In: **Tópicos especiais em ciência do solo**. 3. ed. Viçosa, MG.: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 335–400.

LEISTRA, M.; BOESTEN, J. J. T. I. Pesticide contamination of groundwater in western Europe. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 26, n. 3–4, p. 369–389, 1989.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006.

LOURENCETTI, C. et al. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR PESTICIDAS: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE PREVISÃO DE LIXIVIAÇÃO. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 15, 31 dez. 2005.

LUPPI, A. S. L. **Potencial agroclimático para o desenvolvimento da cultura do cafeeiro no estado do Espírito Santo**. Viçosa, MG.: Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2014.

MAGALHÃES, C. A. DE S. et al. Sorção e lixiviação de tiametoxam em solos tratados com lodo de esgoto e cultivados com cafeeiro. **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 871–875, 2012.

MANRIQUE, L. A. Greenhouse crops: A review. **Journal of Plant Nutrition**, v. 16, n. 12, p. 2411–2477, dez. 1993.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação princípios e métodos**. Viçosa, MG.: UFV, 2007.

MAPA, (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. E A. **Café**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 12 out. 2016.

MAPA, (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. E A. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático: Instrumento de Gestão de Risco Utilizado pelo Seguro Agrícola do Brasil.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneamento_agricola_000fl7v6vox02wyiv80ispccruh04mek.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2017.

MATALLO, M. B. et al. LIXIVIAÇÃO DOS HERBICIDAS TEBUTIURON E DIURON EM COLUNAS DE SOLO. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 13, 31 dez. 2003.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo, SP: Globo, 1991.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações.** Rio de Janeiro, RJ: Fundação Procafé, 2002.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal, SP: Funep, 1990.

MAZZINI, P. L. F.; SCHETTINI, C. A. F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quase-sinóticos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 1, p. 53, 17 jul. 2009.

MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos alvos naturais.** Brasília, DF: [s.n.].

MIRANDA, E. E. **Brasil em Relevo.** Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

MORAES, D. A. DE C. **ESPACIALIZAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA POR DEFENSIVOS AGRÍCOLAS.** [s.l.] Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 4. ed. Viçosa, MG.: UFV, 2011.

NICHOLLS, P. H.; EVANS, A. A. Sorption of ionisable organic compounds by field soils. Part 1: Acids. **Pesticide Science**, v. 33, n. 3, p. 319–330, 1991.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto, Aplicações Básicas.** [s.l.] Edgard Blucher, 1998.

OLIVEIRA, L. F. C. et al. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1186–1192, 2010.

OLIVEIRA, S. C.; NETO, P. S. N.; ZAMBOLIM, L. **Grade de agroquímicos para a cultura do café - Herbicidas.** Disponível em: <http://www.prointegrada.ufv.br/cafe/doc/grade_agroq_herbicidas.pdf>.

OLIVEIRA, S. C.; NETO, P. S. N.; ZAMBOLIM, L. **Grade de Agroquímicos**

para a Cultura do Café - Inseticidas. Disponível em: <http://www.prointegrada.ufv.br/cafe/doc/grade_agroq_inseticidas.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2016b.

OLIVEIRA, S. C.; NETO, P. S. N.; ZAMBOLIM, L. **Grade de Agroquímicos para a Cultura do Café - Fungicidas.** Disponível em: <www.prointegrada.ufv.br/cafe/doc/grade_agroq_fungicidas.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2017c.

OMENA, M. . **Conjunto de ferramentas computacionais para análises agroclimáticas.** Campos dos Goytacazes, RJ: Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2014.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal.** São Paulo, SP: Agronômica Ceres Ltda, 1981.

PARAHYBA, R. B. V. **Geoambientes, litotoposequências e características físico-hídricas de solos arenosos da bacia do Tucano, Bahia.** Recife, PE: Tese de Doutorado (Programa de Pós Graduação em Geografia) Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

PARAÍBA, L. C. et al. Evaluation of soil temperature effect on herbicide leaching potential into groundwater in the Brazilian Cerrado. **Chemosphere**, v. 53, n. 9, p. 1087–1095, dez. 2003.

PAZ, J. M.; RUBIO, J. L. Application of a GIS-AF/RF model to assess the risk of herbicide leaching in a citrus-growing area of the Valencia Community, Spain. **Science of the Total Environment**, v. 371, n. 1–3, p. 44–54, 2006.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia – Fundamentos e aplicações práticas.** Porto Alegre, RS: Guaíba Agropecuária, 2002.

PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B. **Manejo integrado de doenças em hortaliças** Embrapa, , 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91507/1/Manejo-integrado-de-doencas-em-Hortalicas.pdf>>

PERES, F. et al. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 10, p. 27–37, 2005.

PESSOA, M. C. P. Y. et al. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE EXPOSIÇÃO AO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELOS HERBICIDAS ATRAZINA, DIURON E TEBUTIURON. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 13, 31 dez. 2003.

PESSOA, M. C. P. Y. et al. **Software AGROSCRE - apoio à avaliação de tendências de transporte de princípios ativos de agrotóxicos** Jaguariúna, SPEmbrapa: Meio Ambiente, , 2004. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5802/1/boletim_26.pdf>

PETTER, F. A. et al. Sorption and desorption of diuron in Oxisol under biochar application. **Bragantia**, v. 75, n. 4, p. 487–496, dez. 2016.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Zoneamento agroclimático. In: **Agrometeorologia: aplicações para o Espírito Santo**. Alegre: CAUFES, 2012. p. 99–134.

PIRES, D. X.; CALDAS, E. D.; RECENA, M. C. [Pesticide use and suicide in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil]. **Cad Saude Publica**, v. 21, n. 2, p. 598–605, 2005.

Plantas daninhas on line. Disponível em: <<http://www.plantasdaninhasonline.com.br/>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

PORTUGAL, A. F. et al. ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE UM CAMBISSOLO HÁPLICO Tb DISTRÓFICO SOB DIFERENTES USOS NA ZONA DA MATA MINEIRA. **Revista brasi**, v. 32, n. 3, p. 249–258, 2008.

RAO, P. S. C.; HORNSBY, A. G.; JESSUP, R. E. Indices for ranking the potential for pesticide contamination of groundwater. **Proc. Soil Crop Sci. Soc. Fla**, v. 44, p. 1–8, 1985.

REEMTSMA, T.; ALDER, L.; BANASIAK, U. Emerging pesticide metabolites in groundwater and surface water as determined by the application of a multimethod for 150 pesticide metabolites. **Water Research**, v. 47, n. 15, p. 5535–5545, 2013.

RENA, A. B. et al. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986.

RIBEIRO FILHO, M. R. et al. **Guia de excursão pedológica do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: solos da zona da mata de Pernambuco**. Recife, PE: Embrapa Solos, 2005 Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89700/1/doc72-2005-guia-excursao-pedologicaxxx.pdf>>

RIBEIRO JR., J. I. **Análises estatísticas no Excel: guia prático**. Viçosa, MG.: UFV, 2011.

ROCHA, M. A. M. Manejo de plantas daninhas. In: **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 391–404.

ROCHA, M. A. M.; NETTO, A. M. **Avaliação da resistência a herbicidas em mudas de café conilon, submetidas a tratamentos em pós emergência, em condições de viveiro**. Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras. **Anais...Caxambu: Resumos**, 2002

ROCHA, M. A. M.; NETTO, A. M.; PACHECO, A. C. **Interpretação da distribuição das plantas daninhas na cultura do café conilon no estado do Espírito Santo, em função da efluência dos fatores ambientais**. Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras. **Anais...Caxambu: Resumos**,

2002

ROCHA, P. R. . et al. Sorção e dessorção do diuron em quatro latossolos brasileiros. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 231–238, mar. 2013.

RODRIGUES, S. B. S. et al. **Avaliação do efeito de diferentes dosagens de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produtividade de cafeeiros na região de Viçosa - MG**. Anais do IV Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...**Londrina, PR: Embrapa Café, 2005Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio4/p296.pdf>

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. **Balço hídrico normal por Thornthwaite e Mather (1955)**Piracicaba, SPDCE - ESALQ/USP, , 2014. Disponível em: <ftp://ftp.feis.unesp.br/agr/ftp/bh_aula_sentelhas.xls>

ROSSI, C. V. S. et al. Mobilidade do sulfentrazone no perfil de classes de solos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 1, p. 65, 10 abr. 2005.

SABIK, H.; JEANNOT, R.; RONDEAU, B. Multiresidue methods using solid-phase extraction techniques for monitoring priority pesticides, including triazines and degradation products, in ground and surface waters. **Journal of Chromatography A**, v. 885, n. 1–2, p. 217–236, jul. 2000.

SANCHES, S. M. et al. PESTICIDAS E SEUS RESPECTIVOS RISCOS ASSOCIADOS À CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 13, 31 dez. 2003.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A. L. T.; FERNANDES, D. R. **Irrigação na cultura do café**. 2. ed. Uberaba, MG: O Lutador, 2008.

SANTOS, A. R. **Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon (*Coffea canephora* L.) e arábica (*Coffea arabica* L.), na bacia do rio Itapemirim, ES**. Viçosa, MG.: Dissertação. (Mestrado em Meteorologia Agrícola), 1999.

SANTOS, A. R. et al. **Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais**. Alegre, ES: CAUFES, 2012.

SANTOS, A. R. et al. **ARCGIS 10.2.2 passo a passo: elaborando meu primeiro mapeamento**. Alegre, ES: CAUFES, 2014a.

SANTOS, A. R. et al. **Sensoriamento Remoto no ArcGIS 10.2.2 passo a passo: processamento de imagens orbitais**. Alegre, ES: CAUFES, 2014b.

SANTOS, A. R. et al. **ARCGIS 10.2.2 passo a passo: fotointerpretação e edição de dados espaciais**. Alegre, ES: CAUFES, 2014c.

SANTOS, A. R. et al. **Zoneamento Agroclimático no ArcGIS 10.3.1 Passo a Passo**. Alegre: CAUFES, 2015.

SANTOS, A. R. **Espacialização de Dados Meteorológicos no ArcGIS 10 .**

3 Passo a Passo Alegre - ES. Alegre, ES: CAUFES, 2015.

SANTOS, G. M. A. D. A. **Agrotóxicos em frutos de tomate no Estado do Espírito Santo.** Vila Velha, ES.: Universidade de Vila Velha. Dissertação apresentada a Universidade de Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas., 2012.

SANTOS, G. M. A. D. A. et al. GIS applied to agr climatological zoning and agrotoxin residue monitoring in tomatoes: A case study in Esp??rito Santo state, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 166, p. 429–439, jan. 2016.

SANTOS, J. C. F. et al. **Manejo integrado das plantas infestantes no cafezal**Porto Velho, ROEmbrapa Café, , 2004. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72104/1/0000004037-ct69-cafe.pdf>>

SANTOS, V. E. et al. Análise do setor de produção e processamento de café em Minas Gerais: Uma abordagem matriz insumo-produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 2, p. 363–388, 2009.

SCHEER, M. B.; CURCIO, G. R.; RODERJAN, C. V. Funcionalidades ambientais de solos altomontanos na Serra da Igreja, Paraná. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1113–1126, 2011.

SCHMIDT, M. L. G.; GODINHO, P. H. Um breve estudo acerca do cotidiano do trabalho de produtores rurais: intoxicações por agrotóxicos e subnotificação. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 31, n. 113, p. 27–40, 2006.

SCHMIDT, T. D.; SALTON, J. C.; SCORZA JÚNIOR, R. P. Sorção e dessorção de tiametoxam e atrazina em solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 6, p. 613–618, jun. 2015.

SCHREIBER, F. **Volatilização de clomazone e ocorrência de agrotóxicos e hormônios esteróides na água potável e da chuva de regiões orizícolas do sul do Brasil.** Pelotas, RS: Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, 2012.

SCHVASTSMAN, S. **Intoxicações agudas.** 3. ed. São Paulo, SP: Sarvier, 1985.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Balanço Hídrico. Notas de aula da disciplina Meteorologia Agrícola. ESALQ/USP, 2012.** Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce306/Aula9_2012.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2016.

SHUAI, X.; CHEN, J.; RAY, C. Adsorption, transport and degradation of fipronil termiticide in three Hawaii soils. **Pest Management Science**, v. 68, n. 5, p. 731–739, 2012.

SILVA, C. M. S.; FAY, E. F. **Agrotóxicos e Ambiente**. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004.

SILVA, J. G. F.; REIS, E. F. Irrigação do cafeeiro colinon. In: **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 345–373.

SILVA, A. L. DA; FARIA, M. A. DE; REIS, R. P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 37–44, abr. 2003.

SILVA, G. S. DA et al. Impacto de sulfentazona, isoxaflutol e oxyfluorferm sobre a microbiota de dois solos florestais. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 292–299, set. 2014.

SILVA FILHO, C. F. **Determinação de resíduos dos pesticidas pirimetanil, pirimicarbe e buprofezina em águas ambientais por SPME e GC-MS**. São Cristóvão, SE: Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Sergipe, 2009.

SOARES, A. R. **Efeito da lâmina de irrigação e da porcentagem de área molhada no desenvolvimento e produção do cafeeiro em Patrocínio, MG**. [s.l.] Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2005.

SOUZA, F. F. et al. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa, 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54346/1/Doc93-cafe.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

SOUZA, J. L. M. **Modelo para análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro**. [s.l.] Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SOUZA, J. L. M. DE; FRIZZONE, J. A. Modelo aplicado ao planejamento da cafeicultura irrigada. III Análise de risco econômico da cafeicultura em dois sistemas de irrigação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, 23 abr. 2003.

SPADOTTO, C. A. Screening method for assessing pesticide leaching potential. **Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 12, p. 69–78, 2002.

SPADOTTO, C. A. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos. **Revista Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar**, p. 1–9, 2006.

SPADOTTO, C. A. et al. **Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos**. Jaguariúna, SP: Documento 78. EMBRAPA: CNPMA, 2010.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F. **Perdas de agrotóxicos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/>

arvore/CONTAG01_39_210200792814.html>. Acesso em: 23 dez. 2016.

STEHLE, S.; SCHULZ, R. Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n. 18, p. 5750–5755, 2015.

TAQUES, R. C.; DADALTO, G. G. Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon no estado do Espírito Santo. In: **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 51–64.

TAYLOR, A. W.; SPENCER, W. F. Volatilization and vapor transport processes. In: **Pesticides in the Environment**. Madison, WI: Soil Science Society of America, 1990. p. 213–270.

TERRA, F. H. B. **A Indústria de Agrotóxicos no Brasil**. Curitiba, PR: Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Universidade Federal do Paraná, 2008.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. In: **Publications in climatology**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, 1955. p. 104.

TIKTAK, A. et al. Modelling the leaching and drainage of pesticides in the Netherlands: the GeoPEARL model. **Agronomie**, v. 22, n. 4, p. 373–387, maio 2002.

TOMAZ, M. A. et al. **Inovação, difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: CAUFES, 2012.

TOMAZIELLO, R. A. et al. **Cultura do café**. 3. ed. Campinas, SP: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997.

TSIHRINTZIS, V. A.; FUENTES, H. R.; GADIPUDI, R. K. No Title. **Water Resources Management**, v. 11, n. 3, p. 207–218, 1997.

USDA, (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). **Coffee: World Markets and Trade**. EUA: Foreign Agricultural Service/USDA, 2016. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

VAN DER VOSSSEN, H. A. M. Coffea selection and breeding. In: **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. New York, EUA: AVI publishing company, INC, 1985. p. 48–96.

VELLOSO, J. A. R.; GASSEN, D. N.; JACOBSEN, L. A. Características da tecnologia de aplicação. In: **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo, RS: EMBRAPA Trigo, 1984. p. 10–14.

VENTURA, J. A. et al. Diagnóstico e manejo das doenças do cafeeiro conilon. In: **Café Conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 451–498.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa,

MG: UFV, 2004.

WESSELING, C.; CORRIOLS, M.; BRAVO, V. Acute pesticide poisoning and pesticide registration in Central America. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 207, n. 2, p. 697–705, 1 set. 2005.

WILSON, J. P. et al. Coupling geographic information systems and models for weed control and groundwater protection. **Weed Technology**, v. 6, n. 1, p. 255–264, 1993.

WORRALL, F.; BESIEN, T.; KOLPIN, D. W. Groundwater vulnerability: Interactions of chemical and site properties. **Science of the Total Environment**, v. 299, n. 1–3, p. 131–143, 2002.































YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo, SP: Oficina de textos, 2013.

ZOLNIER, S. **Zoneamento climático**. (Caderno Didático: Série 20). Viçosa, MG.: UFV, 1994.

APÊNDICES


























APÊNDICE A. Principais plantas daninhas do cafeeiro

(continua)

| Nome comum | Nome científico | Sementes | Plântulas | Vista geral | Planta adulta | Detalhe da planta |
|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| Amendoim-bravo, leiteira, café-do-diabo, flor-de-poetas, adeus-brasil. | <i>Euphorbia heterophylla</i> |  |  |  |  |  |
| Balãozinho, bexiga, joá-de-capote, juá-de-capote, lanterna-da-china, quintilho. | <i>Nicandra physaloides</i> |  |  |  |  |  |
| Canela-de-urubu, erva-palha, picão-grande. | <i>Blainvillea acmella</i> |  |  |  |  |  |
| Capim-braquiária, braquiária. | <i>Brachiaria decumbens</i> |  |  |  |  |  |
| Capim-carrapicho, capim-timbete, capim-amoroso, capim-roseta. | <i>Cenchrus echinatus</i> |  |  |  |  |  |
| Capim-marmelada, capim-papuã, marmelada, grama-paulista. | <i>Brachiaria plantaginea</i> |  |  |  |  |  |

APÊNDICE A. Principais plantas daninhas do cafeeiro

(conclusão)

| Nome comum | Nome científico | Sementes | Plântulas | Vista geral | Planta adulta | Detalhe da planta |
|--|--------------------------------|---|---|---|---|---|
| Carrapicho-de-carneiro, chifre-de-veado, chifre-de-carneiro, benzinho, maroto. | <i>Acanthospermum hispidum</i> |  |  |  |  |  |
| Corda-de-viola, corriola, esqueleto, cardeal, primavera, primavera-grande. | <i>Ipomoea quamoclit</i> |  |  |  |  |  |
| Fedegoso, mata-pasto, mamangá, manjeriona, pajamarioba, tararaçu, tararubu. | <i>Senna occidentalis</i> |  |  |  |  |  |
| Melão-de-são-caetano, erva-de-são-vicente, erva-de-lavadeira, fruto-de-cobra. | <i>Momordica charantia</i> |  |  |  |  |  |
| Trapoeiraba, capoeiraba, mata-brasil, marianinha, maria-mole, macarrão. | <i>Commelina benghalensis</i> |  |  |  |  |  |

Fonte: Adaptado de Fontes et al. (2003), "Plantas daninhas on line" (2017), Rocha (2007), Rocha, Netto e Pacheco (2002) e Santos et al. (2004).

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continua)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|----------------------------------|----------------------|--|------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Goal BR | oxifluorfen | éter difenílico | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) mostarda (<i>Brassica rapa</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) junquinho (<i>Cyperus difformis</i>) junquinho (<i>Cyperus ferax</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>) capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 2 – 6 L/ha | 90 | III | SNS |
| Gramocil | diurom Dicloreto de paraquate | uréia bipiridílio | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) grama-seda (<i>Cynodon dactylon</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) capim-jaú (<i>Echinochloa colona</i>) | 2 - 3 L/ha | 30 | II | NSNS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|----------------------------------|----------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Gramocil | diurom Dicloreto de paraquate | uréia bipiridílio | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) milheto (<i>Pennisetum americanum</i>) erva-de-bicho (<i>Polygonum persicaria</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) capim-rabo-de-raposa (<i>Setaria geniculata</i>) malva-branca (<i>Sida cordifolia</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) poaia-do-campo (<i>Spermacoce alata</i>) | 2 - 3 L/ha | 30 | II | NSNS |
| Gramoxone 200 | Dicloreto de paraquate | bipiridílio | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru (<i>Amaranthus retroflexus</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) | 1,5 - 3 L/ha | 7 | II | NSNS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|------------------------|----------------|--|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Gramoxone 200 | Dicloreto de paraquate | bipiridílio | arroz-vermelho (<i>Oryza sativa</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) fedegoso-branco (<i>Senna obtusifolia</i>) capim-rabo-de-raposa (<i>Setaria geniculata</i>) erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 1,5 - 3 L/ha | 7 | II | NSNS |
| Herbadox 500 CE | pendimetalina | dinitroanilina | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru (<i>Amaranthus retroflexus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-jaú (<i>Echinochloa colona</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa cruspavonis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) capim-macho (<i>Ischaemum rugosum</i>) capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>) capim-custódio (<i>Pennisetum setosum</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) capim-rabo-de-raposa (<i>Setaria geniculata</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) capim-massambará (<i>Sorghum halepense</i>) | 2,5 - 4 L/ha | 60 | II | SNS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|--|-----------------|------------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Herbi D-480 | 2,4-D | ácido ariloxialcanóico | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | 3 - 4,5 L/ha | 30 | I | S |
| | | | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) | | | | |
| | | | caruru-rasteiro (<i>Amaranthus deflexus</i>) | | | | |
| | | | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) | | | | |
| | | | caruru-de-espinho (<i>Amaranthus spinosus</i>) | | | | |
| | | | caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) | | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | | | | |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | | | | |
| | | | mostarda (<i>Brassica rapa</i>) | | | | |
| | | | trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) | | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) | | | | |
| | | | aguapé (<i>Eichhornia crassipes</i>) | | | | |
| | | | capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | | | | |
| | | | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | | | | |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) | | | | |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomoea nil</i>) | | | | |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomoea purpurea</i>) | | | | |
| | | | macaé (<i>Leonurus sibiricus</i>) | | | | |
| | | | mastruz (<i>Lepidium virginicum</i>) | | | | |
| | | | melão-de-são-caetano (<i>Momordica charantia</i>) | | | | |
| beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | | | | | | | |
| nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) | | | | | | | |
| poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | | | | | | | |
| guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | | | | | | | |
| erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) | | | | | | | |
| joá-bravo (<i>Solanum sisymbriifolium</i>) | | | | | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|------------------|-----------------|------------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Herbi D-480 | 2,4-D | ácido ariloxialcanóico | serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) dente-de-leão (<i>Taraxacum officinale</i>) | 3 - 4,5 L/ha | 30 | I | S |
| Herbipak 500 BR | ametrina | triazina | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) macela (<i>Achyrocline satureioides</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) erva-de-santa luzia (<i>Chamaesyce hirta</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) macaé (<i>Leonurus sibiricus</i>) mastruz (<i>Lepidium virginicum</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 2 - 4 L/ha | 44 | III | PrPE |
| Herbitrin 500 BR | atrazina | triazina | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) macela (<i>Achyrocline satureioides</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) | 4 - 8 L/ha | 45 | III | SS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|------------------|-----------------|---------------|--|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Herbitrin 500 BR | atrazina | triazina | <p>picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) mostarda (<i>Brassica rapa</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) macaé (<i>Leonurus sibiricus</i>) trapoeraba (<i>Murdannia nudiflora</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>)</p> | 4 - 8 L/ha | 45 | III | SS |
| Herburon 500 BR | diurom | uréia | <p>mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) mostarda (<i>Brassica rapa</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgavonis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) cambará-roxo (<i>Eupatorium squalidum</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>)</p> | 3,2 - 6,4 L/ha | 30 | IV | Se |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|-----------------|---------------|--|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Herburon 500 BR | diurom | uréia | beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) capim-rabo-de-raposa (<i>Setaria geniculata</i>) erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 3,2 - 6,4 L/ha | 30 | IV | Se |
| Karmex | diurom | uréia | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea purpurea</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 2 - 4 kg/ha | 30 | III | C |
| Karmex 800 | diurom | uréia | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | 2 - 4 L/ha | 30 | III | C |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|------------------|--|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Karmex 800 | diurom | uréia | trapoeraba (<i>Commelina diffusa</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea purpurea</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 2 - 4 L/ha | 30 | III | C |
| Laço EC | alacloro | cloroacetanilida | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) poaia-do-campo (<i>Spermacoce alata</i>) | 5 - 7 L/ha | - | I | SNS |
| Lexone SC | metribuzim | triazinona | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) ançarinha-branca (<i>Chenopodium album</i>) | 0,8 – 1 L/ha | 60 | IV | SS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|-----------------|---------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Lexone SC | metribuzim | triazinona | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea purpurea</i>) cipó-de-veado (<i>Polygonum convolvulus</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) fedegoso-branco (<i>Senna obtusifolia</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 0,8 – 1 L/ha | 60 | IV | SS |
| Metrimex | ametrina | triazina | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 2,5 - 3,8 L/ha | 45 | III | S |
| Metrimex 500 SC | ametrina | triazina | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) macela (<i>Achyrocline satureioides</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) pega-pinto (<i>Boerhaavia diffusa</i>) mostarda (<i>Brassica rapa</i>) burra-leiteira (<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 4 - 5,6 L/ha | 45 | III | SS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|-----------------|------------------------|--|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Metrimex 500 SC | ametrina | triazina | macaé (<i>Leonurus sibiricus</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Xanthium spinosum</i>) | 4 - 5,6 L/ha | 45 | III | SS |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) | 2,4 - 5,6 L/ha | | | |
| Navajo | 2,4-D | ácido ariloxialcanóico | agrião (<i>Lepidium ruderale</i>) | | 30 | I | SS |
| | | | caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 1,8 - 3 kg/ha | | | |
| Pilarsato | glifosato | glicina substituída | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 0,8 - 1,25 kg/ha | 15 | III | NSS |
| | | | caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) macela (<i>Gnaphalium pennsylvanicum</i>) | 1 - 2 L/ha | | | |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) alho (<i>Cyperus rotundus</i>) | 3 - 5 L/ha 4 - 5 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|---------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Pilarsato | glifosato | glicina substituída | capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) | 2 L/ha | 15 | III | NSS |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 3 - 4 L/ha | | | |
| | | | guanxuma-branca (<i>Sida glaziovii</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 2 - 3 L/ha | | | |
| Polaris | glifosato | glicina substituída | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | 1,5 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 2 L/ha | | | |
| | | | capim-de-bezerra (<i>Andropogon bicornis</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>) capim-da-roça (<i>Paspalum urvillei</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 4 L/ha | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|---|-----------------|---------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Polaris | glifosato | glicina substituída | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) | 2,5 - 4 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | 0,5 - 1 L/ha | | | |
| | | | capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | 4 - 5 L/ha | | | |
| | | | alho (<i>Cyperus rotundus</i>) | | | | |
| | | | capim-bahia (<i>Paspalum notatum</i>) | | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | 1,5 - 2 L/ha | | | |
| | | | capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) | 1,5 - 4 L/ha | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 3 - 4 L/ha | | | |
| | | | flor-das-almas (<i>Senecio brasiliensis</i>) | 2 - 3 L/ha | | | |
| | | | guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 3 L/ha | | | |
| fedegoso-branco (<i>Senna obtusifolia</i>) | 5 L/ha | | | | | | |
| agrião-do-pasto (<i>Synedrellopsis grisebachii</i>) | | | | | | | |
| Radar | glifosato | glicina substituída | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | 0,5 - 1 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | | | | |
| | | | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| | | | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | | | | |
| | | | capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |
| capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | 1,5 - 2 L/ha | | | | | | |
| capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) | 1,5 - 4 L/ha | | | | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|---|-----------------|---------------------|--|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Radar | glifosato | glicina substituída | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) | 2 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) | | | | |
| | | | caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) | | | | |
| | | | serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | | | | |
| | | | arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) | | | | |
| | | | nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) | | | | |
| | | | beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | | | | |
| | | | falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) | | | | |
| | | | capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | | | | |
| | | | flor-das-almas (<i>Senecio brasiliensis</i>) | 2 – 3 L/ha | | | |
| | | | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) | 2,5 - 4 L/ha | | | |
| | | | guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 3 L/ha | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 3 - 4 L/ha | | | |
| | | | poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 4 L/ha | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) | | | | |
| capim-da-roça (<i>Paspalum urvillei</i>) | | | | | | | |
| capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>) | | | | | | | |
| capim-de-bezerra (<i>Andropogon bicornis</i>) | | | | | | | |
| fedegoso-branco (<i>Senna obtusifolia</i>) | 5 L/ha | | | | | | |
| alho (<i>Cyperus rotundus</i>) | 4 - 5 L/ha | | | | | | |
| capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | | | | | | | |
| capim-bahia (<i>Paspalum notatum</i>) | | | | | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-------------------|----------------------|---------------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Reglone | Dibrometo de diquate | bipiridílio | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) cordão-de-frade (<i>Leonotis nepetifolia</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 1,5 - 2,5 L/ha | 16 | III | NSNS |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 0,5 L/ha | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 0,75 L/ha | | | |
| Roundup Multiação | glifosato | glicina substituída | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) aveia-brasileira (<i>Avena strigosa</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) erva-andorinha (<i>Chamaesyce hirta</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) guanxuma (<i>Malvastrum coromandelianum</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) capim-da-guiné (<i>Paspalum paniculatum</i>) | 1 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) capim-azedo (<i>Paspalum conjugatum</i>) | 1,5 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-------------------|-----------------|---------------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Roundup Multiação | glifosato | glicina substituída | arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) | 0,5 - 1,5 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | 0,75 - 1 L/ha | | | |
| | | | trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) | 1,75 L/ha | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |
| | | | braquiário (<i>Brachiaria brizantha</i>) | 1,5 - 2,5 L/ha | | | |
| | | | capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>) | 2,25 L/ha | | | |
| | | | capim-de-cheiro (<i>Cyperus ferax</i>) alho (<i>Cyperus rotundus</i>) | 2 - 2,5 L/ha | | | |
| | | | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) capim-bahia (<i>Paspalum notatum</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 2,5 L/ha | | | |
| | | | capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | 2,5 - 3,5 L/ha | | | |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 0,5 L/ha | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 0,75 L/ha | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | 0,75 - 1 L/ha | | | |
| Roundup WG | glifosato | glicina substituída | caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) aveia-brasileira (<i>Avena strigosa</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | 1 L/ha | 15 | IV | NSS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|---------------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Roundup WG | glifosato | glicina substituída | erva-andorinha (<i>Chamaesyce hirta</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | 1 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) guanxuma (<i>Malvastrum coromandelianum</i>) capim-da-guiné (<i>Paspalum paniculatum</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |
| Roundup WG | glifosato | glicina substituída | capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) capim-azedo (<i>Paspalum conjugatum</i>) | 1,5 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) | 0,5 - 1,5 L/ha | | | |
| | | | braquiarião (<i>Brachiaria brizantha</i>) | 1,5 - 2,5 L/ha | | | |
| | | | capim-de-cheiro (<i>Cyperus ferax</i>) alho (<i>Cyperus rotundus</i>) | 2 - 2,5 L/ha | | | |
| | | | capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>) | 2,25 L/ha | | | |
| | | | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) capim-bahia (<i>Paspalum notatum</i>) poia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 2,5 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|------------------|-----------------|---------------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| | | | capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | 2,5 - 3,5 L/ha | | | |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | 0,5 - 1 L/ha | | | |
| | | | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) aveia (<i>Avena sativa</i>) aveia-louca (<i>Bromus catharticus</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) capim-azedo (<i>Paspalum conjugatum</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) mata-pasto (<i>Eupatorium maximilianii</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| Roundup Original | glifosato | glicina substituída | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 1 - 1,5 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | guanxuma (<i>Malvastrum coromandelianum</i>) bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) | 1 - 2 L/ha | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) capim-favorito (<i>Rhynchelitrum repens</i>) | 1,5 - 2 L/ha | | | |
| | | | capim-de-cheiro (<i>Cyperus ferax</i>) | 1,5 - 3 L/ha | | | |
| | | | capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) | 1,5 - 4 L/ha | | | |
| | | | capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>) | 1,5 - 5 L/ha | | | |
| | | | angiguinho (<i>Aeschynomene rudis</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) boca-de-leão-selvagem (<i>Antirrhinum orontium</i>) | 2 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|--|-----------------|---------------------|---|--------|-----------------|--------------------|----------------|
| Roundup Original | glifosato | glicina substituída | arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) | 2 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | | | | |
| | | | falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) | | | | |
| | | | cordão-de-frade (<i>Leonotis nepetifolia</i>) | | | | |
| | | | capim-comprido (<i>Paspalum dilatatum</i>) | | | | |
| | | | arrebenta-pedra (<i>Phyllanthus tenellus</i>) | | | | |
| | | | beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | | | | |
| | | | nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) | | | | |
| | | | erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) | 2 L/ha | | | |
| | | | arnica-do-brasil (<i>Solidago chilensis</i>) | | | | |
| serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | | | | | | | |
| azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) | 2 - 3 L/ha | | | | | | |
| flor-das-almas (<i>Senecio brasiliensis</i>) | | | | | | | |
| bênção-de-Deus (<i>Talinum paniculatum</i>) | | | | | | | |
| braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) | 2,5 - 4 L/ha | | | | | | |
| junça (<i>Cyperus flavus</i>) | 3 L/ha | | | | | | |
| corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) | | | | | | | |
| língua-de-vaca (<i>Rumex crispus</i>) | | | | | | | |
| malva (<i>Sida cordifolia</i>) | | | | | | | |
| guanxuma-branca (<i>Sida glaziovii</i>) | | | | | | | |
| guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | | | | | | | |
| amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 3 - 4 L/ha | | | | | | |
| capim-gordura (<i>Melinis minutiflora</i>) | | | | | | | |
| capim-gengibre (<i>Paspalum maritimum</i>) | | | | | | | |
| alfafa (<i>Medicago sativa</i>) | 3,5 L/ha | | | | | | |
| capim-canoão (<i>Setaria poiretiana</i>) | | | | | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação | |
|---|-----------------|---------------------|---|--------|-----------------|--------------------|----------------|------------|
| Roundup Original | glifosato | glicina substituída | capim-de-bezerra (<i>Andropogon bicornis</i>) | 4 L/ha | 15 | IV | NSS | |
| | | | capim-colchão (<i>Andropogon leucostachyus</i>) | | | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) | | | | | |
| | | | capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>) | | | | | |
| | | | anil (<i>Indigofera hirsuta</i>) | | | | | |
| | | | cardeal (<i>Ipomoea quamoclit</i>) | | | | | |
| | | | capim-branco (<i>Panicum cayennense</i>) | | | | | |
| | | | capim-da-guiné (<i>Paspalum paniculatum</i>) | | | | | |
| | | | capim-da-roça (<i>Paspalum urvillei</i>) | | | | | |
| | | | poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | | | | | |
| | | | esparguta (<i>Spergula arvensis</i>) | | | | | |
| | | | crindiúva (<i>Trema micrantha</i>) | | | | | |
| | | | trevo (<i>Trifolium repens</i>) | | | | | |
| | | | capim-massambará (<i>Sorghum halepense</i>) | | | | | |
| | | | capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | | | | | 4 - 5 L/ha |
| | | | alho (<i>Cyperus rotundus</i>) | | | | | |
| | | | capim-bahia (<i>Paspalum notatum</i>) | | | | | |
| capim-Kikuiu (<i>Pennisetum clandestinum</i>) | 4,5 - 5 L/ha | | | | | | | |
| barbasco (<i>Pterocaulon virgatum</i>) | | | | | | | | |
| capitinga (<i>Axonopus compressus</i>) | 5 L/ha | | | | | | | |
| tiririca (<i>Cyperus difformis</i>) | | | | | | | | |
| cuminho (<i>Fimbristylis miliacea</i>) | | | | | | | | |
| plantagem (<i>Plantago major</i>) | | | | | | | | |
| fedegoso-branco (<i>Senna obtusifolia</i>) | | | | | | | | |
| agrião-do-pasto (<i>Synedrellopsis grisebachii</i>) | | | | | | | | |
| avica (<i>Vicia sativa</i>) | | | | | | | | |
| perpetua-do-mato (<i>Spermacoce alata</i>) | 5 - 6 L/ha | | | | | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|------------------|-----------------|---------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Roundup Original | glifosato | glicina substituída | cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) | 6 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | taquara (<i>Guadua angustifolia</i>) | 12 L/ha | | | |
| | | | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |
| | | | capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| | | | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | 1,5 - 2 L/ha | | | |
| Rustler | glifosato | glicina substituída | capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) | 1,5 - 4 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 2 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|---------------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Rustler | glifosato | glicina substituída | flor-das-almas (<i>Senecio brasiliensis</i>) | 2 - 3 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) | 2,5 - 4 L/ha | | | |
| | | | guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 3 L/ha | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 3 - 4 L/ha | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-da-roça (<i>Paspalum urvillei</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>) capim-de-bezerra (<i>Andropogon bicornis</i>) | 4 L/ha | | | |
| | | | capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) alho (<i>Cyperus rotundus</i>) capim-bahia (<i>Paspalum notatum</i>) | 4 - 5 L/ha | | | |
| | | | agrião-do-pasto (<i>Synedrellopsis grisebachii</i>) fedegoso-branco (<i>Senna obtusifolia</i>) | 5 L/ha | | | |
| Sencor BR | metribuzim | triazinona | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) mastruz (<i>Coronopus didymus</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) cipó-de-veado (<i>Polygonum convolvulus</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) flor-das-almas (<i>Senecio brasiliensis</i>) malva (<i>Sida cordifolia</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 0,56 - 07 L/ha | 15 | IV | PrPE |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|---------------|---|------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Sencor 480 | metribuzim | triazinona | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) mostarda (<i>Brassica rapa</i>) mastruz (<i>Coronopus didymus</i>) carrapicho (<i>Desmodium tortuosum</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) catirina (<i>Hyptis lophanta</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) balão (<i>Nicandra physaloides</i>) arrebenta-pedra (<i>Phyllanthus tenellus</i>) cipó-de-veado (<i>Polygonum convolvulus</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) flor-das-almas (<i>Senecio brasiliensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 1 - 2 L/ha | 60 | IV | S |
| Sencor 480 | metribuzim | triazinona | esparguta (<i>Spergula arvensis</i>) perpetua-do-mato (<i>Spermacoce latifolia</i>) | 1 - 2 L/ha | 60 | IV | S |
| Simanex 500 SC | simazina | triazina | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) coentro-do-mato (<i>Parthenium hysterophorus</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | 2 L/ha | 45 | III | SNS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|----------------------|----------------------|---|------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Simetrex SC | ametrina simazina | triazina triazina | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | 4 - 8 L/ha | 45 | III | SNS |
| Sipazina 800 PM | simazina | triazina | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) pega-pinto (<i>Boerhaavia diffusa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) erva-andorinha (<i>Chamaesyce hyssopifolia</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 2 - 5 L/ha | 45 | III | SS |
| Soccer SC | metribuzim | triazinona | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) | 1 - 2 L/ha | 60 | IV | PrPE |
| Soccer SC | metribuzim | triazinona | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) carrapicho (<i>Desmodium tortuosum</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 1 - 2 L/ha | 60 | IV | PrPE |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|---------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Soccer SC | metribuzim | triazinona | catirina (<i>Hyptis lophanta</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) balão (<i>Nicandra physaloides</i>) arrebenta-pedra (<i>Phyllanthus tenellus</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) perpetua-do-mato (<i>Spermacoce latifolia</i>) | 1 - 2 L/ha | 60 | IV | PrPE |
| Stinger | glifosato | glicina substituída | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | 0,5 - 1 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |
| | | | capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| | | | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | 1,5 - 2 L/ha | | | |
| | | | capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) | 1,5 - 4 L/ha | | | |
| | | | mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | 2 L/ha | | | |
| | | | falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | 2 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|--------------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Stinger | glifosato | glicina substituída | nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 2 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | flor-das-almas (<i>Senecio brasiliensis</i>) | 2 - 3 L/ha | | | |
| | | | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) | 2,5 - 4 L/ha | | | |
| | | | guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 3 L/ha | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 3 - 4 L/ha | | | |
| | | | capim-de-bezerra (<i>Andropogon bicornis</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-jaraguá (<i>Hyparrhenia rufa</i>) capim-da-roça (<i>Paspalum urvillei</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) alho (<i>Cyperus rotundus</i>) capim-bahia (<i>Paspalum notatum</i>) | 4 L/ha | | | |
| | | | fedegoso-branco (<i>Senna obtusifolia</i>) agrião-do-pasto (<i>Synedrellopsis grisebachii</i>) | 5 L/ha | | | |
| Sumisoya | flumioxazina | ciclohexenodicarboximida | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 50 L/ha | 7 | III | SNS |
| Surflan 750 BR | orizalina | dinitroanilina | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru (<i>Amaranthus retroflexus</i>) bredos-branco (<i>Amaranthus spinosus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) aveia-brava (<i>Avena fatua</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | 2 - 4 L/ha | 120 | II | SNS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|---|----------------------|----------------------|---|------------|-----------------|--------------------|----------------|
| 148 Surflan 750 BR | orizalina | dinitroanilina | ançarinha-branca (<i>Chenopodium album</i>) | 2 - 4 L/ha | 120 | II | SNS |
| | | | mastruço (<i>Chenopodium ambrosioidis</i>) | | | | |
| | | | mastruz (<i>Coronopus didymus</i>) | | | | |
| | | | capim-calandrini (<i>Dactyloctenium aegyptium</i>) | | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) | | | | |
| | | | quebra-tijela (<i>Diodia teres</i>) | | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa colona</i>) | | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) | | | | |
| | | | capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | | | | |
| | | | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | | | | |
| | | | azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) | | | | |
| | | | mofungo (<i>Mollugo verticillata</i>) | | | | |
| | | | balão (<i>Nicandra physaloides</i>) | | | | |
| | | | painço (<i>Panicum dichotomiflorum</i>) | | | | |
| | | | capim-galinha (<i>Poa annua</i>) | | | | |
| | | | erva-de-bicho (<i>Polygonum persicaria</i>) | | | | |
| beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | | | | | | | |
| poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | | | | | | | |
| bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) | | | | | | | |
| capim-rabo-de-gato (<i>Setaria viridis</i>) | | | | | | | |
| capim-massambará (<i>Sorghum halepense</i>) | | | | | | | |
| Topeze SC | ametrina simazina | triazina triazina | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | 5 - 7 L/ha | 45 | IV | SS |
| | | | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) | | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 5 - 8 L/ha | | | |
| capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | | | | | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|----------------------|----------------------|---|------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Topeze SC | ametrina simazina | triazina triazina | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | 6 - 8 L/ha | 45 | IV | SS |
| Touchdown | sulfosato | glicina substituída | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) erva-moura (<i>Solanum americanum</i>) | 1 L/ha | | | |
| | | | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru (<i>Amaranthus retroflexus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) capim-tinga (<i>Digitaria ciliaris</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| Touchdown | sulfosato | glicina substituída | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) erva-branca (<i>Gnaphalium spicatum</i>) azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) capim-favorito (<i>Rhynchelitrum repens</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) | 2 L/ha | 7 | IV | NSS |
| | | | arrebenta-pedra (<i>Phyllanthus tenellus</i>) | 2,5 L/ha | | | |
| | | | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) | 3 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|---------------------------------|-----------------|---------------------|--|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Touchdown | sulfosato | glicina substituída | serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | 3 L/ha | 7 | IV | NSS |
| | | | guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 3 - 4 L/ha | | | |
| | | | capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) | 3 - 5 L/ha | | | |
| | | | alho (<i>Cyperus rotundus</i>) capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>) | 4 - 5 L/ha | | | |
| | | | cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) | 4 - 6 L/ha | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 5 L/ha | | | |
| | | | capim-angola (<i>Brachiaria mutica</i>) capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | 5 - 6 L/ha | | | |
| Trifluralina Sanachem 445 CE | trifluralina | dinitroanilina | caruru (<i>Amaranthus deflexus</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) aveia-louca (<i>Bromus catharticus</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) mastruço (<i>Chenopodium ambrosioidis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) canevão (<i>Echinochloa cruspanovis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) capim-mimoso (<i>Eragrostis ciliaris</i>) mofungo (<i>Mollugo verticillata</i>) painço (<i>Panicum dichotomiflorum</i>) capim-avião (<i>Pennisetum setosum</i>) capim-galinha (<i>Poa annua</i>) erva-de-bicho (<i>Polygonum punctatum</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | 1,2 - 2,4 L/ha | - | II | SS |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|---------------------------------|-----------------|---------------------|--|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Trifluralina Sanachem 445 CE | trifluralina | dinitroanilina | bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) capim-massarabá (<i>Sorghum halepense</i>) urtiga (<i>Urtica circularis</i>) | 1,2 - 2,4 L/ha | - | II | SS |
| Tritac | trifluralina | dinitroanilina | caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru (<i>Amaranthus retroflexus</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) capim-massarabá (<i>Sorghum halepense</i>) | 1,5 - 2 L/ha | - | III | SS |
| | | | bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | 1 - 1,5 L/ha | | | |
| | | | azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) | 1,5 L/ha | | | |
| Trop | glifosato | glicina substituída | trigo (<i>Triticum aestivum</i>) capim-favorito (<i>Rhynchelitrum repens</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) aveia-brasileira (<i>Avena strigosa</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) mentrasto (<i>Lepidium virginicum</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | 1 - 2 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | bamburral (<i>Hyptis suaveolens</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) | 1,5 - 2 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|-----------------|---------------------|---|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Trop | glifosato | glicina substituída | serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) angiguiño (<i>Aeschynomene rudis</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) macaé (<i>Leonurus sibiricus</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) sorgo-selvagem (<i>Sorghum arundinaceum</i>) capim-avião (<i>Pennisetum setosum</i>) | 1,5 - 2 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | capim-colônião (<i>Panicum maximum</i>) | 1,5 - 5 L/ha | | | |
| | | | carrapicho-rasteiro (<i>Acanthospermum australe</i>) guanxuma-branca (<i>Sida glaziovii</i>) malva (<i>Sida cordifolia</i>) capim-comprido (<i>Paspalum dilatatum</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 2 - 3 L/ha | | | |
| | | | capim-massambará (<i>Sorghum halepense</i>) braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) | 2 - 5 L/ha | | | |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomea purpurea</i>) corda-de-viola (<i>Ipomea grandifolia</i>) | 3 L/ha | | | |
| | | | capim-de-bezerra (<i>Andropogon bicornis</i>) alho (<i>Cyperus rotundus</i>) capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | 3 - 5 L/ha | | | |
| | | | arroz (<i>Oryza sativa</i>) capim-arroz (<i>Echinochloa crusgalli</i>) | 4 - 6 L/ha | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|--|-----------------------|---------------------------------|---|------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Tropazin | glifosato simazina | glicina substituída triazina | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | 3 – 5 L/ha | 45 | II | |
| | | | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) | | | | |
| | | | caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) | | | | |
| | | | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | | | | |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | | | | |
| | | | capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | | | | |
| | | | trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) | | | | |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | | | | |
| | | | capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) | | | | |
| | | | falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) | | | | |
| | | | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | | | | |
| | | | almeirão-de-roseta (<i>Hypochoeris radicata</i>) | | | | |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) | | | | |
| | | | azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) | | | | |
| | | | capim-comprido (<i>Paspalum dilatatum</i>) | | | | |
| | | | plantagem (<i>Plantago tomentosa</i>) | | | | |
| | | | beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | | | | |
| nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) | | | | | | | |
| bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) | | | | | | | |
| capim-comprido (<i>Paspalum dilatatum</i>) | | | | | | | |
| plantagem (<i>Plantago tomentosa</i>) | | | | | | | |
| beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | | | | | | | |
| nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) | | | | | | | |
| bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) | | | | | | | |
| guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | | | | | | | |
| serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | | | | | | | |
| amargosa (<i>Taraxacum officinale</i>) | | | | | | | |
| Tropuron | diurom glifosato | uréia glicina substituída | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) | 3 – 5 L/ha | 30 | III | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|---------------------|------------------------------|--|----------------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Tropuron | diurom glifosato | uréia glicina substituída | apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) capim-pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>) falsa-serralha (<i>Emilia sonchifolia</i>) picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) almeirão-de-roseta (<i>Hypochoeris radicata</i>) corda-de-viola (<i>Ipomoea aristolochiaefolia</i>) azevém (<i>Lolium multiflorum</i>) capim-comprido (<i>Paspalum dilatatum</i>) beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) bambuzinho (<i>Setaria geniculata</i>) guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) amargosa (<i>Taraxacum officinale</i>) | 3 - 5 L/ha | 30 | III | |
| U 46 BR | 2,4-D | ácido ariloxialcanóico | caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | 0,5 - 1,5 L/ha 1,5 - 3,5 L/ha | 30 | I | S |
| Weedar 806 | 2,4-D | ácido ariloxialcanóico | carrapicho-de-carneiro (<i>Acanthospermum hispidum</i>) mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i>) caruru (<i>Amaranthus deflexus</i>) caruru-roxo (<i>Amaranthus hybridus</i>) caruru-de-mancha (<i>Amaranthus viridis</i>) | 1 - 1,5 L/ha | - | I | S |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação | |
|--|---------------------------|------------------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|----------------|
| Weedar 806 | 2,4-D | ácido ariloxialcanóico | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 1 - 1,5 L/ha | - | I | S | |
| | | | mostarda (<i>Brassica rapa</i>) | | | | | |
| | | | trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i>) | | | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | | | | | |
| | | | picão-branco (<i>Galinsoga parviflora</i>) | | | | | |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomea grandifolia</i>) | | | | | |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomea purpurea</i>) | | | | | |
| | | | macaé (<i>Leonurus sibiricus</i>) | | | | | |
| | | | mentrasto (<i>Lepidium virginicum</i>) | | | | | |
| | | | beldroega (<i>Portulaca oleracea</i>) | | | | | |
| nabo-bravo (<i>Raphanus raphanistrum</i>) | | | | | | | | |
| poaia-branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) | | | | | | | | |
| guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | | | | | | | | |
| serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) | | | | | | | | |
| Zapp Qi | glifosato-sal de potássio | glicina substituída | picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>) | 1,4 - 2,1 L/ha | 15 | IV | NSS | |
| | | | capim-marmelada (<i>Brachiaria plantaginea</i>) | | | | | 0,7 L/ha |
| | | | aveia-brasileira (<i>Avena strigosa</i>) | | | | | 0,7 - 1,1 L/ha |
| | | | capim-carrapicho (<i>Cenchrus echinatus</i>) | | | | | 0,7 - 1,4 L/ha |
| | | | capim-colchão (<i>Digitaria horizontalis</i>) | | | | | 1,1 - 1,4 L/ha |
| | | | braquiária (<i>Brachiaria decumbens</i>) | | | | | 1,4 - 2,8 L/ha |
| capim-açu (<i>Digitaria insularis</i>) | 1,4 - 2,8 L/ha | | | | | | | |
| | | | capim-colonião (<i>Panicum maximum</i>) | 1,4 - 3,5 L/ha | | | | |

APÊNDICE B. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais herbicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)






| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|---|---------------------------|---------------------|--|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Zapp Qi | glifosato-sal de potássio | glicina substituída | arranha-gato (<i>Conyza bonariensis</i>) | 2,1 L/ha | 15 | IV | NSS |
| | | | corda-de-viola (<i>Ipomea grandifolia</i>) | 2,1- 2,8 L/ha | | | |
| | | | amendoim-bravo (<i>Euphorbia heterophylla</i>) | 2,1- 3,5 L/ha | | | |
| | | | guanxuma (<i>Sida rhombifolia</i>) | 2,8 L/ha | | | |
| | | | capim-de-burro (<i>Cynodon dactylon</i>) | 2,8 - 4,2 L/ha | | | |
| | | | alho (<i>Cyperus rotundus</i>) | 1,4 L/ha | | | |
| capim-massambará (<i>Sorghum halepense</i>) sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) | 7 | | | | | | |

*Classe Toxológica: I = Extremamente tóxico; II = Altamente tóxico; III = Medianamente tóxico; IV = Pouco tóxico. **SNS = Seletivo de ação não sistêmica; NSNS = Não seletivo, de ação não sistêmica; SS = Seletivo, de ação sistêmica; Se= Seletivo; C= de contato; NSS =Não seletivo, de ação sistêmica; PrPE = pré e pós-emergente; S = Seletivo.

Fonte: Adaptado de Oliveira, Neto e Zambolim (2005c).






APÊNDICE C. Principais espécies de insetos, ácaros e nematoides do cafeeiro

(continua)

| Nome Popular | Nome científico | Danos e sintomas |
|-----------------------|--|--|
| Broca-do-café. |  <i>Hypothenemus hampei</i> | Após a fêmea perfurar e cavar as galerias com a respectiva câmara de postura, surgem as larvas que, ao se alimentarem, vão destruir parcial ou totalmente a semente. |
| Bicho-mineiro. |  <i>Leucoptera coffeella</i> | "Minam", ou seja, vivem no interior do tecido das folhas da planta. |
| Cochonilha-verde. |  <i>Coccus viridis</i> | Perfuração e remoção de seiva causando danos na planta. |
| Cochonilha-parda. |  <i>Saissetia coffeae</i> | Perfuração e remoção de seiva causando danos na planta. |
| Cochonilha-de-cadeia. |  <i>Planococcus citri</i> | Sucção contínua de seiva, concorrendo para o depauperamento da planta. |






APÊNDICE C. Principais espécies de insetos, ácaros e nematoides do cafeeiro

(continuação)

| Nome Popular | Nome científico | Danos e sintomas |
|-----------------------|---|--|
| Cochonilha-de-raiz. |  <i>Dysmicoccus texensis</i> | Sucção contínua de seiva, concorrendo para o depauperamento da planta. |
| Cochonilha-farinha. |  <i>Pinnaspis aspidistrae</i> | Sucção contínua de seiva, concorrendo para o depauperamento da planta. |
| Cochonilha-de-placa. |  <i>Orthezia praelonga</i> | Sucção contínua de seiva, concorrendo para o depauperamento da planta. |
| Lagarta-dos-cafezais. |  <i>Eacles imperialis magnifica</i> | Destrói o limbo foliar, podendo desflorar completamente a planta. |
| Lagarta-verde. |  <i>Perigonía lusca</i> | Provoca desfolhamento. |




APÊNDICE C. Principais espécies de insetos, ácaros e nematoides do cafeeiro

(continuação)

| Nome Popular | Nome científico | Danos e sintomas |
|----------------------|--|---|
| Lagarta-das-rosetas. |  <i>Cryptoblabes qnidiella</i> | Se alimentam destruindo o bordo de folhas novas, dando-lhes um aspecto serrilhado. |
| Carneirinho |  <i>Naupactus rivulosus</i> | Perfuração e remoção de seiva causando danos na planta. |
| Ácaro-vermelho. |  <i>Oligonychus ilicis</i> | Em ataques intensos, as folhas perdem o brilho característico, tornando-se inicialmente amareladas, até se tornarem bronzeadas. |
| Ácaro-branco. |  <i>Polyphagotarsonemus latus</i> | As folhas novas tornam-se coriáceas e deprimidas na parte central com os bordos voltados para baixo, devido ao crescimento desuniforme do limbo foliar, evoluindo para necroses e rasgaduras. |
| Broca-dos-ramos. |  <i>Xylosandrus compactus</i> <i>Xylosandrus curtulus</i> | Ataca os ramos causando seu secamento. |

APÊNDICE C. Principais espécies de insetos, ácaros e nematoides do cafeeiro

(conclusão)

| Nome Popular | Nome científico | Danos e sintomas |
|-----------------------|---|--|
| Formigas saúvas. |  <i>Atta spp.</i> | Cortam folhas das plantas, principalmente de mudas recém-plantadas no campo. |
| Formigas quenquéns. |  <i>Acromyrmex spp.</i> | Cortam folhas das plantas, principalmente de mudas recém-plantadas no campo. |
| Cupim subterrâneo. |  <i>Coptotermes gestroi</i> | Atacam raízes do cafeeiro desde mudas recém-plantadas até plantas de cerca de 2 anos. |
| Nematoide-das-galhas. |  <i>Meloidogyne incognita</i> | Penetram nas raízes das plantas estabelecem um sítio de alimentação e a formação de células gigantes ao redor deste sítio. |

Fonte: Adaptado de Costa et al. (2002), Fornazier et al. (2007), Matiello (1991) e Matiello et al. (2002).

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continua)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|----------------------------|---|--|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Actara 10 GR | tiametoxam | neonicotinóide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) Berne-das-raízes (<i>Chiromyza vittata</i>) | 25 - 50 kg/ha 25 - 50 kg/ha 35 kg/ha | - - - | III | S |
| Agritoato 400 | dimetoato | organofosforado | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Cochonilha-de-placa (<i>Orthezia praelonga</i>) | 125 ml/100 L | 21 | I | S/C |
| Arrivo 200 EC | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 50 - 70 ml/1000 plantas | 30 | III | C/I |
| Assist | óleo mineral | hidrocarbonetos alifáticos | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Cochonilha-parda (<i>Saissetia hemisphaerica</i>) | 10 – 20 L/ha | - - | IV | AC |
| Astro | clorpirifós | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1 - 1,5 L/ha | 21 | III | C/I |
| Baron | Dissulfotom triadimenol | organofosforado triazol | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 25 - 65 kg/ha | 90 | II | S |
| Baysiston GR | Dissulfotom triadimenol | organofosforado triazol | Berne-das-raízes (<i>Chiromyza vittata</i>) Cochonilha-da-raiz (<i>Dysmicoccus cryptus</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 30 - 70 kg/ha | 90 | III | S |
| Baytroid CE | ciflutrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 150 ml/ha | 14 | III | C/I |
| Brometila | brometo de metila | alifático halogenado | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | - | - | I | C/I |
| Bromo Flora | brometo de metila | alifático halogenado | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | 30 – 35 g/m ³ | - | I | - |
| Bulldock 125 SC | beta-ciflutrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 30 - 40 ml/ha | 14 | II | C/I |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--|--|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Cartap BR 500 | Cloridrato de cartape | Bis-tiocarbamato | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 0,8 - 1 kg/ha | 14 | III | S |
| Cipermetrina Nortox 250 EC | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 40 - 65 ml/ha | 30 | I | C/I |
| Cipertrin | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 40 - 64 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Clorpirifós Fersol 480 EC | clorpirifós | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1 - 1,5 L/ha | 21 | II | C/I |
| Commanche 200 CE | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 50 - 70 ml/ha | 30 | III | C/I |
| Convence | acetamiprido | neonicotinóide | Cigarrinha (<i>Oncometopia facialis</i>) | 2,5 ml/planta | 30 | II | S |
| Cordial 100 | piriproxifem | éter piridiloxipropílico | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 0,5 - 1 L/ha | 15 | I | C/T |
| Counter 150 G | terbufós | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) Berne-das-raízes (<i>Chiromyza vittata</i>) | 13 - 20 g/cova 10 - 13 g/cova 40 - 60 g/cova | 90 | I | S |
| Counter 50 G | terbufós | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 40 - 60 g/cova 30 - 40 g/cova | 90 | I | S |
| Cyptrin 250 CE | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 40 - 64 ml/ha | 30 | I | C/I |
| Danimen 300 CE | fenpropratrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cochonilha-de-placa (<i>Orthezia praelonga</i>) | 250 - 400 ml/ha 200 ml/ha | 14 | I | C/I |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|---------------------------------|---|-------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Decis 25 EC | deltametrina | piretróide | Pinheirinho (<i>Automeris spp.</i>) | 100 ml/1000 covas | 15 | III | C/I |
| | | | Gravetinho (<i>Oxidia saturniata</i>) | 100 ml/1000 covas | | | |
| | | | Lagarta-de-cor-parda (<i>Thyrinteina arnobia</i>) | 100 ml/1000 covas | | | |
| | | | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 100 ml/1000 covas | | | |
| | | | Lagarta-dos-cafezais (<i>Eacles imperialis magnifica</i>) | 150 ml/1000 covas | | | |
| Degesch Aluphos | fosfeto de alumínio | inorgânico precursor de fosfina | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | - | 4 | I | - |
| Degesch-Fumicel | fosfeto de magnésio | inorgânico precursor de fosfina | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | - | - | I | - |
| Deltaphos EC | Deltametrina triazofós | Piretróide organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 0,2 - 0,6 L/ha | 15 | I | C/I |
| Diafuran 50 | carbofurano | metilcarbamato de benzofuranila | Cigarra (<i>Fidicina pronoe</i>) | 80 - 120 g/cova | 90 | I | S |
| | | | Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 80 - 120 g/cova | | | |
| | | | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 10 - 30 g/cova | | | |
| | | | Cigarra (<i>Fidicina pullata</i>) | 80 - 120 g/cova | | | |
| | | | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) | 10 g/cova | | | |
| Dipterex 500 | triclorfom | organofosforado | Lagarta-urticante (<i>Lonomia circunstantans</i>) | 1 L/ha | 7 | II | C/I |
| Dipterex 500 | triclorfom | organofosforado | Lagarta-urticante (<i>Lonomia circunstantans</i>) | 1 L/ha | 7 | II | C/I |
| Dissulfan EC | endosulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1,5 - 2 L/ha | 70 | I | NS/NSE |
| Disyston GR 100 | dissulfotom | organofosforado | Cochonilha-da-raiz (<i>Dysmicoccus cryptus</i>) | 22,5 - 37,5 kg/ha | 90 | III | S |
| | | | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | | | | |
| | | | Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | | | | |
| Ducat | beta-ciflutrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 80 - 100 ml/ha | 14 | II | C/I |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------------------|---|------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Dytrol | óleo mineral | hidrocarbonetos | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) | 1 - 2 L/100 L | 20 | IV | C |
| Endofan | endosulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1,5 - 2,5 L/ha | 70 | I | C/I |
| Endosulfan AG | endosulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1,5 - 2 L/ha | 70 | I | C/I |
| Endosulfan Fersol 350 EC | endosulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1,5 - 2 L/ha | 70 | II | C/I |
| Endosulfan 350 EC | endosulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1,5 - 2 L/1000 plantas | 70 | I | C/I |
| Endozol | endosulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1 - 1,4 L/ha | 70 | II | C/I |
| Ethion 500 | etiona | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1 - 1,5 L/ha | 60 | I | C/I |
| Ethiongel 950 | etiona | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 750 ml/ha | 60 | II | C/I |
| Fastac 100 | alfa-cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 50 - 60 ml/1000 covas | 2 | II | C/I |
| Fentrol Gama | Cialotrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 40 ml/ha | 7 | III | C/I |
| Fermag | fosfeto de magnésio | inorgânico precursor de fosfina | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | - | 4 | I | F |
| Fertox | fosfeto de alumínio | inorgânico precursor de fosfina | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | - | 4 | I | - |
| Full | beta-ciflutrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 80 - 100 ml/ha | 14 | II | C/I |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|----------------|---------------------|---------------------------------|--|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Fumibromo | brometo de metila | alifático halogenado | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | 30 - 35 g/m ³ | - | I | - |
| Furadan 100 G | carbofurano | metilcarbamato de benzofuranila | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 8 - 25 Kg/Ha | 30 | III | S |
| Furadan 350 SC | carbofurano | metilcarbamato de benzofuranila | Cigarra (<i>Fidicina pronoe</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 6 ml/cova 1 - 2 ml/cova 6 ml/cova | 90 | I | S |
| Furadan 50 G | carbofurano | Metilcarbamato de benzofuranila | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) Cigarra (<i>Fidicina pullata</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 10 g/cova 60 g/cova 60 g/cova 10 - 30 g/cova | 90 | III | S |
| Fury 180 EW | zeta-cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 35 ml/ha | 15 | II | C/I |
| Fury 400 CE | zeta-cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 37,5 ml/ha | 15 | II | C/I |
| Gastoxin | fosfeto de alumínio | inorgânico precursor de fosfina | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | - | 4 | I | - |
| Gastoxin-B 57 | fosfeto de alumínio | inorgânico precursor de fosfina | Caruncho-das-tulhas (<i>Araecerus fasciculatus</i>) | - | 4 | I | - |
| Granutox | forato | organofosforado | Cigarra-do-cafeeiro (<i>Carineta fasciculata</i>) Cochonilha-da-raiz (<i>Dysmicoccus cryptus</i>) Cigarra (<i>Fidicina pullata</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 20 - 160 g/planta | 90 | I | S |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|--|--------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Granutox | forato | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 33 - 41,5 kg/ha | 90 | II | S |
| Hostathion | triazofós | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1 L/ha | 14 | II | C/I |
| Iharol | óleo mineral | hidrocarbonetos alifáticos | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Cochonilha-parda (<i>Saissetia coffeae</i>) | 1 - 2 L/100 L | 20 | IV | C |
| Karate Zeon 50 CS | lambda-cialotrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 100 ml/ha | 1 | III | C/I |
| Karate 50 EC | lambda-cialotrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 100 ml/ha | 1 | II | C/I |
| Keshet 25 EC | deltametrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 100 - 200 ml/ha | 15 | I | C/I |
| Klorpan 480 CE | clorpirifós | organofosforado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1 - 1,5 L/ha | 21 | II | C/I |
| Lebaycid EW | fentiona | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1500 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Lebaycid 500 | fentiona | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1000 - 1500 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Lorsban 480 BR | clorpirifós | organofosforado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1,5 L/ha 1 - 1,5 L/ha | 21 | II | C/I |
| Malathion 500 CE | malationa | organofosforado | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cochonilha-parda (<i>Saissetia coffeae</i>) | 3 L/ha | 15 | III | C/I |
| Malathion 500 CE | malationa | organofosforado | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Cochonilha-parda (<i>Saissetia coffeae</i>) | 3 L/ha | 15 | III | C/I |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|--|------------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Mavrik | fluvalinato | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 125 - 250 ml/ha | 28 | I | C/I |
| Meothrin 300 | fenpropatrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cochonilha-de-placa (<i>Orthezia praelonga</i>) | 250 - 400 ml/ha 200 ml/ha | 14 | I | C/I |
| Nexide | Gama Cialotrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 15 ml/ha | 7 | III | C/I |
| Nomolt 150 | teflubenzurom | benzoiluréia | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 250 ml/ha | 30 | IV | ISQ |
| Nor-Trin 250 CE | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 40 - 64 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Ofunack | piridafentiona | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 2,5 L/ha | 21 | III | - |
| Piredan | permetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 130 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Polytrin 400/40 CE | Cipermetrina profenofós | Piretróide organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 150 ml/100 L | 30 | III | C//Pr |
| Pounce 384 EC | permetrina | (piretróide) | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Lagarta-de-cor-parda (<i>Thyrintea arnobia</i>) | 130 ml/ha 130 ml/ha | 30 | III | C/I |
| Premier | imidacloprido | neonicotinóide | Berne-das-raízes (<i>Chiromyza vittata</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 15 - 150 ml/planta | 45 | IV | S/C/I |
| Premier Duo | Imidacloprido triadimenol | Neonicotinóide triazol | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 30 - 40 Kg/Ha | 45 | I | - |
| Ripcord 100 | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 100 - 150 ml/1000 covas | 30 | II | C/I |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|----------------------------|---|--------------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Sherpa 200 | cipermetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 50 - 80 ml/ha | 30 | I | C |
| Spinner | óleo mineral | hidrocarbonetos alifáticos | Cochonilha-parda (<i>Saissetia coffeae</i>) Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) | 1 - 1,5 L/100 L | - | III | C |
| Spraytex S | óleo mineral | hidrocarbonetos alifáticos | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Cochonilha-parda (<i>Saissetia coffeae</i>) | 1 - 2 L/100 L 1 - 2 L/100 L | 20 20 | IV | C |
| Stallion 150 CS | Gama Cialotrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 15 ml/ha | 7 | III | C/I |
| Stallion 60 CS | Gama Cialotrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 40 ml/ha | 7 | III | C/I |
| Sumidan 25 CE | esfenvalerato | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 0,24 L/1000 covas | 25 | I | C |
| Sumirody 300 | fenpropratrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 250 - 400 ml/ha | 14 | I | C/I |
| Sumithion 500 CE | fenitrotiona | organofosforado | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 2 L/ha | 14 | II | C/I |
| Sunspray E | óleo mineral | hidrocarbonetos alifáticos | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) | 1 L/100 L | - | IV | C |
| Talcord 250 CE | permetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 100 - 200 ml/1000 covas | 30 | I | C/I |
| Temik 150 | aldicarbe | metilcarbamato de oxima | Cigarra (<i>Dorsiana drewseni</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 2 - 20 g/cova | 90 | I | S |
| Thiobel 500 | Cloridrato de cartape | Bis tiocarbamato | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 0,8 - 1 kg/ha | 14 | III | - |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| INSETICIDAS | | | | | | | |
|------------------|----------------------------|----------------------------|---|--|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Thiodan EC | endossulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1,5 - 2 L/ha | 70 | II | C/I |
| Thionex 350 EC | endossulfam | ciclodienoclorado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) | 1,5 - 2 L/ha | 70 | I | C/I |
| Tiger 100 EC | piriproxi-fem | éter piridiloxipropílico | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 0,5 - 1 L/ha | 15 | I | C/T |
| Triona | óleo mineral | hidrocarbonetos alifáticos | Cochonilha-verde (<i>Coccus viridis</i>) Cochonilha-parda (<i>Saissetia coffeae</i>) | 1 - 1,5 L/100L | - | IV | C |
| Turbo | beta-ciflutrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 80 - 100 ml/ha | 14 | II | C |
| Valon 384 CE | permetrina | piretróide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Lagarta-de-cor-parda (<i>Thyrinteina arnobia</i>) | 130 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Verdadero 20 GR | Ciproconazol tiametoxam | Triazol neonicotinóide | Berne-das-raízes (<i>Chiomyza vittata</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 30 kg/ha 25 - 30 kg/ha 20 - 30 kg/ha | 90 | IV | S |
| Verdadero 600 WG | Ciproconazol tiametoxam | Triazol neonicotinóide | Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) Cigarra-do-cafeeiro (<i>Quesada gigas</i>) | 850 - 1000 g/ha 700 - 1000 g/ha | 90 | III | S |
| Vexter | clorpirifós | organofosforado | Broca-do-café (<i>Hypothenemus hampei</i>) Bicho-mineiro-do-café (<i>Leucoptera coffeella</i>) | 1,5 L/ha 1 - 1,5 L/ha | 21 | II | C/I |

*Classe Toxológica: I = Extremamente tóxico; II = Altamente tóxico; III = Medianamente tóxico; IV = Pouco tóxico. **S = sistêmico; S/C = sistêmico e de contato; C/I = de contato e ingestão; AC = adjuvante, de contato; C/T = de contato e translaminar; NS/NSE = não sistêmico e não seletivo; F = fumigante; ISQ = Inibidor da síntese de quitina; C/I/Pr = de contato, ingestão e profundidade; S/C/I = sistêmico, de contato e ingestão.

Fonte: Adaptado de Oliveira, Neto e Zambolim (2005b).

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| ACARICIDAS | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|-----------------|---|------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Caligur | azociclotina | organoestânico | Ácaro-da-leprose (<i>Brevipalpus phoenicis</i>) | 750 ml/ha | 30 | II | C |
| Danimen 300 CE | fenpropratrina | piretróide | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 200 ml/ha | 14 | I | C/I |
| Envidor | espirodiclofeno | cetoenol | Ácaro-da-leprose (<i>Brevipalpus phoenicis</i>) Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 30 ml/ha 30 ml/ha | 21 21 | III | NS |
| Ethion 500 | etiona | organofosforado | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 1 - 1,5 L/ha | 60 | I | C/I |
| Ethiongel 950 | etiona | organofosforado | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 500 ml/ha | 60 | II | C/I |
| Hostathion | triazofós | organofosforado | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 0,3 - 0,5 L/ha | 14 | II | C/I |
| Lebaycid EW | fentiona | organofosforado | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 1500 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Lebaycid 500 | fentiona | organofosforado | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 1000 - 1500 ml/ha | 30 | II | C/I |
| Mavrik | fluvalinato | piretróide | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 250 ml/ha | 28 | I | C/I |
| Meothrin 300 | fenpropratrina | piretróide | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) Ácaro-da-leprose (<i>Brevipalpus phoenicis</i>) | 200 ml/ha 400 ml/ha | 14 14 | I | C/I |
| Microsulfan 800 PM | enxofre | inorgânico | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 5 kg/ha | - | IV | C |
| Peropal 250 PM | azociclotina | organoestânico | Ácaro-da-leprose (<i>Brevipalpus phoenicis</i>) | 100 g/100L | 30 | I | C |
| Sipcatin 500 SC | cihexatina | organoestânico | Ácaro-da-leprose (<i>Brevipalpus phoenicis</i>) | 60 ml/100L | 30 | I | - |
| Sulficamp | enxofre | inorgânico | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 700 g/100L | - | IV | C |
| Sumirody 300 | fenpropratrina | piretróide | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 200 ml/ha | 14 | I | C/I |

APÊNDICE D. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais inseticidas e acaricidas utilizados para a cultura do café






(continuação)

| ACARICIDAS | | | | | | | |
|----------------|-----------------|---------------------------------|---|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Nome Comercial | Princípio ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
| Thiovit Jet | enxofre | inorgânico | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 2 - 3 kg/ha | - | III | C |
| Thiovit Sandoz | enxofre | inorgânico | Ácaro-vermelho (<i>Oligonychus ilicis</i>) | 3 - 6 kg/ha | - | IV | C |
| Cierto 100 GR | fostiazato | organofosforado | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 30- 40 g/cova | 60 | III | S |
| Counter 150 G | terbufós | organofosforado | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne exigua</i>) | 13 - 20 g/cova | 90 | I | S |
| | | | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 13 - 20 g/cova | 90 | | |
| Counter 50 G | terbufós | organofosforado | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne exigua</i>) | 60 g/cova | 90 | I | S |
| | | | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 60 g/cova | 90 | | |
| Furadan 100 G | carbofurano | metilcarbamato de benzofuranila | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne exigua</i>) | 16 - 33 kg/ha | 30 | III | S |
| | | | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 16 - 33 kg/ha | 30 | | |
| Furadan 50 G | carbofurano | metilcarbamato de benzofuranila | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 20 - 40 g/cova | 90 | III | S |
| | | | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne exigua</i>) | 20 - 40 g/cova | 90 | | |
| Nemacur | fenamifós | organofosforado | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 15 - 45 g/cova | 45 | II | S |
| Rugby 100 GR | cadusafós | organofosforado | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 30 kg/ha | 98 | II | C/I |
| Temik 150 | aldicarbe | Metilcarbamato de oxima | Nematóide-das-galhas (<i>Meloidogyne incognita</i>) | 2 - 20 g/cova | 90 | I | S |

*Classe Toxológica: I = Extremamente tóxico; II = Altamente tóxico; III = Medianamente tóxico; IV = Pouco tóxico. **C = de contato; C/I = de contato e ingestão; NS = não sistêmico; S = sistêmico.

Fonte: Adaptado de Oliveira, Neto e Zambolim (2005b)

APÊNDICE E. Principais doenças do cafeeiro

| Nome Popular | Nome científico | Danos e sintomas |
|--|---|--|
| Ferrugem. |  <i>Hemileia vastatrix</i> | Após a fêmea perfurar e cavar as galerias com a respectiva câmara de postura, surgem as larvas que, ao se alimentarem, vão destruir parcial ou totalmente a semente. |
| Mancha manteigosa. |  <i>Colletotrichum spp.</i> | Nas folhas e frutos surgem manchas de cor clara de aspecto oleoso que depois se transformam em lesões necróticas. |
| Queima-do-fio. |  <i>Pellicularia koleroga</i> | As folhas ficam escuras, secam e ficam penduradas no ramo por um filamento branco. |
| Roseliniose ou mal de 4 anos. |  <i>Rosellinia spp.</i> | Atacam o sistema radicular do cafeeiro, a partir de rizomorfos (uma espécie de cordões escuros), que crescem em tocos e em restos de plantas em decomposição. |
| Cercosporiose ou mancha do olho pardo. |  <i>Cercospora coffeicola</i> | Desfolhamento, chochamento, mal formação e queda de frutos. |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continua)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|--|------------|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Agrinose | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 600 | g/100 L água | 21 | IV | C |
| Aliette | fosetil | fosfonato | Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 2 | kg/ha | 30 | IV | S |
| Alto GR 10 | ciproconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 20 - 25 | kg/ha | 100 | IV | S/C |
| Alto 100 | ciproconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,5 - 0,75 | L/ha | 30 | III | S/C |
| Alto 200 CE | ciproconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 250 - 375 | ml/ha | 30 | I | S/C |
| Amistar | azoxistrobina | estrobilurina | Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 100 | g/ha | 21 | IV | S |
| Anvil 100 SC | hexaconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 400 - 600 | ml/ha | 35 | II | S |
| Baron | dissulfotom triadimenol | organofosforado triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 25 - 65 | kg/ha | 90 | II | S |
| Bayfidan CE | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1 | L/ha | 30 | II | S |
| Bayfidan 125 CE | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 | L/ha | 30 | II | S |
| Bayfidan 60 GR | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 10 - 20 | kg/ha | 30 | IV | S |
| Bayleton BR | triadimefom | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1000 | g/ha | 60 | III | S |
| Baysiston GR | dissulfotom triadimenol | organofosforado triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 30 - 70 | kg/ha | 90 | III | S |
| Bellkute | iminocadina | guanidina | Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 - 1,5 | L/ha | 14 | I | C |
| Bravonil 750 WP | clorotalonil | isoflalonitrila | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 2 - 3 | kg/ha | 30 | II | C |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|------------------------------------|---------------------------------|--|------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Brestan PM | acetato de fentina | organoestânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 - 2 1 - 1,5 | kg/ha kg/ha | 30 21 | II | C |
| Cantus | Boscalida | anilida | Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) Mancha-das-folhas (<i>Ascochyta coffeae</i>) | 0,15 | L/ha | 45 | III | S |
| Caporal | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 10 - 20 | kg/ha | 30 | IV | S |
| Caporal WP | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1 | kg/ha | 30 | III | S |
| Caramba 90 | metconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1,5 - 2 | L/ha | 30 | III | S |
| Cercobin 700 PM | tiofanato-metilico | benzimidazol | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 200 - 250 | g/100 L água | 28 | IV | S |
| Cerconil SC | clorotalonil tiofanato-metilico | isofaltonitrila benzimidazol | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 400 - 500 | ml/100 L água | 30 | III | S/C |
| Cobox | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 - 5 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Cobox DF | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 3 - 4 | kg/ha | 21 | IV | C |
| Cobre Fersol | oxicloreto de cobre | inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 400 | g/100 L água | 30 | IV | C |
| Cobre Sandoz BR | Óxido Cuproso | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 - 3 | kg/ha | 30 | IV | C |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|--------------|----------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Comet | piraclostrobina | estrobilurina | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,8 | L/ha | 45 | II | S |
| Constant | tebuconazol | triazol | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 | L/ha | 30 | III | S |
| Contact | hidróxido de cobre | inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) | 3 - 5 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Cupravit Azul BR | oxicloreto de cobre | inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 4 - 6 | kg/ha | 21 | IV | C |
| Cupravit Verde | oxicloreto de cobre | inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 3 - 4 | kg/ha | 21 | IV | C |
| Cuprocarb 350 | oxicloreto de cobre | inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 6 | kg/ha | 21 | IV | C |
| Cuprocarb 500 | oxicloreto de cobre | inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 2,5 - 4 3 | kg/ha kg/ha | 21 21 | IV | C |
| Cuprozeb | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 3 | kg/ha | 60 | IV | |
| Cupuran 500 PM | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 2,5 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Dacobre PM | clorotalonil oxicloreto de cobre | isoflalonitrila inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 4 | kg/ha | 30 | II | C |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------|------------------------|--------------------|--|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Dithane NT | mancozebe | ditiocarbamato | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 4 - 5 | kg/ha | 21 | III | C |
| Domark 100 EC | tetraconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,5 - 1 | L/ha | 15 | II | S |
| Dyrene 480 | anilazina | triazinilanilina | Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 4 | L/ha | 15 | III | C |
| Elite | tebuconazol | triazol | Mancha-das-folhas (<i>Ascochyta coffeae</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 11 | L/ha | 30 | III | S |
| Fegatex | cloreto de benzalcônio | amônio quaternário | Podridão-dos-grãos-armazenados (<i>Aspergillus flavus</i>) Tombamento (<i>Aspergillus niger</i>) Mofo (<i>Aspergillus ochraceus</i>) Fusariose (<i>Fusarium</i> spp.) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Fungo-de-armazenamento (<i>Penicillium</i> spp.) | 330 330 | ml/100 L água ml/100 L água | 14 | III | |
| Folicur PM | tebuconazol | triazol | Mancha-das-folhas (<i>Ascochyta coffeae</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 | kg/ha | 30 | III | S |
| Folicur 200 EC | tebuconazol | triazol | Mancha-das-folhas (<i>Ascochyta coffeae</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 | L/ha | 30 | III | S |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|-----------------|--------------------|----------------|
| Fungitol Azul | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 3 - 4 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Fungitol Verde | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 2,5 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Garant | hidróxido de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 3 - 5 3 - 5 1,7 3 - 5 | kg/ha kg/ha kg/ha kg/ha | 30 | IV | C |
| Garant BR | hidróxido de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) | 3 - 5 1,7 3 - 5 | kg/ha kg/ha kg/ha | 30 | III | C |
| Garra 450 WP | hidróxido de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 2 - 3 | kg/ha | 21 | III | C |
| Hokko Cupra 500 | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 4 - 5 4 - 5 4 - 5 | kg/1000 covas kg/1000 covas kg/1000 covas | 21 | IV | C |
| Horizon | tebuconazol triadimenol | triazol triazol | Mancha-das-folhas (<i>Ascochyta coffeae</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,8 | L/ha | 30 | III | S |
| Impact | flutriafol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 2 3,5 - 5,5 | L/ha L/ha | 30 120 | II | S |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------|--|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Impact 125 SC | flutriafol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 2 | L/ha | 30 | II | |
| | | | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 3,5 - 5,5 | L/ha | 120 | | |
| | | | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 2 | L/ha | 30 | | |
| Impact 1,5 G | flutriafol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 30 - 50 | kg/ha | 121 | III | S |
| Kobutol 750 | quintozeno | cloroaromático | Tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | 750 | g/100 L água | | III | C |
| Kocide WDG Bioactive | hidróxido de cobre | inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,75 | kg/ha | 30 | III | C |
| Mancozeb Sipcam | mancozebe | ditiocarbamato | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 - 4 | kg/ha | | III | C |
| Manzate GrDa | mancozebe | ditiocarbamato | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 - 5 | kg/ha | 60 | III | P |
| Manzate 800 | mancozebe | ditiocarbamato | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 - 5 | kg/ha | 60 | III | P |
| Mercury | flutriafol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 2 | L/ha | 30 | II | S |
| | | | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 3,5 - 5,5 | L/ha | 60 | | |
| Monceren PM | pencicurom | feniluréia | Tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | 300 | g/100 kg sementes | | IV | P |
| | | | Tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | 100 | g/100 L água | | | |
| Opera | epoxiconazol piraclostrobina | triazol estrobilurina | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 1,5 | L/ha | 45 | II | S |
| | | | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | | L/ha | 45 | | |
| Opus | epoxiconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,6 | L/ha | 45 | III | S |
| Opus SC | epoxiconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,6 | L/ha | 45 | III | S |
| Photon | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 10 - 20 | kg/ha | 30 | IV | S |
| Photon SC | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1 | L/ha | 30 | III | S |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------|-------------------------------|---------------------------|--|----------------------|--------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Plantacol | quintozeno | cloroaromático | Tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | 300 | g/100 L água | | III | C |
| Potenzor | flutriafol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,5 - 2 3,5 - 5,5 | L/ha L/ha | 30 120 | II | S |
| Praise | epoxiconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,6 | L/ha | 45 | III | S |
| Premier Duo | imidacloprido triadimenol | neonicotinóide triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 30 - 40 | kg/ha | 45 | I | |
| Priori Xtra | azoxistrobina ciproconazol | estrobilurina triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 500 | ml/ha | 30 | III | S |
| Propose | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 4 - 6 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Pulsor 240 SC | tifluzamida | carboxanilida | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,8 - 1,2 | L/ha | 30 | II | S |
| Ramexane 850 PM | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 - 4 | kg/ha | 21 | IV | C |
| Reconil | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 4 - 6 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Recop | oxicloreto de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Antracnose (<i>Colletotrichum coffeanum</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2 - 5 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Redshield 750 | Óxido Cuproso | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1,2 - 2 | kg/ha | 30 | IV | C |
| Regio | epoxiconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,6 | L/ha | | III | S |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--|--------------------|---------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Resist | ciproconazol oxicloreto de cobre | triazol inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 2,5 - 3 | kg/ha | 30 | II | S/C |
| Rival 200 EC | tebuconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1 | L/ha | 30 | III | S |
| Rovral | iprodiona | dicarboximida | Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 | kg/1000 covas | 35 | IV | C |
| Rovral SC | iprodiona | dicarboximida | Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 | L/1000 covas | 35 | IV | C |
| Score | difenoconazol | triazol | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 35 | ml/100 L água | | I | S |
| Shavit Agricur 250 EC | triadimenol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 750 - 1000 | ml/ha | 30 | I | S |
| Soprano 125 SC | epoxiconazol | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 400 - 600 | ml/ha | 30 | III | S |
| Sphere | trifloxistrobina ciproconazol | estrobilurina triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 0,4 - 0,6 | L/ha | 30 | I | M/S |
| Strike | clorotalonil oxicloreto de cobre | isoflato-nitrila inorgânico | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 3 - 4 | kg/ha | 90 | III | |
| Supera | hidróxido de cobre | inorgânico | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) | 3 | L/ha | | III | C |
| Systhane EC | miclobutanil | triazol | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 1 - 1,2 | L/ha | 28 | I | S |
| Tilt | propiconazol | triazol | Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 0,56 0,6 - 0,75 | L/ha L/ha | 15 | III | S |
| Triade | tebuconazol | triazol | Mancha-das-folhas (<i>Ascochyta coffeae</i>) Cercosporiose (<i>Cercospora coffeicola</i>) Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) Seca-de-ponteiros (<i>Phoma costaricensis</i>) | 1 | L/ha | 30 | III | S |

APÊNDICE F. Nome comercial, princípio ativo, grupo químico, alvo, dose, carência, classe toxológica e modo de ação dos principais fungicidas utilizados para a cultura do café

(continuação)

| Nome Comercial | Princípio Ativo | Grupo Químico | Alvo | Dose | Unidade | Carência (dias) | *Classe Toxológica | **Modo de Ação |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|--|------------|----------------------|-----------------|--------------------|----------------|
| Verdadero 20 GR | ciproconazol tiametoxam | triazol neonicotinóide | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 20 - 30 | kg/ha | 90 | IV | S |
| Veradero 600 WG | ciproconazol tiametoxam | triazol neonicotinóide | Ferrugem (<i>Hemileia vastatrix</i>) | 700 - 1000 | g/ha | 90 | III | S |
| Vitavax 750 PM BR | carboxina | carboxanilida | Tombamento (<i>Rhizoctonia solani</i>) | 150 - 250 | g/100 kg sementes | | II | S |

*Classe Toxológica: I = Extremamente tóxico; II = Altamente tóxico; III = Medianamente tóxico; IV = Pouco tóxico. **C = de contato; S = sistêmico; S/C = sistêmico e de contato; P = protetor; M/S = mesosistêmico e sistêmico.

Fonte: Adaptado de Oliveira, Neto e Zambolim (2005a).