

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS
UNIDADE FRUTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS**

**APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO NO AMBIENTE: DA
QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO À
SAÚDE DO TRABALHADOR RURAL**

**Gabriel Gomes Mendes
Engenheiro Ambiental**

**FRUTAL-MG
2023**

GABRIEL GOMES MENDES

**APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO NO AMBIENTE: DA
QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO À
SAÚDE DO TRABALHADOR RURAL**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ciências Ambientais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Viviane Modesto Arruda

Co-orientador

Dr. Jhansley Ferreira da Mata

**FRUTAL-MG
2023**

Ficha Catalográfica da Obra

M538a Mendes, Gabriel Gomes
Aplicação de agrotóxico no ambiente: da qualidade do solo em sistemas de produção à saúde do trabalhador rural / Gabriel Gomes Mendes. - 2023.

137 f. : il., gráficos, tabelas, quadros

Orientadora: Viviane Modesto Arruda.

Co-orientador: Jhansley Ferreira da Mata.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal, 2023.

Inclui bibliografia

1. Agricultura. 2. Pesticidas. 3. Saúde ambiental. 4. Manejo do solo. 5. Lactuca sativa. I. Arruda, Viviane Modesto. II. Mata, Jhansley Ferreira da. III. Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal. IV. Título.

CDD - 631

CDU – 631.6



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

GABRIEL GOMES MENDES

APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO NO AMBIENTE: DA QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO À SAÚDE DO TRABALHADOR RURAL

Dissertação apresentada a Universidade do Estado de Minas Gerais, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, na área de concentração Ciências Ambientais, Linha de Pesquisa Tecnologia, Ambiente e Sociedade, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2023.

Prof. Dra. Alexandra Pereira dos Santos IF Baiano

Prof. Dr. Eduardo da Silva Martins UEMG Frutal

Profa. Dra. Viviane Modesto Arruda

Orientadora



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo da Silva Martins, Professor de Educação Superior**, em 27/02/2023, às 16:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Viviane Modesto Arruda, Professora de Educação Superior**, em 27/02/2023, às 23:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandra Pereira dos Santos, Usuário Externo**, em 28/02/2023, às 08:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **61352466** e o código CRC **2A5D37E5**.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar ao meu lado me protegendo, iluminando e guiando os meus caminhos em cada minuto desta etapa e também por ter proporcionado sabedoria para enfrentar todos os obstáculos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa, sem a qual não seria possível a realização do mestrado.

Aos meus pais, Virginia e Janio, que sempre me apoiaram e estiveram junto comigo ao longo dessa jornada acadêmica. Não há palavras para descrever a minha gratidão e o amor que sinto por vocês.

As minhas irmãs Ídila Gabriela e Izabelly, ao meu cunhado João Victor e meu sobrinho João Lucas, pelo amor, carinho, confiança e apoio sempre.

Aos demais familiares pelo incentivo e auxílio para vim cursar o mestrado na UEMG de Frutal e por reconhecerem meu esforço pelos estudos.

A minha orientadora, professora Dra. Viviane Modesto Arruda, pela amizade, confiança, contribuição, paciência e as trocas de ideias que colaboraram para o meu aprendizado e foram cruciais nessa jornada de crescimento intelectual e acadêmico. Agradeço imensamente por todas as oportunidades e pelo carinho como orientadora, que mesmo estando distante geograficamente, a todo momento me passou tranquilidade. Você é uma inspiração para mim e conte comigo sempre!

Ao meu co-orientador, professor Dr. Jhansley Ferreira da Mata, por todo conhecimento partilhado, pelo suporte acadêmico e científico, orientação, paciência, amizade e por sempre mostrar que eu seria capaz. Sempre compreensivo e me demonstrou na prática como um verdadeiro professor deve ser. Agradeço imensamente por acreditar em mim e me ensinar tanto, pelas palavras de confiança que me incentivaram e encorajaram a voar cada vez mais alto, você também é uma grande inspiração...meu segundo pai. Estendo aqui os agradecimentos a sua esposa, Elisângela Rodrigues, por cada palavra, cada abraço, por ser uma pessoa incrível, por e ter me adotado como filho. Amo muito vocês!

Aos membros da banca de qualificação e defesa, por terem aceitado o convite para avaliação, e por toda contribuição com meu trabalho. A professora Dra. Alexandra Santos, que tive a felicidade de ser aluno no ensino médio/técnico no IF Baiano – *Campus Itapetinga* e hoje me sinto honrado em tê-la participando mais uma vez da minha formação. Ao professor

Dr. Eduardo Martins, que por intermédio do meu co-orientador tive a felicidade de conhecer e ser auxiliado por ele nas análises microbiológicas. Minha eterna gratidão!!!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCIAMB) e a Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade Frutal pela oportunidade de cursar uma pós-graduação em uma instituição pública, gratuita e de qualidade.

Aos professores do mestrado pelos ensinamentos e trocas compartilhadas ao longo desses vinte e dois meses de curso.

Aos integrantes do queridíssimo “Clubinho”, Katianne e Gabriel Longuinhos, o qual foi presenteado pelo PPGCIAMB por essas duas pessoas, que de colegas se tornaram os meus AMIGOS, companheiros de tantos momentos, aventuras e perrengues. Vocês foram meu suporte durante essa jornada, sempre me socorrendo e ajudando quando precisei. Levarei vocês para sempre!

Aos meus eternos amigos, Kauana Lopes, Paulo Uendel, Felipe Moreira e Augusto Rocha, por sempre acreditarem no meu potencial, incentivo e companheirismo de sempre para todos os momentos.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, Karen Fontes, Adriana Carillo, Bruna Bonito, Giovanni Alcantara, Gustavo Tofanin, em especial, ao Heytor Martins, a Thiemi Eposhi e Willyane Ferro, sou eternamente grato pela força e ajuda durante as coletas dos dados.

Aos amigos que o Rotaract Club de Frutal “Juca de Azevedo” me deu, Vitória Régis, Ângela Guidi, Raphael Ferreira, Isadora Ferreira, Laynara Oliveira e Thiago Carvalho, pelo companheirismo, risadas e projetos realizados.

Ao meu irmãozinho e parceiro de apartamento, João Flávio, que tive o prazer de conviver nos últimos 12 meses, agradeço a paciência, conversas, os reggae e a amizade.

A toda equipe da RM Geotecnologias, em especial ao Frederico Vasconcelos, por ter aberto às portas de sua empresa para realização do meu estágio da graduação, e por ter sido lá o ambiente na qual prestei os processos seletivos para o mestrado. Sou grato por todo incentivo e apoio para cursar o mestrado aqui na UEMG Unidade de Frutal.

Ao sindicato dos trabalhadores rurais, na qual direciono os agradecimentos a Marcileia Alves por todo suporte e auxílio para viabilizar a aplicação dos questionários aos trabalhadores rurais vinculados ao sindicato.

Aos trabalhadores rurais de Frutal por terem aberto as porteiras de suas propriedades, em ter me recebido e por contribuírem com a pesquisa.

Enfim, agradeço imensamente a todos aqueles, que direta ou indiretamente, auxiliaram na concretização do trabalho.

RESUMO

A produção de hortaliças tem ocupado uma posição de destaque no agronegócio brasileiro, nesse vasto grupo, se destaca a alface, sua produção pode ser realizada por meio de diversos sistemas de manejo, com destaque para o orgânico e convencional. As práticas utilizadas nesses manejos de solo e planta ocasionam mudanças nos agroecossistemas. Isso acarreta na adoção de práticas agrícolas que comprometem a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas com o uso de agrotóxicos que comprometem desde a saúde do trabalhador a qualidade do produto final. Assim, o objetivo desse trabalho foi investigar caracterização socioeconômica, perfil das práticas da exposição ocupacional quanto ao uso de agrotóxico, e percepção sobre os impactos ao meio ambiente pelos trabalhadores rurais do município de Frutal-MG, as características físicas, químicas e microbiológicas do solo e o desenvolvimento da cultura da alface em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG. O primeiro estudo foi caracterizado como uma pesquisa de campo, onde se aplicou um questionário amostral aos 147 trabalhadores rurais, também foram coletados dados sobre intoxicação exógena no período de 2020 a 2021 junto à Secretaria Municipal de Saúde de Frutal. Foram citados 42 tipos de agrotóxicos utilizados nas plantações. Além disso, a orientação técnica e a utilização do receituário agrônomo são realizadas parcialmente. Para o segundo e terceiro estudo, foram coletadas amostras de solo na profundidade 0-10 e 10-20 cm, das quais foram feitas as análises químicas, físicas e microbiológicas. Também foram analisadas as variáveis: diâmetro da cabeça, altura da planta, número de folhas totais, massa fresca total, e massa seca total da cultura da alface. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os dados foram submetidos análise de variância. Como principais resultados, observou-se uma variação entre os indicadores de qualidade do solo quando comparado entre os sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico. As alfaces cultivadas na 2ª safra no sistema de cultivo convencional sobressaíram em todas as variáveis analisadas quando comparadas com o sistema de cultivo orgânico/agroecológico. Na percepção de risco os trabalhadores rurais de Frutal, em sua maioria, utilizam diariamente uma grande variedade de agrotóxico, desde pouco a altamente tóxicos, tendo o produto Cletodim BRX o mais utilizado. De maneira geral, o uso e manejo do solo no sistema de cultivo orgânico/agroecológico dentre os indicadores avaliados, apontou melhores resultados para as análises químicas, físicas e microbiológicas. As alfaces produzidas no sistema orgânico/agroecológico, apesar de um menor desenvolvimento, apresentaram qualidade comercial, sendo importante enfatizar que esse tipo de sistema não faz uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, e o seu manejo tende a favorecer uma produção mais sustentável, garantindo assim, uma segurança alimentar maior.

Palavras-chave: Agricultura. Pesticidas. Saúde ambiental. Manejo do solo. *Lactuca sativa*.

APPLICATION OF PESTICIDES IN THE ENVIRONMENT: FROM THE QUALITY OF THE SOIL IN PRODUCTION SYSTEMS TO THE HEALTH OF RURAL WORKERS

ABSTRACT

The production of vegetables has occupied a prominent position in Brazilian agribusiness, in this vast group, lettuce stands out, its production can be carried out through various management systems, with emphasis on organic and conventional. The practices used in these soil and plant managements cause changes in agroecosystems. This leads to the adoption of agricultural practices that compromise the sustainability of agricultural production systems with the use of pesticides that compromise the health of the worker and the quality of the final product. Thus, the objective of this work was to investigate the socioeconomic characterization, the profile of occupational exposure practices regarding the use of pesticides, and the perception of the impacts on the environment by rural workers in the municipality of Frutal-MG, as well as the physical, chemical and microbiological characteristics of the soil. and the development of lettuce culture in conventional and organic/agroecological cultivation systems in the municipality of Fronteira-MG. The first study was characterized as a field survey, where a sampling questionnaire was applied to 147 rural workers. 42 types of pesticides used in plantations were mentioned. In addition, technical guidance and the use of agronomic prescriptions are partially carried out. For the second and third studies, soil samples were collected at depths of 0-10 and 10-20 cm, from which chemical, physical and microbiological analyzes were carried out. The following variables were also analyzed: head diameter, plant height, number of total leaves, total fresh mass, and total dry mass of the lettuce crop. The design used was completely randomized and the data was submitted to analysis of variance. As main results, there was a variation between soil quality indicators when compared between conventional and organic/agroecological cultivation systems. The lettuce grown in the 2nd harvest in the conventional cultivation system stood out in all the variables analyzed when compared with the organic/agroecological cultivation system. In the perception of risk, most rural workers in Frutal use a wide variety of pesticides daily, from low to highly toxic, with Cletodim BRX as the most used product. In general, the use and management of the soil in the organic/agroecological cultivation system, among the evaluated indicators, showed better results for the chemical, physical and microbiological analyses. The lettuces produced in the organic/agroecological system, despite a smaller development, presented commercial quality, it is important to emphasize that this type of system does not use pesticides and chemical fertilizers, and its management tends to favor a more sustainable production, thus guaranteeing, greater food security.

Keywords: Agriculture. Pesticides. Environmental health. Soil management. *Lactuca sativa*.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL | 16 |
| 1.1 Objetivo geral | 19 |
| 1.1.1 Objetivos específicos | 19 |
| CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 20 |
| 1.1 Produção agrícola e Agrotóxicos no Brasil..... | 20 |
| 1.2 Uso de Agrotóxicos e os riscos à saúde humana..... | 23 |
| 1.3 Agrotóxicos e os riscos ao meio ambiente | 25 |
| 1.4 Percepção de risco a exposição aos agrotóxicos | 27 |
| 1.5 Cultura da alface..... | 28 |
| 1.5.1 Cultivo convencional | 29 |
| 1.5.2 Cultivo orgânico/agroecológico..... | 29 |
| 1.5.3 Produção | 30 |
| 1.5.4 Indicadores químicos, físicos e biológicos do solo..... | 31 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 32 |
| CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DOS AGROTÓXICOS NO AMBIENTE E NA SAÚDE DO TRABALHADOR..... | 43 |
| RESUMO | 43 |
| ABSTRACT | 44 |
| 1 INTRODUÇÃO | 45 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 47 |
| 2.1 Desenho do estudo | 47 |
| 2.2 Caracterização da área do estudo | 47 |
| 2.3 População e amostra do estudo | 48 |
| 2.4 Instrumento de coleta dos dados | 49 |
| 2.5 Análise dos dados..... | 49 |
| 2.6 Aspectos éticos..... | 49 |
| 2.7 Identificação e caracterização dos agrotóxicos | 50 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 50 |
| 3.1 Percepção dos trabalhadores | 50 |
| 3.1.1 Perfil socioeconômico..... | 50 |
| 3.1.2 Riscos ocupacionais | 52 |
| 3.1.3 Riscos ao meio ambiente | 68 |
| 3.2 Caracterização das intoxicações..... | 71 |
| 4 CONCLUSÃO | 72 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 72 |
| CAPÍTULO 4 – ANÁLISES QUÍMICA, FÍSICA E MICROBIOLÓGICA DE SOLOS EM SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO/AGROECOLÓGICO NA CULTURA DA ALFACE..... | 81 |
| RESUMO | 81 |
| ABSTRACT | 82 |
| 1 INTRODUÇÃO | 83 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 84 |
| 2.1 Localização das áreas experimentais..... | 84 |
| 2.2 Descrição do experimento | 86 |
| 2.3 Delineamento experimental..... | 87 |
| 2.4 Coletas de solos..... | 88 |

| | | |
|-----|--|------------|
| 2.5 | Análises químicas do solo | 88 |
| 2.6 | Análises físicas do solo | 88 |
| 2.7 | Análises microbiológicas do solo..... | 91 |
| 2.8 | Análise dos dados..... | 92 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 93 |
| 3.1 | Análises químicas do solo | 93 |
| 3.2 | Análises físicas do solo | 98 |
| 3.3 | Análises microbiológicas do solo..... | 101 |
| 4 | CONCLUSÃO | 103 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 104 |
| | CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA | |
| | ALFACE SOB CULTIVO CONVENCIONAL E | |
| | ORGÂNICO/AGROECOLÓGICO | 111 |
| | RESUMO | 111 |
| | ABSTRACT | 112 |
| 1 | INTRODUÇÃO | 113 |
| 2 | MATERIAL E MÉTODOS | 114 |
| 2.1 | Localização das áreas experimentais..... | 114 |
| 2.2 | Descrição do experimento | 115 |
| 2.3 | Delineamento experimental e análises biométricas | 117 |
| 2.4 | Identificação e caracterização dos agrotóxicos | 118 |
| 2.5 | Análise dos dados..... | 119 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 119 |
| 3.1 | Análise das características biométricas | 119 |
| 3.2 | Caracterização dos agrotóxicos..... | 122 |
| 4 | CONCLUSÃO | 124 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 124 |
| | CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 129 |
| | APÊNDICES | 131 |
| | Apêndice A..... | 132 |
| | Apêndice B | 134 |
| | Apêndice C | 136 |

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Aplicação de agrotóxico no ambiente: da qualidade do solo a saúde do trabalhador rural
Pesquisador Responsável: GABRIEL GOMES MENDES
Área Temática:
Versão: 3
CAAE: 52.181521.6.0000.5112
Submetido em: 25/03/2022
Instituição Proponente: Unidade UEMG: Campus Frutal
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1920170

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2.

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Histórico de casos de intoxicação por agrotóxicos no Brasil no período de 2011 a 2020..... | 25 |
|--|----|

CAPÍTULO 3.

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Mapa de localização do município de Frutal – MG..... | 47 |
| Figura 2 – Descreve a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação sobre percepção dos agrotóxicos, assistência técnica, utilização de receituário agrônômico e leitura dos rótulos e bulas..... | 53 |
| Figura 3 – Descreve a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação ao local que costumam fazer a aplicação do agrotóxico..... | 58 |
| Figura 4 – Descreve a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação ao local de obtenção dos agrotóxicos..... | 60 |
| Figura 5 – Apresenta a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação ao local de armazenamento dos agrotóxicos..... | 60 |
| Figura 6 – Apresenta a frequência de aplicação dos agrotóxicos nas produções agrícolas..... | 62 |
| Figura 7 – Questões sobre as práticas no campo, uso de EPIs e percepção de riscos e danos..... | 63 |
| Figura 8 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre a quantidade de agrotóxicos utilizados na propriedade..... | 63 |
| Figura 9 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre qual(is) tipo(s) de EPI são utilizados..... | 64 |
| Figura 10 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre qual tipo de equipamento é utilizado para realizar a aplicação do agrotóxico nas produções rurais..... | 65 |
| Figura 11 – Quanto a lavagem das vestimentas utilizadas durante a aplicação/preparo dos agrotóxicos..... | 65 |
| Figura 12 – Avaliação individual sobre o contato dos trabalhadores rurais aos agrotóxicos, classificando quanto ao grau de risco à saúde..... | 66 |
| Figura 13 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre o risco dos agrotóxicos no meio ambiente..... | 68 |

Figura 14 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre a forma de descarte das embalagens vazias dos agrotóxicos..... 69

Figura 15 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre qual o destino final da sobra da calda..... 70

CAPÍTULO 4.

Figura 1 – Mapa de localização das áreas experimentais..... 85

Figura 2 – Mapa de caracterização de solo das áreas experimentais..... 86

Figura 3 – Procedimentos realizados: (A) Coleta das amostras deformadas; (B) Nivelamento das amostras indeformadas antes de serem destinadas a estufa..... 89

Figura 4 – Procedimentos realizados: (A) Pesagem das amostras de solo após secagem em estufa; (B) repouso da solução após o complemento do volume com álcool etílico.... 90

Figura 5 – Verificação da coloração do solo utilizando a carta de cores Munsell..... 91

Figura 6 – Procedimentos realizados: (A) Organização dos materiais para serem autoclavados; (B) Diluição seriada das amostras; (C) Inoculação por meio da semeadura em profundidade; (D) Amostras sendo armazenadas na estufa para promover o desenvolvimento dos microrganismos..... 92

CAPÍTULO 5.

Figura 1 – Mapa de localização das áreas experimentais..... 114

Figura 2 – Mapa de caracterização de solo das áreas experimentais..... 115

Figura 3 – Procedimentos realizados: (A) Organização das alfaces para proceder com as análises biométricas; (B) Medição do diâmetro da cabeça; (C) Inserção das alfaces na estufa após medição da massa fresca total; (D) Pesagem das alfaces para obtenção da massa seca total..... 118

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3.

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Características dos estabelecimentos agropecuários do município de Frutal – MG em 2017..... | 48 |
| Tabela 2 – Características socioeconômicas dos trabalhadores rurais do município de Frutal – MG..... | 52 |
| Tabela 3 – Características das notificações por intoxicação exógenas no município de Frutal, no ano de 2020..... | 71 |

CAPÍTULO 4.

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Valores médios dos atributos químicos dos solos sob sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG..... | 97 |
| Tabela 2 – Condutividade elétrica (CE), umidade (U), densidade de partículas (DP), densidade do solo (DS) e porosidade total (PT) em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG..... | 98 |
| Tabela 3 – Coloração dos pontos de coleta de solo pela carta de cores de Munsell..... | 101 |
| Tabela 4 – Valores médios de unidades formadoras de colônias por gramas de solo (UFC g solo ⁻¹) de bactérias, bolores e leveduras em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG..... | 102 |

CAPÍTULO 5.

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Diâmetro de cabeça (DC), altura de planta (AP), número de folhas totais (NFT), massa fresca total (MSF) e massa seca total (MST) em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG em diferentes sistemas de cultivo, épocas de cultivo e variedades..... | 120 |
|---|-----|

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 2.

Quadro 1 – Nova classificação toxicológica dos agrotóxicos no Brasil..... 22

Quadro 2 – Classificação dos agrotóxicos quanto ao grau do Potencial de Periculosidade Ambiental..... 23

CAPÍTULO 3.

Quadro 1 – Caracterização dos agrotóxicos utilizados nas propriedades rurais..... 54

CAPÍTULO 4.

Quadro 1 – Comparativo entre as propriedades analisadas..... 87

CAPÍTULO 5.

Quadro 1 – Comparativo entre as propriedades analisadas..... 116

Quadro 2 – Caracterização dos agrotóxicos utilizados na propriedade convencional..... 123

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo e o segundo país que mais exporta produtos de origem vegetal. Nos últimos anos, advindo da adoção de novas tecnologias e técnicas de produção com base na adaptabilidade da agricultura, grandes mudanças ocorreram no trabalho rural. O Produto Interno Bruto (PIB) do ramo agrícola entre janeiro a setembro de 2021 foi de 17,06%, considerado uma das principais bases econômicas do país (CNA; CEPEA 2021).

O agronegócio brasileiro tem sido reconhecido como um vetor de crescimento econômico, no qual entusiasma o trabalhador rural a alcançar respostas de produções rápidas e melhores (CNA; CEPEA, 2021). Nesse sentido a produção de hortaliças tem ocupado uma posição de destaque no agronegócio brasileiro.

A produção de hortaliças no Brasil desempenha um papel importante para garantir a alimentação humana, principalmente devido aos seus valores nutricionais e características sensoriais (HORNKE, 2019), estando presentes em pequenas e médias propriedades rurais.

As hortaliças são grupos de vegetais que abrangem mais de 100 espécies de interesse econômico, nesse vasto grupo, se destaca a alface (*Lactuca sativa* L.), considerada a hortaliça folhosa mais popular consumida no Brasil (PEDRINHO *et al.*, 2021). Apresenta ciclo de cultivo curto, o que faz demandar um processo excessivo de fertilização na qual se utiliza de fertilizantes minerais e sintéticos (PINHEIRO; PEREIRA; REZENDE, 2019). O seu cultivo pode ser encontrado em todo território brasileiro, particularmente em pequenas propriedades de agricultura familiar, possuindo grande importância a nível social e econômico (COSTA; SALA, 2005; KAPOULAS; KOUKOUNARAS; ILIĆ, 2017).

A produção da alface pode ser realizada por meio de diversos sistemas de manejo, com destaque para o orgânico e convencional. A principal diferença entre os sistemas é que o primeiro trata o solo como ponto central de todo o processo produtivo, reconhecendo-o como um recurso fundamental. Por esse motivo, o manejo "orgânico" prioriza práticas que mantenham e melhoram a qualidade do solo com o mínimo de perturbação e aumento do teor de matéria orgânica e ação biológica (OTOBONI; SILVA; GOMES, 2018).

A adoção de modelos agrícolas alternativos e sustentáveis, como o orgânico, pode desenvolver um potencial de diminuir os impactos ambientais e sociais contrários do manejo convencional que afeta desfavoravelmente as áreas rurais (SKRZYPCZYŃSKI *et al.*, 2021).

As práticas de manejo do solo utilizadas ocasionam mudanças nos agroecossistemas. Posto isso, é necessário promover o conhecimento e avaliar os indicadores de qualidade do solo, sejam eles químicos, físicos ou biológicos, na qual é um dos principais objetivos da ciência do solo (CARDOSO *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2013; SARMIENTO; FANDINO; GOMEZ, 2018).

Segundo Pignati *et al.* (2017) para manter uma produção agrícola intensiva, o setor convencional utiliza uma grande quantidade de sementes geneticamente modificadas e insumos agrícolas (fertilizantes e agrotóxicos). No que se refere aos agrotóxicos, o processo de comercialização não passa por um controle eficiente quanto aos riscos que a sua manipulação apresenta (NASCIMENTO, 2018).

Contudo, para a palavra “agrotóxico” existem várias terminologias. Assim, ao conceituar substâncias químicas vinculadas às produções agrícolas, temos: defensivos agrícolas, defensivos fitossanitários, pesticidas, praguicidas e remédios de planta (PERES; MOREIRA, 2003; BRASIL, 2015).

Os agrotóxicos aplicados em abundância na produção agrícola, por meio do contato direto ou indireto podem levar ao desequilíbrio do ecossistema e ao desenvolvimento de uma variedade de doenças que afetam a saúde do trabalhador rural (PERES; ROSEMBERG, 2003). Dessa maneira, os agrotóxicos desempenham um dos principais fatores de risco para a saúde dos trabalhadores, como também à saúde ambiental.

O risco para a saúde dos trabalhadores rurais em contato com o agrotóxico se dá principalmente pela falta de uso de equipamento de proteção individual – EPI, superdosagem, gerenciamento incorreto das embalagens, falta de conhecimento das rotas de exposição, carência de orientação técnica com linguagem clara e objetiva, aumentando assim, o risco de intoxicação aguda e crônica do trabalhador (PETARLI *et al.*, 2019; RIST’OW *et al.*, 2020; DAHIRI *et al.*, 2021; MATTIA; RÓDIO, 2022).

Com relação à saúde ambiental devido à aplicação de agrotóxicos, tem se estudado principalmente a qualidade do solo, água e ar, sendo o solo o maior receptor do produto químico tóxico. O solo para ser cultivado necessita ser preparado mecanicamente e ao longo do cultivo para o controle de pragas, doenças e plantas invasoras, são aplicados agrotóxicos. Essas práticas agrícolas alteram a qualidade química, física e biológica do solo

De modo geral, a pesquisa sobre percepção visa compreender como os indivíduos e o ambiente respondem aos riscos e suas informações disponíveis, e quais os fatores que interferem em suas respostas (GIULIO *et al.*, 2015).

A realização de pesquisas científicas nessas temáticas, proporciona uma avaliação e análise das condições das quais essa classe trabalhadora pode estar exposta, além de estudos comparativos de sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico avaliando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo com reflexo na segurança alimentar, qualidade e sustentabilidade econômica e ambiental.

A problemática em questão envolve não só aspectos de saúde, seja ela dos trabalhadores e consumidores dessas hortaliças, mas também ambientais, visto que a dispersão das partículas desses poluentes pode ocasionar desequilíbrio ambiental, seja no ar, solo, água e até em animais.

Conforme contextualizado, o estudo em questão traz as seguintes hipóteses: a falta de atenção na manipulação e utilização dos agrotóxicos expõe o trabalhador rural a riscos, os quais muitas das vezes não são percebidos; o sistema de cultivo orgânico/agroecológico melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo em relação ao sistema convencional; e o sistema de cultivo orgânico/agroecológico tem maior produção em comparação ao sistema convencional.

Neste trabalho será apresentado os seguintes capítulos: No primeiro capítulo a introdução geral, como também as hipóteses que norteiam a dissertação; No segundo capítulo a fundamentação teórica, na qual são apresentados os principais preceitos para auxiliar no entendimento dos demais capítulos.

No terceiro capítulo, intitulado como “Estudo do agrotóxico com efeito na saúde do trabalhador e ambiental”, foi abordado a percepção do risco aliada às práticas no uso de agrotóxicos pelos trabalhadores rurais no município de Frutal-MG.

No quarto capítulo, intitulado como “Análises química, física e microbiológica de solos em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico na cultura da alface”, foi realizado uma análise Dos efeitos do manejo na qualidade de solo cultivados com a cultura da alface.

No quinto capítulo, intitulado como “Avaliação do desenvolvimento da cultura da alface sob cultivo convencional e orgânico/agroecológico”, foi realizada uma análise das características biométricas da alface comparando os sistemas de cultivo.

1.1 Objetivo geral

Investigar caracterização socioeconômica, perfil das práticas da exposição ocupacional quanto ao uso de agrotóxico, e percepção sobre os impactos ao meio ambiente pelos trabalhadores rurais do município de Frutal-MG, as características físicas, químicas e microbiológicas do solo e o desenvolvimento da cultura da alface em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG.

1.1.1 Objetivos específicos

- Descrever o perfil da exposição ocupacional dos trabalhadores rurais sobre os riscos e danos inerentes à utilização dos agrotóxicos;
- Analisar as percepções dos trabalhadores rurais sobre riscos do uso de agrotóxicos sobre o meio ambiente;
- Identificar e caracterizar os agrotóxicos utilizados nas produções agrícolas;
- Analisar as características físicas e químicas do solo em sistemas de cultivos, convencional e orgânico/agroecológico;
- Quantificar as bactérias e fungos provenientes de amostras de solo de propriedades rurais sob cultivos convencional e orgânico/agroecológico;
- Avaliar as características biométricas da alface sob dois sistemas de cultivo, convencional e orgânico/agroecológico;

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo foi apresentado o referencial teórico da dissertação, fundamentado sobre as bases de preceitos necessários, de modo a delimitar, contextualizar e conhecer os aspectos ainda não explorados que circundam o tema. Está estruturado da seguinte forma: agrotóxicos no Brasil; classificação dos agrotóxicos; agrotóxicos e os riscos à saúde humana; agrotóxicos e os riscos ao meio ambiente; percepção de risco; cultura da alface (sistema convencional; sistema orgânico/agroecológico; produção; e indicadores químicos, físicos e biológicos do solo).

1.1 Produção agrícola e Agrotóxicos no Brasil

O modelo de produção agrícola existente no Brasil foi baseado historicamente na utilização de agrotóxicos, iniciada na década de 40. Foi fundamentado em programas de saúde pública no combate a vetores de doenças como Chagas, malária e febre amarela (SANTANA *et al.*, 2016).

A partir disso, sua utilização foi intensificada em âmbito mundial, com a Revolução Verde, num período pós-guerra, no qual ocorreu a promoção da agricultura e também início do processo de modernização tecnológica (MOTA *et al.*, 2020).

O marco histórico que dá alerta sobre o uso indiscriminado dos agrotóxicos foi datado no ano de 1962, quando a bióloga marinha, Rachel Carson, lançou o livro Primavera Silenciosa. Em sua obra, a autora sinaliza sua preocupação sobre a utilização de grandes quantidades de substâncias e seus congêneres no meio ambiente, sem que houvesse o conhecimento integral de seus efeitos nocivos (CARSON, 1962).

Sob uma perspectiva de entusiasmo nas propriedades agrícolas, advindo do incentivo para compra de agrotóxicos, bem como a necessidade de garantir uma entrega de alta qualidade para o mercado, condicionaram-se vários produtores rurais a se utilizar esses químicos, demonstrando serem imprescindíveis para a sobrevivência dos negócios (KMELLÁR *et al.*, 2008). Assim, os governos e empresas incentivaram a compra dos pacotes tecnológicos agrícolas, este contendo agrotóxicos e fertilizantes químicos.

A cada ano que se passa, percebe-se um incremento no processo produtivo agrícola brasileiro que cada vez mais, depende da utilização massiva do pacote tecnológico. O principal marco legal sobre os agrotóxicos no Brasil é a Lei, nº 7.802, de 11 de junho de 1989, que define que essas substâncias são:

[...] os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. (BRASIL. 1989, p. 1).

É sabido que no Brasil, existem vários Projetos de Lei (PL), com o intuito de alterar a referida lei. Pode-se citar o PL nº 3.200 de 2015, que tramita numa comissão especial na Câmara dos Deputados, na qual se objetiva simplificar o registro e a autorização dos agrotóxicos, bem como substituir a nomenclatura dessas substâncias para “defensivos fitossanitários” (BRASIL, 2015). De acordo com Soares *et al.* (2019, p. 340), “a terminologia proposta retira o peso tóxico dos produtos, essencialmente biocidas, simbolizando um retrocesso”.

Dentre o grupo de destaque das maiores empresas que controlam o mercado de agrotóxicos, todas são multinacionais e tem postos instalados no Brasil: Basf, Bayer, Dupont, Monsanto, Syngenta e Dow. O montante impulsionado é maior que o PIB de vários países, o que os constitui como verdadeiros oligopólios (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Dentre os ingredientes ativos mais vendidos no ano de 2020 no Brasil estão: Glifosato e seus sais, 2,4-D, Mancozebe, Atrazina, Acefato, Clorotalonil, Malationa, Enxofre, Imidacloprido e Clorpirifós. Já no estado de Minas Gerais se destacam: Glifosato, Mancozebe, 2,4-D, Atrazina, Acefato, Clorotalonil, Imidacloprido, Clorpirifós, Enxofre e Tiofanato-metílico (BRASIL, 2021).

Conforme os dados do Censo Agropecuário de 2017, cerca de 166.431 estabelecimentos agropecuários do estado de Minas Gerais utilizaram agrotóxicos em suas produções, isso representa um aumento de 62.814 estabelecimentos agropecuários, quando comparado com o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2017). Com isso, percebe-se que a disseminação do uso de agrotóxicos tem implicações sérias em diversos aspectos ambientais e de saúde pública (IPEA, 2020).

Os agrotóxicos abrangem um grande número de moléculas químicas, em que podem se apresentar com diferentes modos de ação e toxicidade. Desse modo, é de grande importância considerar a classificação dos agrotóxicos.

Nesse sentido, é de grande relevância para a busca de informações pertinentes sobre suas especificidades e orientar ações nos mais diversos setores (LIMA *et al.*, 2016). A

classificação dos agrotóxicos tem como base os aspectos toxicológicos. Sendo, o conceito de Toxicologia:

[...] Efeito tóxico de uma substância química que é capaz de provocar em um organismo vivo, ou seja, tem como finalidade principal prevenir o aparecimento de efeitos indesejáveis ao organismo, estabelecendo assim o uso seguro das substâncias químicas. (SPRADA, 2013, p. 16).

De acordo com Peruzzo (2018), é de elevada importância que os envolvidos na produção agrícola tenham noção dos aspectos essenciais sobre a toxicologia das diferentes categorias de agrotóxicos, para que após sejam difundidos os conhecimentos aos produtores com intuito de evitar riscos à saúde e ao meio ambiente.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou em 2019 o novo marco regulatório para a classificação dos agrotóxicos, que passou de quatro para seis classificações. O novo critério segue o padrão internacional do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals – GHS), “que é um Sistema de classificação e rotulagem de produtos químicos, elaborado no âmbito das Nações Unidas, que tem como finalidade a harmonização global da forma de classificação e rotulagem, e comunicação do perigo de produtos químicos (BRASIL, 2019). No Quadro 1, é possível observar a nova classificação dos agrotóxicos, dos quais 1.942 produtos foram avaliados pela ANVISA, sendo que 1.924 foram reclassificados.

Quadro 1 – Nova classificação toxicológica dos agrotóxicos no Brasil

| Categoria | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Não Classificado |
|--|----------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Nome da categoria | Extremamente Tóxico | Altamente Tóxico | Medianamente Tóxico | Pouco Tóxico | Improvável de Causa Dano Agudo | Não Classificado |
| Via de exposição Oral (mg kg ⁻¹ p.c) | ≤ 5 | >5 – 50 | >50 – 300 | >300 – 2000 | > 2000 – 5000 | > 5000 |
| Via de Exposição Cutânea (mg kg ⁻¹ p.c) | ≤ 50 | >50 – 200 | >200 – 1000 | >1000 – 2000 | >2000 – 5000 | > 5000 |
| Gases (ppm/V) | ≤ 100 | >100 – 500 | >500 – 2500 | >2500 – 20000 | >20000 | |

| | | | | | | | |
|------------------|------------------------------------|--------|--------------|-------------|-------------|-------|--|
| Via de exposição | Vapores (mg/L) | ≤ 0,5 | >0,5 – ≤ 2,0 | >2,0 – ≤ 10 | >10 ≤ 20 | > 20 | |
| | Produtos sólidos e líquidos (mg/L) | ≤ 0,05 | >0,05 – 0,5 | >0,5 – 1,0 | > 1,0 – 5,0 | > 5,0 | |

Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

No que diz respeito ao Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) apresentado no Quadro 2, a classificação desenvolvida e adotada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), foi descrito como uma forma razoável para cumprir a tarefa de avaliar e comparar ambientalmente os produtos e registros (BRASIL, 1996).

Quadro 2 – Classificação dos agrotóxicos quanto ao grau do Potencial de Periculosidade Ambiental

| Classe | Nível de perigo ao meio ambiente |
|--------|----------------------------------|
| I | Altamente perigoso |
| II | Muito perigoso |
| III | Perigoso |
| IV | Pouco Perigoso |

Fonte: Brasil, 1996.

A classificação com base no organismo que se deseja combater, se divide em: inseticidas (controle de insetos), fungicidas (controle de fungos), herbicidas (controle de plantas invasoras), fumegantes (controle de bactérias do solo), rodenticidas/raticidas (controle de roedores/ratos), nematicidas (controle de nematoides) e acaricidas (controle de ácaros) (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

1.2 Uso de Agrotóxicos e os riscos à saúde humana

Segundo Peruzzo (2018, p. 190), “o aumento do uso e o manuseio inadequado dessas substâncias causam preocupações quanto aos riscos e danos que poderiam resultar na economia, no meio ambiente e na saúde pública”.

O trabalhador rural lida com diversas substâncias ao longo da sua jornada de trabalho, substâncias essas que podem vir se tornar um agravo na sua saúde. De acordo com Taveira e Albuquerque (2018), no que diz respeito às intoxicações advindas dos agrotóxicos, elas podem ocorrer por via digestiva, respiratória, dérmica e/ou por contato ocular, acarretando quadros agudos ou crônicos.

Observa-se em diversos estudos, os relatos dos trabalhadores rurais sobre os principais sintomas agudos, como, por exemplo, dor de cabeça, sufocamento, falta de ar, tontura, vômito, náusea, mal-estar, fraqueza, dores musculares, irritação na pele e entre outros (SANTANA *et al.*, 2016; BIN SULAIMAN; IBRAHIM; JEFREE, 2019; SILVA, D. *et al.*, 2019; RISTOW *et al.*, 2020; SILVA, A. *et al.*, 2020). Esses sintomas se caracterizam por despertar manifestações rápidas, ocorrendo em até 24 horas após a exposição curta, porém de caráter excessivo a produtos extremamente ou altamente tóxicos (PERUZZO, 2018).

No que diz respeito aos sintomas crônicos, tendem a aparecer tardiamente, sendo meses ou anos após a devida exposição, seja ela pequena ou moderada a agrotóxicos (PERUZZO, 2018). Os sintomas característicos são facilmente confundidos com outras doenças, tais como câncer, problemas cardiovasculares e respiratórios. Conforme destacado por Pluth, Zanini e Battisti (2019), dentre os conjuntos químicos mais recorrentes ligados aos cânceres estão os organofosforados, piretróides, organoclorados e tiocarbamatos. Os autores indicam ainda a existência de relação direta entre a exposição aos agrotóxicos e o aparecimento de determinados tipos de câncer, como por exemplo: próstata, cólon, bexiga, estômago, linfoma não-Hodgkin, leucemia e mieloma múltiplo.

De acordo com Neves *et al.* (2020, p. 2752), “nota-se que há necessidade de ampliar o conhecimento sobre os efeitos crônicos à saúde da população exposta a estes produtos, pois pode haver um falso indicador a respeito do diagnóstico de cura”.

Em um estudo realizado no município de Santa Maria de Jetibá, região serrana do Espírito Santo, os autores constataram que a maior parte dos agricultores está em contato com mais de cinco categorias de agrotóxicos, há mais de 20 anos trabalhando diretamente com essas substâncias, sem ao menos ter orientação técnica (PERTALI *et al.*, 2019).

É importante frisar que o impacto do uso de agrotóxicos sob a saúde pode variar conforme o grau da toxicidade dos componentes, o princípio ativo, a dose absorvida e a via, como também a duração na qual a pessoa foi exposta.

Embora nos últimos seis anos notou-se o aumento de estudos brasileiros sobre o impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana, ainda se percebe que é ínfimo para se correlacionar o desdobramento da carga química oriunda da exposição ocupacional e a real grandeza dos danos à saúde ocasionados pela utilização massiva de agrotóxicos (ARAÚJO; OLIVEIRA, 2017).

A partir do levantamento utilizando o banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Sistema Único de Saúde (SUS) disponibilizada pelo Ministério de Saúde, foram selecionados casos de intoxicação exógena tendo como agente tóxico, agrotóxicos agrícolas, no período de 2011 a 2020 no território brasileiro. Pode-se observar um total de 46.720 casos em todo o território, sendo que o ano de 2019 foi o que apresentou maior número de notificações, correspondendo a 5.782 casos (Figura 1). A região que mais registrou casos nesse período foi a Sudeste, com cerca de, 15.676 registros.

Os três estados que mais tiveram registros entre 2011 a 2020 foram: Paraná (6.739 casos), São Paulo (6.017 casos) e Minas Gerais (5.902 casos) (BRASIL, 2022).

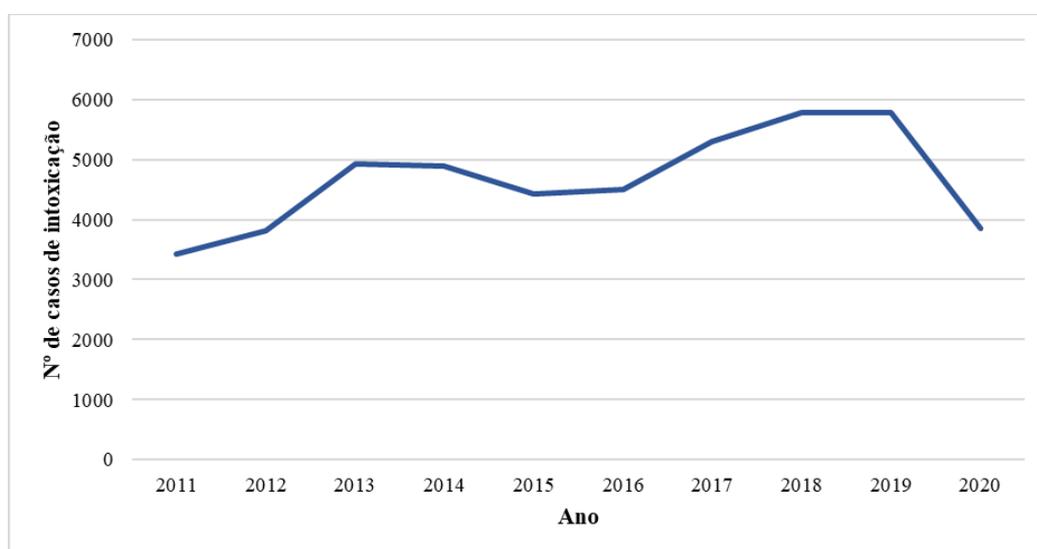


Figura 1 – Histórico de casos de intoxicação por agrotóxicos no Brasil no período de 2011 a 2020

Além dos riscos dos agrotóxicos causados à saúde humana, não se pode esquecer dos impactos ao meio ambiente. Dessa forma, é importante compreender os efeitos que ocorrem durante e após o processo de aplicação desses produtos no ambiente.

1.3 Agrotóxicos e os riscos ao meio ambiente

O uso desenfreado de agrotóxicos na produção agrícola tem gerado impacto sobre os diversos componentes ambientais, ao poluir as comunidades biológicas ou pela sua acumulação nos segmentos bióticos e abióticos do ecossistema (PERES; ROZEMBERG; LUCCA, 2003).

Pesquisadores demonstram em diversos estudos o impacto de agrotóxicos sobre a populações de abelhas. Tal ação causa a redução da capacidade desses animais podendo levar até a morte, e conseqüentemente a diminuição da polinização, sendo o principal serviço ecossistêmico desempenhado pelas abelhas (WOODCOCK, *et al.*, 2017; PAMMINGER *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2020).

Com relação a contaminação das águas subterrâneas e superficiais, Ismael e Rocha (2019) conduziram um levantamento em uma área sucroalcooleira na região metropolitana de João Pessoa, onde identificaram 25 princípios ativos, sendo a maioria enquadrados na classe de riscos de contaminantes potenciais. Tais substâncias são passíveis de sofrer o carreamento por meio do escoamento superficial quando dissolvidos em água.

Lopes-Ferreira *et al.* (2022), afirmam que a contaminação por agrotóxicos nos recursos hídricos, não só causa danos à qualidade da água potável, mas também ocasiona sérios impactos indiretos por meio da transferência entre espécies, como no solo e na cadeia trófica.

Outro ponto importante é que muitos agricultores acabam destinando incorretamente as embalagens de agrotóxicos, levando a queima ou até mesmo enterrando após o uso (SANTANA *et al.*, 2016). De acordo com Quental, Belém e Oliveira (2020) as embalagens de agrotóxicos tendem a provocar uma série de complicações quando são destinadas incorretamente, por essa razão é imprescindível seguir todas as orientações e procedimentos para evitar problemas posteriormente.

Rodrigues, Lopes e Silva (2018) indicam que muitos trabalhadores rurais não reconhecem os impactos do descarte das embalagens. Essa prática do gerenciamento incorreto pode gerar a contaminação do solo, da água e do ar, por isso, se faz necessário seguir as legislações e regulamentações pertinentes.

Pertali *et al.* (2019, p. 10) enfatizam “a necessidade de encontrar soluções que tenham como objetivo a utilização de agrotóxicos com vistas à minimização dos impactos sobre a saúde humana e à sustentabilidade ambiental”.

Atrelado à identificação dos riscos tanto no meio ambiente quanto na saúde humana, se faz necessário utilizar da percepção para gerenciar a identificação dos mesmos. Sendo assim, estudos de percepção de riscos promovem a elaboração de estratégias de intermediação no ambiente laboral rural.

1.4 Percepção de risco a exposição aos agrotóxicos

O estudo de percepção de risco busca compreender as formas como os indivíduos enxergam, pensam, representam, classificam ou analisam as diversas maneiras de ameaças onde estão expostos aos riscos (TINOCO *et al.*, 2020).

O ser humano responde ao meio em que o cerca de diversas formas e sentidos, entretanto é por meio do conjunto de mecanismos sensoriais, intelectuais e sentimentais, que se dá a percepção propriamente dita (GIULIO *et al.*, 2015).

Dentro dessa área de estudo de percepção de risco no ambiente rural, um dos precursores foi o pesquisador Vaughan. Em seu estudo, objetivou a avaliação de percepções de risco dos trabalhadores rurais imigrantes, sob a exposição aos agrotóxicos. Esse estudo resultou na compreensão de que os indivíduos com maiores percepções de risco apresentavam melhores comportamentos sob o aspecto de segurança no trabalho (VAUGHAN, 1993).

Favaro e Coêlho (2021, p. 171) destacam que “os riscos ocupacionais estão atrelados a condições específicas do ambiente em que o trabalhador está exposto e do trabalho que desenvolve”. Nesse sentido, conhecer os riscos, principalmente oriundos do trabalho com os agrotóxicos é de grande relevância para o gerenciamento eficaz.

Em estudo recente sobre o manejo de pesticidas por agricultores de subsistência no México, os autores constataram que entre os entrevistados existe a percepção de que a exposição a pesticidas prejudica a sua saúde. No estudo ainda, destaca-se a utilização de 28 pesticidas utilizados durante as aplicações, e o tempo de uso deles variaram de 5 a 41 anos (SÁNCHEZ-GERVACIO *et al.*, 2021). Já no Brasil, um estudo desenvolvido em um município do interior do Espírito Santo, mostrou o elevado número de agrotóxicos utilizados nas plantações, cerca de 106 marcas comerciais, sendo o herbicida Roundup® o produto mais citado (PETARLI *et al.*, 2019).

Diversos autores destacam que o baixo nível de escolaridade dos trabalhadores rurais e o não recebimento de treinamento para manipulação dos agrotóxicos está diretamente associado ao não uso de Equipamento de Proteção Individual - EPI (SANTANA *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2020; MOTA *et al.*, 2020; AMARO *et al.*, 2021; SÁNCHEZ-GERVACIO *et al.*, 2021;). Esses resultados demonstram a necessidade de investir em programas de capacitação rural para essa classe trabalhadora.

1.5 Cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem registros de origem na região do mediterrâneo oriental e foi introduzida no Brasil pelos portugueses. É considerada uma planta mundialmente popular, apresentando interesse fundamental por suas folhas (ZHAO *et al.*, 2016). Possui grande frequência no seu consumo, sendo bastante utilizada em saladas, onde configura uma boa fonte de minerais (CALISKAN; YETISIR; KARANLIK, 2014).

É classificada como uma planta herbácea, de ciclo anual e clima ameno, pertencente à família Asteracea (HENZ; SUINAGA, 2009), bastante delicada e sensível aos fatores climáticos como temperatura, luminosidade e concentração de dióxido de carbono (MALDONADE; MATTOS; MORETTI, 2014).

Para se obter uma boa produção de folhas, sua temperatura ideal deve variar de 12 a 25°C (SANTANA; ALMEIDA; TURCO, 2009; FILGUEIRA, 2013). Apresenta folhas no formato de rosetas anexas ao caule, com variação de diversas cores e formas (TAVARES *et al.*, 2019). Seu sistema radicular é pivotante com ramificações finas e curtas (NICK; BORÉM, 2016).

No Brasil é possível encontrar uma grande variedade de alface, podendo ser classificadas em seis tipos, de acordo com o tipo de folha: alface repolhuda manteiga; alface repolhuda-crespa (americana); solta lisa; solta crespa; mimosa e romana (FILGUEIRA, 2003). No Brasil as alfaces do tipo crespa, americana, lisa e romana possuem uma grande importância e destaque a nível econômico (SALA; COSTA, 2012).

Uma maneira eficaz de avaliar o desenvolvimento da alface é por meio das características biométricas. Diversos pesquisadores têm investido em estudos sobre as características biométricas de culturas agrícolas, destacando a sua relevância para compreensão do comportamento da espécie em função ao tipo de manejo utilizado na cultura, como também os fatores associados as características físicas, químicas e biológicas (OLIVEIRA *et al.*, 2018; GASTL FILHO *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

A alface pode ser cultivada em diferentes sistemas, tais como: convencional, orgânico em campo aberto, cultivo protegido no solo ou hidropônico, suas diferenciações estão ligadas às formas de manejo da cultura em questão, como também a manipulação pós-colheita (HENZ; SUINAGA, 2009; FILGUEIRA, 2013).

1.5.1 Cultivo convencional

O sistema de cultivo convencional em campo aberto compreende um dos mais importantes no que diz respeito a área e produção, centralizando em sua maioria nos grandes aglomerados urbanos (ECHER *et al.*, 2016).

Sob cultivo convencional a produção de alface pode demandar grandes quantidades de agrotóxicos/defensivos fitossanitários, fertilizantes comerciais para controle químico de pragas e doenças (ARBOS *et al.*, 2010). Esse tipo de sistema utiliza-se de uma tecnologia fundamentada no preparo intensivo do solo, que juntamente com práticas impróprias de manejo desencadeiam impactos negativos ao ambiente (SOUZA; RESENDE, 2006; BARBOZA *et al.*, 2012).

De acordo com Souza *et al.* (2006), uma das práticas agrícolas corriqueiras que está ligada ao alcance de resultados efetivos é a aplicação de fertilizantes minerais, entretanto, seu uso desenfreado pode alterar a qualidade final do produto e desencadear problemas de saúde nos consumidores.

Os sistemas convencionas de cultivo tendem a alterar as propriedades físicas do solo, provocar a compactação, afetando seriamente a produtividade das culturas. Os solos quando submetidos a ação antrópica acarretam em mudanças na atividade microbiana e requerem atividades metabólicas específicas superiores, devido ao possível esgotamento dos microrganismos (RIBEIRO, 2021). Assim, se faz necessário conhecer e compreender maneiras sustentáveis de produção da alface visando promover um manejo adequado e o equilíbrio do solo e seus componentes.

1.5.2 Cultivo orgânico/agroecológico

Quando se fala em agricultura sustentável, remete-se ao entendimento de que os recursos limitados do planeta demandam um uso eficaz para que sejam capazes de promover o bem dos presentes e futuras gerações (OTOBONI; SILVA; GOMES, 2018).

Lacombe, Couix e Hazard (2018) discorrem sobre os cultivos orgânicos/agroecológicos, analisando uma nova maneira de se produzir que abarca um remanejamento das práticas agrícolas, tendo o auxílio direto dos pequenos agricultores com o intuito de promover sistemas agrícolas sustentáveis.

O plantio de alface realizado por meio de cultivo agroecológico contribui com o enriquecimento da qualidade nutricional das plantas, sendo assim fica evidente que a utilização de práticas agrícolas fundamentadas no manejo e exploração equilibrada do solo,

como também a utilização de defensivos alternativos tende a favorecer a produção de alimentos com características nutricionais superiores (SANTOS *et al.*, 2020).

Kapoulas, Koukounaras e Ilić (2017) em seu estudo concluíram que o cultivo orgânico na produção de alface promove um excelente balanço nutricional nas plantas. Deste modo, a diversificação de elementos dentro da propriedade é indispensável para estabelecer um sistema em equilíbrio e sustentável para o cultivo a longo prazo (RESENDE *et al.*, 2007).

Por meio do sistema de cultivo orgânico é possível promover a melhora da qualidade do solo, pois esse sistema apresenta uma quantidade superior de matéria orgânica a qual afeta de maneira positiva os atributos mais vulneráveis do solo, que são os teores de carbono do solo, a quantidade e a diversidade microbiológica (TROMBETTA *et al.*, 2020).

A alface é uma hortaliça que pode ser produzida durante todo o ano, sendo considerada uma cultura de grande importância econômica e alimentar. Assim, se faz necessário levantar os principais dados no que se refere a sua produção no território brasileiro.

1.5.3 Produção

Martins, Sousa e Sabioni (2021) destacam que a produção de hortaliças exerce uma valiosa função para a agricultura familiar, sobretudo no que diz respeito a sustentação de famílias nos ambientes rurais.

Um dos grandes desafios é mensurar informações da cadeia produtiva das hortaliças, uma vez que grande parte da produção é realizada por pequenos e médios produtores (CNA; CEPEA, 2021).

Conforme verificado nos dados do Censo Agropecuário de 2017, o número de estabelecimentos agropecuários que produziram alface no Brasil foi de 108.382 propriedades, apresentando uma variação da área produtiva de 0,1 a 10.000 ha, totalizando uma produção de 671.509 toneladas, com destaque para região Sudeste (64,02%), seguida pelas produções das regiões: Sul (16,19%), Nordeste (10,44%), Centro-Oeste (7,06%) e Norte (2,28%) (IBGE, 2017).

A alface é um destaque dentro das culturas folhosas, estima-se que seu plantio no Brasil ultrapasse uma área de 86,8 mil hectares cultivados por mais de 670 mil produtores, com volume produzido de 575,5 mil toneladas (PESSOA; MACHADO JUNIOR, 2021).

O estado de Minas Gerais representa 7,41% da produção nacional, tendo 19.088 estabelecimentos produtivos dessa hortaliça, sendo o segundo estado que mais arrecada com a venda da produção, totalizando R\$108.256 mil reais. No município de Fronteira, a alface é a

terceira hortaliça mais produzida, tendo o registro de 5 produtores, produzindo 22 toneladas e gerando uma receita de R\$148 mil reais ao ano (IBGE, 2017).

1.5.4 Indicadores químicos, físicos e biológicos do solo

A qualidade do solo é um conceito bastante difundido no meio científico por se tratar de uma abordagem sistêmica. O conceito clássico sobre qualidade do solo foi definido por Doran e Parkin (1994) como sendo a capacidade de um solo vivo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manipulado, para garantir a produtividade vegetal e animal, buscando-se assegurar ou aprimorar a qualidade da água e do ar e promover a sanidade das plantas, animais e do homem.

Outro conceito é apresentado por Mendes *et al.* (2018) na qual está relacionado à sua capacidade de fornecer importantes serviços ambientais, incluindo manter a capacidade de produção biológica, promover a saúde humana, vegetal e animal e proteger a qualidade ambiental.

Considerada uma importante ferramenta de monitoramento, a qualidade do solo é relativamente nova e tem sido utilizada sobretudo para avaliar a sustentabilidade em diferentes práticas de manejo do solo (FREITAS *et al.*, 2018).

A qualidade do solo é estudada em termos de atributos que avaliam as propriedades físicas, químicas e biológicas, essas por sua vez, são conhecidas como indicadores de qualidade do solo (SHUKLA; LAL; EBINGER, 2006; BÜNEMANN *et al.*, 2018).

De acordo com Freitas *et al.* (2017), ao se estudar os indicadores do solo no decorrer do tempo, será possível mensurar a extensão das mudanças provocadas pelos diferentes tipos de sistema de manejo.

A realização do diagnóstico das possíveis alterações químicas de um determinado sistema apresenta-se como um instrumento valioso para determinação da análise da fertilidade do solo (ALVES *et al.*, 2019). Dentre os principais indicadores químicos da qualidade está o pH do solo, a capacidade de troca catiônica, a matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes (MATIAS *et al.*, 2019).

Sabe-se que a alteração dos indicadores físicos afeta grandemente os indicadores químicos e biológicos, por serem considerados interdependentes, assim merecem uma atenção especial (ARAÚJO; GOEDERT; LACERDA, 2007). Existem diversos parâmetros físicos para avaliar a qualidade do solo, tais como: densidade do solo, agregação, compactação,

macroporosidade, microporosidade, porosidade total, capacidade de retenção de água e estabilidade de agregados (TORRES *et al.* 2015; SILVA *et al.*, 2020).

Vila *et al.* (2021), destaca que o alto processo de atividade biológica tende a indicar que o solo possibilita um maior potencial produtivo. Os indicadores biológicos possuem grande importância sobre a qualidade do solo, pois retratam o status ambiental ou a categoria de sustentabilidade do ecossistema (ROCHA *et al.*, 2020). Entre os atributos biológicos, se destacam os microrganismos do solo.

Os microrganismos também contribuem para funções atuando como decompositores de matéria orgânica, ciclagem de elementos de nitrogênio, fósforo e enxofre, fixação temporária de nutrientes e manejo biológico, de modo que seu alto número e diversidade podem interferir na fertilidade química do solo e na qualidade geral (DANTAS *et al.*, 2021).

De acordo com Cavalcante *et al.* (2020), a importância do emprego de indicadores de qualidade está interligada ao procedimento da funcionalidade do solo, evidenciando as deficiências dos locais avaliados e admitindo a orientação para o processo de recuperação do solo. Sendo assim, a avaliação da qualidade do solo permite compreender os limites do solo, bem como induz o esclarecimento sobre quais são as formas imprescindíveis para a sua recuperação em caso de degradação (BRADY; WEIL, 2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. H. D.; COSTA, A. R. S.; SILVA, K. W. S.; SOUSA JUNIOR, P. M.; TEIXEIRA, O. M. M.; GONÇALVES, A. C. S.; CARVALHO, L. T. S.; BRAZ, A. M. S. Levantamento das propriedades químicas do solo com diferentes usos agrícolas no baixo Amazonas, Pará. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 5, n. 12, p.28983-28996, 2019.

AMARO, B. B. D. F.; CORREIA, D. B.; FREITAS, R. A.; TEIXEIRA, P. H. R.; NASCIMENTO, C. A.; PEREIRA, C. M.; SILVA, J. R. L.; SILVA, M. S. A.; CRUZ, G. V.; QUEIROZ, M. B.; OLIVEIRA, J. P. C.; SILVA, R. A. R.; MACEDO, G. F.; KAMDEM, J. P. A Biossegurança no uso de agrotóxicos na percepção de agricultores do Distrito de Cuncas, Barro – Ceará: Saúde Física e Ambiental. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e15610111644, 2021.

ARAÚJO, I. M. M.; OLIVEIRA, Â. G. R. C. Agronegócio e agrotóxicos: impactos à saúde dos trabalhadores agrícolas no nordeste brasileiro. **Trabalho, Educação e Saúde**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 117-129, 2017.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 30, p. 215-220, 2010.

BARBOZA, L. G. A.; THOMÉ, H. V.; RATZ, R. J.; MORAES, A. J. Para além do discurso ambientalista: percepções, práticas e perspectivas da agricultura agroecológica. **Revista Ambiência**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 389-401, 2012.

BIN SULAIMAN, S. K.; IBRAHIM, Y.; JEFFREE, M. S. Evaluating the perception of farmers towards pesticides and the health effect of pesticides: A cross-sectional study in the oil palm plantations of Papar, Malaysia. **Interdisciplinary Toxicology**, v. 12, n.1, p. 15-25, 2019.

BRADY, N.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 716 p.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 3.200, de 06 de outubro de 2015**. Dispõe sobre a Política Nacional de Defensivos Fitossanitários e de Produtos de Controle Ambiental, seus Componentes e Afins, bem como 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 defensivos fitossanitários e de produtos de controle ambiental, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, 2015. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1996620>. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 12 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm. Acesso em: 10 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 294/2019, de 29 de julho de 2019**. Dispõe sobre os critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise e comparação da ação toxicológica de agrotóxicos, componentes, afins e preservativos de madeira, e dá outras providências. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-294-de-29-de-julho-de-2019-207941987>. Acesso em: 12 maio. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **Intoxicação Exógena – Notificações registradas no SINAN NET - Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/Intoxbr.def>. Acesso em: 3 maio. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1996. **Portaria Normativa nº 84/1996, de 15 de outubro de 1996**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0084-151096.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2022. **Relatório de comercialização de agrotóxicos**: Boletim 2020. IBAMA, 2021. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#>. Acesso em: 31 maio 2022.

BRASIL. Secretaria de Atenção à Saúde. Protocolo de Atenção à Saúde dos Trabalhadores Expostos a Agrotóxicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2006.

BÜNEMANN, E. K.; BONGIORNO, G.; BAI, Z.; CREAMER, R. E.; DEYN, G.; GOEDE, R.; FLESKENS, L.; GEISSEN, V.; KUYPER, T. W.; MÄDER, P.; PULLEMAN, M.; SUKSEL, W.; VAN GROENIGEN, J. W.; BRUSSAARD, L. Soil quality – A critical review. **Soil Biology And Biochemistry**, [S. l.], v. 120, p. 105-125, 2018.

CALISKAN, S.; YETISIR, H.; KARANLIK, S. Combined Use of Green Manure and Farmyard Manure Allows Better Nutrition of Organic Lettuce. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 42, n. 1, p. 248-254, 2014.

CARDOSO, E. J. B. N.; VASCONCELLOS, R. L. F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M. Y. H.; SANTOS, C. A.; ALVES, P. R. L.; PAULA, A. M.; NAKATANI, A. S.; Pereira, J. M.; NOGUEIRA, M. A. Soil health: Looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? **Scientia Agricola**, [S. l.], v. 70, n. 4, p. 274-289, 2013.

CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; BÚRIGO, A. C. (Org). **Dossiê Abrasco**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: Escola Politécnica Joaquim Venâncio; Fiocruz; São Paulo: Expressão Popular, 624 p., 2015.

CARSON, R. L. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Editora melhoramentos. 1962.

CAVALCANTE, W. F. SILVA, L. R. C.; SILVA, E. G.; OLIVEIRA, J. T. C.; MOREIRA, K. A. Enzymatic activity of caatinga biome with and without anthropic action. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 142-150, 2020.

CNA – CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL; CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB Brasileiro em 2020**. Brasil, 2021. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_relatorio_2020\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_relatorio_2020(1).pdf). Acesso em: 12 maio 2021.

CNA – CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL; CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio estabiliza no terceiro trimestre e setor cresce 10,79% de janeiro a setembro.** Brasil, 2021. Disponível em:

https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_PIBdoAgro_set_Dez21.pdf.

Acesso em: 18 fev. 2022.

COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfaccultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n. 1, p. 118-120, 2005.

COSTA, P. M.; ASSIS, F. A.; CARVALHO, F. J.; ASSIS, G. A. Nível de conscientização de produtores de hortaliças quanto ao uso de agrotóxicos nos Municípios de Goiatuba e Morrinhos, Estado de Goiás, Brasil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e3369108470, 2020.

DAHIRI, B.; MARTÍN-REINA, J.; CARBONERO-AGUILAR, P.; AGUILERA-VELÁZQUEZ, J. R.; BAUTISTA, J.; MORENO, I. Impact of Pesticide Exposure among Rural and Urban Female Population. An Overview. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S. l.], v. 18, n. 18, p. 9907, 2021.

DANTAS, J. O.; PERIN, L.; ANDRADE, A. R.; BARROS, C. C.; FARIAS, F. J.; MENEZES, B. F.; MENEZES, V. M. M.; ALVES, A. E. O.; ARAÚJO-PIOVEZAN, T. G. Artrópodes e microbiota do solo em sistema agroecológico de produção no semiárido nordestino, Simão Dias, Sergipe. *In*: SOUSA, C. D.; SABIONI, S. C.; LIMA, F. S (org.). **Agroecologia: Métodos e Técnicas Para Uma Agricultura Sustentável**. 1. ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, v. 2, p. 265-279, 2021.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. *In*: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; Stewart, B. A. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of American - SSSA. Special Publication, v. 35, p. 3-21, 1994

ECHER, R.; LOVATTO, P. B.; TRECHA, C. O.; SCHIEDECK, G. Alface à mesa: Implicações sócio-econômicas e ambientais da semente ao prato. **Revista Thema**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 17–29, 2016.

FAVARO, A.; COELHO, B. L. Saúde no ambiente de trabalho. *In*: SENHUK, A. P. M. S.; ANHÊ, A. C. B. M (org.). **Fundamentos de saúde ambiental para engenharia**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2021. p. 169-196.

FERREIRA, M. F. O.; FRAGA, R.; BARROS, E. C.; AUGUSTO, S. C. Effects of abamectin and acetamiprid pesticides on the survival and behavior of *Scaptotrigona* aff. *xanthotricha* (Apidae, Meliponini). **Journal of Apicultural Research**, v. 59, p. 37-44, 2020.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Editora: UFV. 2013. 421 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. p. 254.

FREITAS, L.; DE OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Unimar Ciências**, Marília-SP, v. 26, n. 1-2, p. 8-25, 2017.

FREITAS, L.; MARTINS FILHO, M. V.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. G. Soil quality indicator of oxisols grown with sugarcane and native forest in northeastern São Paulo state, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, [S. l.], v. 77, n. 18, p. 1-9, 2018.

GASTL FILHO, J.; RESENDE, M. A.; FERREIRA, I.; MARTINS, I. S.; PIVA, H. T. Desempenho agrônomo de alface orgânica em função da cobertura do solo. **Revista Agroecossistemas**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 51, 2020.

GIULIO, G. M.; VASCONCELLOS, M. P.; GÜNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J. V. Percepção de risco: um campo de interesse para a interface ambiente, saúde e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 1217-1231, 2015.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. Tipos de alface cultivados no Brasil. Embrapa Hortaliças. **Comunicado Técnico 75**, Brasília – DF. 2009. 7p.

HORNKE, N. F. **Armazenamento de sementes de cebola mantidas em diferentes embalagens e ambientes**. 2019. 45f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 9 maio 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/fronteira/panorama>. Acesso em: 20 fev. 2022.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados do Censo Agropecuário 2017**. Ipea, 2020. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9947/1/NT_65_Disoc_O%20Crescimento%20do%20uso%20de%20agrototoxicos.pdf. Acesso em: 9 maio 2021.

ISMAEL, L. L.; ROCHA, E. M. R. Estimativa de contaminação de águas subterrâneas e superficiais por agrotóxicos em área sucroalcooleira, Santa Rita/PB, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 24, n. 12, p. 4665-4676, 2019.

KAPOULAS, N.; KOUKOUNARAS, A.; ILIĆ, Z. S. Nutritional quality of lettuce and onion as companion plants from organic and conventional production in north Greece. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 219, p. 310-318, 2017.

- KMELLÁR, B.; FODOR, P.; PAREJA, L.; FERRER, C.; MARTÍNEZ-UROZ, M. A.; VALVERDE, A.; FERNANDEZ-ALBA, A. R. Validation and uncertainty study of a comprehensive list of 160 pesticide residues in multi-class vegetables by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v. 1215, p. 37-50, 2008.
- LACOMBE, C.; COUIX, N.; HAZARD, L. Designing agroecological farming systems with farmers: a review. **Agricultural Systems**, [S. l.], v. 165, p. 208-220, 2018.
- LIMA, A. C. R.; BRUSSAARD, L.; TOTOLA, M. R.; HOOGMOED, W. B.; GOEDE, R. G. M. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. **Applied Soil Ecology**, [S. l.], v. 64, p. 194-200, 2013.
- LIMA, A. L. S.; OLIVEIRA, S. E. M.; REZENDE, A. L. T.; JACOB NETO, J.; LIMA, K. dos S. C. Agrotóxicos: Presença Diária nos Alimentos Consumidos. **Semioses**, v. 10, n. 1, p. 9-22, 2016.
- LOPES-FERREIRA, M.; MALESKI, A. L. A.; BALAN-LIMA, L.; BERNARDO, J. T. G.; HIPOLITO, L. M.; SILVA, A. C. S.; BATISTA-FILHO, J.; FALCAO, M. A. P.; LIMA, C. Impact of pesticides on human health in the last six years in Brazil. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S. l.], v. 19, n. 6, p. 1-19, 2022.
- MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118353/1/DOC-142.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- MARTINS, V. P. A.; SOUSA, C. S.; SABIONI, S. C. Diagnóstico da produção de hortaliças em assentamentos no município de Uruçuca-BA. In: SOUZA, C. S.; SABIONI, S. C (org.). **Tópicos Especiais em Estudos Agroecológicos na Região Sul da Bahia**. 1. ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, 2021, v. 1, p. 67-84.
- MATIAS, S. S. R.; MATOS, A. P.; LANDIM, J. S. P.; FEITOSA, S. F.; ALVES, M. A. B.; SILVA, R. L. Recomendação de calagem com base na variabilidade espacial de atributos químicos do solo no Cerrado brasileiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 896-907, 2019.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- MATTIA, P. I.; RÓDIO, G. R. Variáveis associadas a intoxicação ocupacional por agrotóxicos agrícolas, na mesorregião oeste do Paraná, de 2010 a 2020. **Research, Society And Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, e33011528260, 2022.
- MENDES, I. C.; SOUSA, D. M. G.; REIS JUNIOR, F. B.; LOPES, A. A. C. **Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2018. 23 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 38). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199833/1/CircTec-38-Ieda-Mendes.pdf>. Acesso em: 09 out. 2022.

MOTA, J. L. A.; JESUS, E. O.; LEMOS, N. L. S.; PEREIRA, P. L. D. Diagnóstico do uso de agrotóxicos no município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe. **Revista Saúde (Sta. Maria)**, v. 46, n. 1, 2020.

NASCIMENTO, W. P. **O comércio de insumos agropecuários como vetor de expansão do uso de objetos técnico-científicos no Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

NEVES, P. D. M.; MENDONÇA, M. R.; BELLINI, M.; PÔSSAS, I. B. Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, de 2005-2015: análise dos registros nos sistemas oficiais de informação **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 7, p. 2743-2754, 2020.

NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de hortaliças**. 1. ed. Editora: UFV. 2016. 464 p. OLIVEIRA, J. T.; OLIVEIRA, R. A.; PUIATTI, M.; TEODORO, P. E.; MONTANARI, R. Spatial Analysis and Mapping of the Effect of Irrigation and Nitrogen Application on Lateral Shoot Growing of Garlic. **Hortscience**, v.55, p.1-2, 2020.

OLIVEIRA, J. T.; RIBEIRO, I. S.; ROQUE, C. G.; MONTANARI, R.; GAVA, R.; TEODORO, P. E. Contribution of morphological traits for grain yield in common bean. **Bioscience Journal**, v. 34, p.951-956, 2018.

OTOBONI, M. E. F.; SILVA, P. H. A.; GOMES, S. C. V. Tendências agronômicas sustentáveis: uma visão sobre produtos orgânicos na região da nova alta paulista. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 4, n. 1. 2018.

PAMMINGER, T.; BOTÍAS, C.; GOULSON, D.; HUGHES, W. O. H. A mechanistic framework to explain the immunosuppressive effects of neurotoxic pesticides on bees. **Functional Ecology**, v. 32, n. 8, p. 1921-1930, 2018.

PEDRINHO, D. R.; BIMBATO, S. M.; BONO, J. A. M.; MATIAS, R.; AGUIAR, E. B.; ARAÚJO, G. M.; SAUER, A. V.; OLIVEIRA, A. S. Nitrate content in lettuce grown in different production systems. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. e9210313049, 2021.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. **Agrotóxico, saúde, ambiente: uma introdução ao tema**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003, p. 21-42, 2003.

PERES, F.; ROZEMBERG, B. **É veneno ou é remédio? Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003, p. 327-346, 2003.

PERUZZO, L. C (org.). **Toxicologia e segurança**. Indaial: UNIASSELVI, 2018. E-book. Disponível em:

<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=25613>. Acesso em: 11 maio 2021.

PESSOA, H. P.; MACHADO JÚNIOR, R. **Folhosas**: Em destaque no cenário nacional. *Campos & Negócios Online*. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/folhosas-em-destaque-no-cenario-nacional/#:~:text=A%20%C3%A1rea%20ocupada%20por%20alface,Janeiro%2C%20Minas%20Gerais%20e%20Paran%C3%A1>. Acesso: 04 out. 2022.

PETARLI, G. B.; CATTAFESTA, M.; LUZ, T. C.; ZANDONADE, E.; BEZERRA, O. M. P. A. B.; SALARODI, L. B. Exposição ocupacional a agrotóxicos, riscos e práticas de segurança na agricultura familiar em município do estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 44, e15, 2019.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

PINHEIRO, R. C.; PEREIRA, J. L.; REZENDE, C. F. A. Adubação biológica associada a adubação química nos parâmetros de solo, nutricional e produtivo do milho. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 04, p. 9-17, 2019.

PLUTH, T. B.; ZANINI, L. A. G.; BATTISTI, I. D. E. Pesticide exposure and cancer: an integrative literature review. **Saúde em Debate**, [S. l.], v. 43, n. 122, p. 906-924, 2019.

QUENTAL, R. L.; BELÉM, J. F.; OLIVEIRA, A. L. O uso de produtos agrotóxicos: destinação das embalagens. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 37292-37308, 2020.

RESENDE, F. V.; SAMINÉZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de Alface em Sistema Orgânico de Produção**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 16 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 56). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/780841/1/alface-organico-CT56-2007.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2022.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, p. 149-158, 2009.

RIBEIRO, S. B. **Atributos químicos, físicos e biológicos do solo em sistemas de uso da terra em Marabá, no Sudeste do Pará**. 2021. 51f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2021.

RISTOW, L. P.; BATTISTI, I. D. E.; STUMM, E. M. F.; MONTAGNER, S. E. D. Fatores relacionados à saúde ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 29, n. 2, e180984, 2020.

ROCHA, M. F.; MATOS, F. S.; PINHO, E. F. M.; GUIMARÃES, N. F. Influência do inseticida Metomil sobre a população microbiana do solo. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 6, n. 8, p.59307-59321, 2020.

RODRIGUES, M. A.; LOPES, J. B.; SILVA, E. A. Logística reversa de embalagens de agrotóxicos. **Revista Campo-Território**, [S. l.], v. 13, n. 31, p. 280-302, 2018.

SÁNCHEZ-GERVACIO, B. M.; BEDOLLA-SOLANO, R.; ROSAS-ACEVEDO, J. L.; LEGORRETA-SOBERANIS, J.; VALENCIA-QUINTANA, R.; JUÁREZ-LÓPEZ, A. L. Pesticide management by subsistence farmers in Mexico: baseline of a pilot study to design an intervention program. **Human and Ecological Risk Assessment**, v. 27, n. 4, p. 1112-1125, 2021.

SANTANA, C. M.; COSTA, A. R.; NUNES, R. M. P.; NUNES, N. M. F.; PERON, A. P.; MELO-CAVALCANTE, A. A. C.; FERREIRA, P. M. P. Exposição ocupacional de trabalhadores rurais a agrotóxicos. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 301-307, 2016.

SANTANA, C. V. S.; ALMEIDA, A. C.; TURCO, S. H. N. Produção de alface roxa em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 1-6, 2009.

SANTOS, A. P.; SOUSA, C. S.; SANTOS, Í. P. O.; JESUS, J. C.; SOUZA, F. M. Qualidade de plantas de alface produzidas sob sistema agroecológico e convencional. In: Robson José de Oliveira (org.). **Agricultura Em Foco: Tópicos em Manejo, Fertilidade do Solo e Impactos Ambientais**. 1. ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, 2020, v. 3, p. 106-124.

SARMIENTO, E.; FANDINO, S.; GOMEZ, L. Índices de calidad del suelo. Una revisión sistemática. **Ecosistemas**, Móstoles, v. 27, n. 3, p. 130-139, 2018.

SHUKLA, M. K.; LAL, R.; EBINGER, M. Determining soil quality indicators by factor analysis. **Soil And Tillage Research**, [S. l.], v. 87, n. 2, p. 194-204, jun. 2006.

SIHI, D.; DARI, B.; SHARMA, D. K.; PATHAK, H.; NAIN, L.; SHARMA, O. P. Evaluation of soil health in organic vs. conventional farming of basmati rice in North India. **Journal Of Plant Nutrition And Soil Science**, [S. l.], v. 180, n. 3, p. 389-406, 2017.

SILVA, A. P.; CAMACHO, A. C. L. F.; MENEZES, H. F.; SANTOS, A. C. F. T.; MONIZ, M. A.; SANTOS, R. D.; PANETTO, O. S. Riscos à saúde do trabalhador rural exposto ao agrotóxico. **Saúde Coletiva (Barueri)**, [S. l.], v. 10, n. 52, p. 2094-2111, 2020.

SILVA, D. O.; FERREIRA, M. J. M.; SILVA, S. A.; SANTOS, M. A.; HOFFMANN-SANTOS, H. D.; SILVA, A. M. C. Exposição aos agrotóxicos e intoxicações agudas em região de intensa produção agrícola em Mato Grosso, 2013*. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, n. 3, 2019.

SILVA, J. A.; CARVALHO, L. G.; ANDRADE, F. R. Gas exchange and water stress index in soybean cultivated under water deficit and soil compaction. **Revista Ceres**, [S. l.], v. 69, n. 2, p. 218-226, 2022.

SILVA, M. O.; VELOSO, C. L.; NASCIMENTO, D. L.; OLIVEIRA, J.; PEREIRA, D. F.; COSTA, K. D. S. Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 47838-47855, 2020.

SKRZYPCZYŃSKI, R.; DOŁZBIĄSZ, S.; JANC, K.; RACZYK, A. Beyond Supporting Access to Land in Socio-Technical Transitions. How Polish Grassroots Initiatives Help Farmers and New Entrants in Transitioning to Sustainable Models of Agriculture. **Land**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 214-232, 2021.

SOARES, M. M. A.; ZUCHI, A. P.; LOPES, C. V. A.; ANJOS, M. C. R. Percepção de conselheiros de saúde acerca do tema agrotóxicos: o papel da participação social em uma sociedade que adocece. **Saúde e Sociedade**, v. 28, n. 1, p. 337-349, 2019.

SOARES, W.; ALMEIDA, R. M. V. R.; MORO, S. Trabalho rural e fatores de risco associados ao regime de uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 1117-1127, 2003.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

SPRADA, E. Instituto Federal do Paraná – Educação a Distância. **Toxicologia**. Rede e-Tec Brasil, Curitiba- PR, 2013. Disponível em: http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS%20SEGURAN%C3%87A%20DO%20RABALHO/M%C3%B3dulo%20IV/21Toxicologia/Livro_Toxicologia.pdf. Acesso em: 11 maio 2021.

TAVARES, A. T.; VAZ, J. C.; HAESBAERT, F. M.; REYES, I. D. P.; ROSA, P. H. L.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. Adubação NPK como promotor de crescimento em alface. **Agri-Environmental Sciences**, [S. l.], v. 5, e019003, 2019.

TAVEIRA, B. L. S.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Análise das notificações de intoxicações agudas, por agrotóxicos, em 38 municípios do estado do Paraná. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 211-222, 2018.

TINOCO, H. C.; MIRANDA, A. T.; CHAVES, L. A. O.; LOPES, D. M.; LOPES, A. S. M.; MARTINS, F. B. S.; NÓBREGA, M. J. R. Análise estatística do risco de exposição ao ruído ocupacional pelo método da regressão múltipla. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1722-1737, 2020.

TROMBETTA, L. J.; TURCHETTO, R.; ROSA, G. M.; VOLPI, G. B.; BARROS, S.; SILVA, V. R. Resíduos orgânicos e suas implicações com o carbono orgânico e microbiota do solo e seus potenciais poderes poluentes. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 43996-44005, 2020.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ASSIS, R. L. D.; SOUZA, Z. M. D. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 428-437, 2015.

VASCONCELLOS, R. L.F.; BONFIN, J. A.; BARRETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Arbuscular Mycorrhizal Fungi And Glomalin-Related Soil Protein As Potential Indicators Of Soil Quality In A Recuperation Gradient Of The Atlantic Forest In Brazil. **Land Degradation & Development**, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2016.

VAUGHAN, E. Chronic exposure to an environmental hazard: risk perceptions and self-protective behavior. **Health Psychol**, v. 12, n. 1, p. 74-85, 1993.

VILA, V. V.; REZENDE, R.; SILVA, L. H. M.; NOCCHI, R. C. F.; ANDREAN, A. F. B.; WENNECK, G. S.; TERASSI, D. S.; PINTRO, P. T. M. Microbiota do solo na tolerância de doenças em plantas: Uma revisão. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. e 25910817161, 2021.

WOODCOCK, B. A.; BULLOCK, J. M.; SHORE, R. F.; HEARD, M. S.; PEREIRA, M. G.; REDHEAD, J.; RIDDING, L.; DEAN, H.; SLEEP, D.; HENRYS, P. Country-specific effects of neonicotinoid pesticides on honey bees and wild bees. **Science**, v. 356, n. 6345, p. 1393-1395, 2017.

ZHAO, L.; ORTIZ, C.; ADELEYE, A. S.; HU, Q.; ZHOU, H.; HUANG, Y.; KELLER, A. A. Metabolomics to detect response of lettuce (*Lactuca sativa*) to Cu (OH)₂ nanopesticides: oxidative stress response and detoxification mechanisms. **Environmental Science & Technology**, v. 50, p. 9697-9707, 2016.

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DOS AGROTÓXICOS NO AMBIENTE E NA SAÚDE DO TRABALHADOR

RESUMO

Os agrotóxicos são contaminantes antropogênicos utilizados em larga escala na agricultura brasileira, e apresentam uma ameaça ao meio ambiente e a saúde humana. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo investigar a percepção do risco aliada às práticas no uso de agrotóxicos pelos trabalhadores rurais no município de Frutal-MG. Foi realizada uma pesquisa do tipo quantitativa-descritiva. A amostra foi composta por 147 trabalhadores rurais, selecionados aleatoriamente. A caracterização socioeconômica, perfil das práticas da exposição ocupacional quanto ao uso de agrotóxico, e percepção sobre os impactos ao meio ambiente foram coletadas por meio de aplicação de questionário amostral aplicados entre os meses de maio a novembro de 2022. Também foram coletadas, junto à Secretaria Municipal de Saúde, informações sobre intoxicação exógena no período de 2020 a 2021, oriunda da exposição a agrotóxicos. Verificou-se a predominância do gênero masculino, com nível de escolaridade intermediário, idade entre 54 a 62 anos, com renda familiar variando de R\$1.101,00 a R\$2.200,00, donos das próprias propriedades, variando de 5 a 510 hectares. A média do contato dos trabalhadores com o agrotóxico é de 29 anos, numa carga horária semanal de 46 horas. Foram citados 42 tipos de agrotóxicos utilizados nas plantações. Além disso, a orientação técnica e a utilização do receituário agrônomo são realizadas parcialmente. A maioria (86,39%) dos trabalhadores relataram que armazenam os agrotóxicos em local fora de casa, mas com outros produtos. O uso dos equipamentos de proteção individual (EPIs) não é realizado de maneira completa. Cerca de 35,37% dos entrevistados utilizam o pulverizador costal para realizar a aplicação dos produtos. Segundo os registros da Secretaria de Saúde, foram notificadas apenas quatro intoxicações por agrotóxicos no município de Frutal. Os agricultores têm a percepção que os agrotóxicos provocam risco a saúde e ao meio ambiente e reconhecem a necessidade de orientação técnica para minimizar os efeitos desses produtos na produção agrícola.

Palavras-chave: Pesticidas. Exposição ocupacional. Saúde ambiental. Meio ambiente. Intoxicação.

EVALUATION OF THE EFFECTS OF PESTICIDES ON THE ENVIRONMENT AND ON THE HEALTH OF WORKERS

ABSTRACT

Pesticides are anthropogenic contaminants used on a large scale in Brazilian agriculture, and pose a threat to the environment and human health. Therefore, the present study aims to investigate the perception of risk combined with practices in the use of pesticides by rural workers in the municipality of Frutal-MG. A quantitative-descriptive research was carried out. The sample consisted of 147 rural workers, randomly selected. The socioeconomic characterization, profile of occupational exposure practices regarding the use of pesticides, and perception of impacts on the environment were collected through the application of a sampling questionnaire applied between the months of May and November 2022. They were also collected, along with the Municipal Department of Health, information on exogenous intoxication in the period from 2020 to 2021, resulting from exposure to pesticides. There was a predominance of males, with an intermediate level of education, aged between 54 and 62 years, with family income sized between R\$1,101.00 to R\$2,200.00, owners of their own properties, ranging from 5 and 510 hectares. The average contact time of workers with pesticides is 29 years, in a weekly workload of 46 hours. 42 types of pesticides used in plantations were mentioned. In addition, technical guidance and the use of agronomic prescriptions are partially carried out. Most (86.39%) workers reported that they store pesticides outside of their homes, but with other products. The use of personal protective equipment (PPE) is not carried out completely. Around 35.37% of respondents use a knapsack sprayer to apply the products. According to the records of the Department of Health, only four pesticide poisonings were reported in the municipality of Frutal. Farmers have the perception that pesticides pose a risk to health and the environment and recognize the need for technical guidance to minimize the effects of these products on agricultural production.

Keywords: Pesticides. Occupational exposure. Environmental health. Environment. Intoxication.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, desde 2008, assume o posto de maior consumidor de agrotóxicos, ultrapassando até então os Estados Unidos no ranking mundial. Sabe-se que nos últimos dez anos o comércio de agrotóxicos expandiu 93% no mundo, já no Brasil essa expansão marca a faixa de 190% (RIGOTTO; VASCONCELOS; ROCHA, 2014; CARNEIRO *et al.*, 2015; BELCHIOR *et al.*, 2017).

Os agrotóxicos são definidos e regulados, no Brasil, pela Lei nº 7.802 de 1989, e regulamentado pelo Decreto nº 4.074 de 2002. Para solicitar o registro de qualquer tipo de agrotóxico é necessário passar por três Ministérios: o da Saúde, o do Meio Ambiente e o da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, os quais avaliam o seu uso e consumo, comercialização, além de produção, importação e exportação (FRIEDRICH *et al.*, 2021). Tais órgãos são responsáveis por avaliar os riscos sobre a saúde, o meio ambiente e a eficiência agronômica (BRASIL, 1989; 2002).

A quantidade de agrotóxicos registrados no Brasil vem crescendo substancialmente. Desde o ano 2000, são datados os registros de agrotóxicos no sistema a nível federal. No ano de 2021, o país alcançou o recorde de registros solicitados desde quando se iniciaram essa série histórica. Ao total, foram concedidos para comercialização 562 produtos, sendo constatado um aumento de aproximadamente 14% quando comparado com 2020 (BRASIL, 2022). Conforme o diagnóstico da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), dos 10 agrotóxicos mais vendidos no Brasil, 5 tem seu uso proibido na União Europeia (BRASIL, 2019; CABERELL; VIRET, 2020).

A descoberta de que os agrotóxicos provocam impactos ambientais e a saúde humana, foi um dos grandes temas de Rachel Carson abordado no seu livro “Primavera Silenciosa”. A autora foi pioneira ao relatar o uso indiscriminado dos agrotóxicos, na década de 60, em especial ao DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) e de outros organoclorados, tais efeitos causaram um desequilíbrio ambiental naquela época, principalmente ocasionando a mortandade desenfreada de pássaros (CARSON, 1962).

O emprego excessivo desses contaminantes antropogênicos no meio rural brasileiro, com a finalidade de controlar as pragas, doenças e plantas invasoras na agricultura e pecuária tem desencadeado uma série de riscos, tanto para o ambiente quanto para a saúde humana (KIM; KABIR; JAHAN, 2017).

Em se tratando de intoxicações exógenas foram registrados no Brasil 46.720 casos entre o período de 2011 a 2020 oriundos da intoxicação por agrotóxicos do tipo agrícola, com destaque para o ano de 2019, com o pico de 5.782 casos. Os estados que mais registraram casos foram: Paraná (6.739 casos), São Paulo (6.017 casos) e Minas Gerais (5.902 casos) (BRASIL, 2022).

De acordo com Leite e Scheffer (2021), a intoxicação é ocasionada quando acontece a exposição a uma ou mais substâncias tóxicas, de maneira intencional, acidental, ocupacional ou ambiental. As intoxicações por agrotóxicos são caracterizadas como eventos de notificação compulsória (conforme Portaria nº 777/2014), estima-se que não mais que 20% dos casos sejam realmente registrados (MELLO; SILVA, 2013).

Os agrotóxicos configuram um risco significativo para a saúde dos trabalhadores rurais, pois essa classe está frequentemente exposta a esses produtos durante as jornadas laborais (MATTIA; RÓDIO, 2022). De acordo com os dados do Censo Agropecuário de 2017, cerca de 1.681.001 produtores rurais utilizaram agrotóxicos em suas produções agrícolas, refletindo um aumento de 20,4% em comparação com o Censo de 2006 (IBGE, 2017).

Diversos estudos realizados pelo mundo, principalmente no Brasil, apresentaram inúmeros fatores que propiciam a exposição dos trabalhadores rurais aos agrotóxicos, tais como: baixo nível de escolaridade e renda familiar, uso de substâncias extremamente tóxicas, domicílios nas proximidades das plantações agrícolas, baixo auxílio técnico de profissionais da área, despreparo no manuseio e aplicação dos produtos, desinformação das rotas de exposição, uso indevido dos equipamentos de proteção individual (EPIs), manejo inadequado das embalagens dos fluídos, dentre outras (NEGATU *et al.*, 2016; MANYILIZU *et al.*, 2017; PETARLI *et al.*, 2019; RISTOW *et al.*, 2020; STAUDACHER *et al.*, 2020; PANIS *et al.*, 2022).

Gulliya *et al.* (2020) destacam que os efeitos toxicológicos oriundos da exposição a tais substâncias tendem a ser organizados em categorias conforme o tempo da exposição (podendo ser agudo ou crônico), e o tipo de exposição (podendo ser letal ou subletal).

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar a caracterização socioeconômica, perfil das práticas da exposição ocupacional quanto ao uso de agrotóxico, e percepção sobre os impactos ao meio ambiente pelos trabalhadores rurais do município de Frutal-MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Desenho do estudo

O presente estudo foi fundamentado no tipo de documentação direta, que segundo Marconi e Lakatos (2017, p. 124), se baseia “em geral, no levantamento de dados no próprio local onde os fenômenos ocorrem”.

Esse tipo de documentação, pode se dar de duas maneiras: pesquisa de campo ou de pesquisa de laboratório. A pesquisa de campo tem como objetivo o levantamento de informações e/ou conhecimentos sobre a problemática, consistindo na observação de fatos e fenômenos (MARCONI; LAKATOS, 2017). Para este estudo foi realizada a pesquisa do tipo quantitativa-descritiva. O levantamento de dados que foi aplicado se deu de ordem primária utilizando como coleta dois questionários amostrais.

2.2 Caracterização da área do estudo

A pesquisa foi desenvolvida no município de Frutal (Figura 1), localizado na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na divisa de Minas Gerais com São Paulo. Abrange uma área territorial 2.426,965 km², e possui uma densidade demográfica de 22,03 hab.km⁻², caracterizando-se como uma cidade média-pequena. A estimativa da população para 2021 é de 60.508 habitantes (IBGE, 2022).

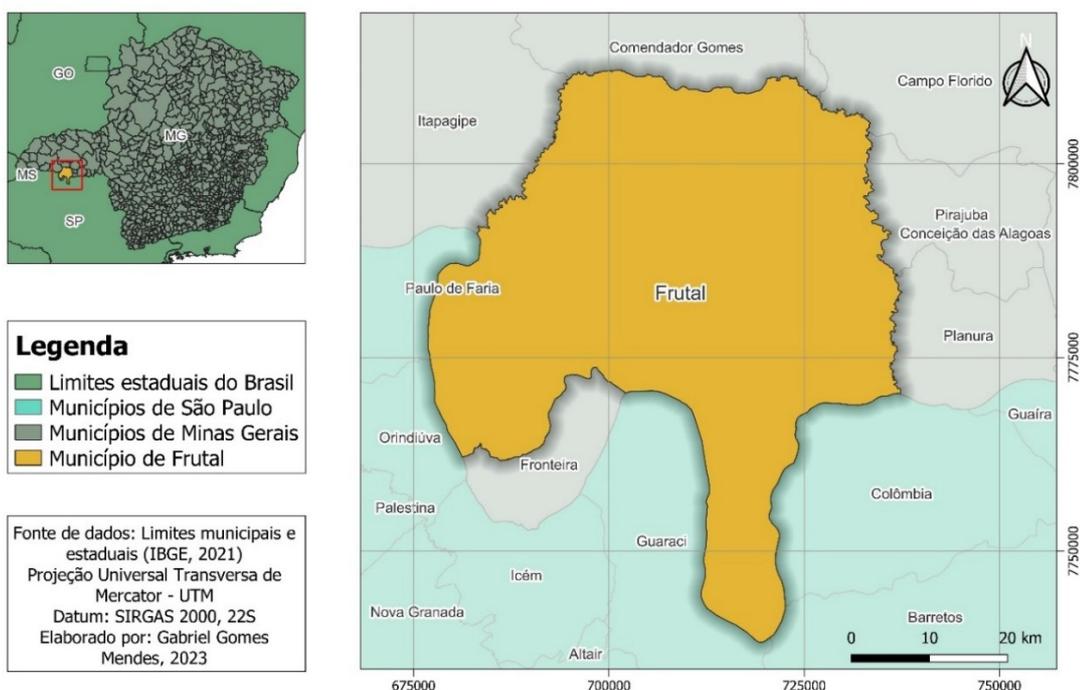


Figura 1 – Mapa de localização do município de Frutal - MG

De acordo com o IBGE (2017), o município de Frutal possui 1.918 estabelecimentos agropecuários, distribuídos em 177.712 hectares, tendo suas características apresentadas na Tabela 1. Sua economia é baseada em atividades agropecuárias, principalmente a produção de abacaxi (sendo a terceira maior produtora do Brasil), grãos (destaque a soja e milho) e pecuária leiteira (IBGE, 2017).

Tabela 1 – Características dos estabelecimentos agropecuários do município de Frutal – MG em 2017

| Estabelecimentos agropecuários | Quantidade |
|--|-------------------|
| Possui energia elétrica | 1.724 |
| Utilizaram agrotóxicos | 619 |
| Receberam orientação técnica (esfera pública, privada ou outros) | 597 |
| Produção de lavouras temporárias | 528 |
| Horticultura e floricultura | 27 |
| Produção de lavouras permanentes | 48 |
| Produção e criação de outros animais | 1.305 |
| Produção florestal – florestas plantadas | 3 |
| Produção florestal – florestas nativas | 3 |
| Aquicultura | 3 |

Fonte: IBGE, 2017.

2.3 População e amostra do estudo

Fizeram parte deste estudo os trabalhadores rurais do município de Frutal – MG. Foram adotados como critérios de inclusão: ter idade igual ou superior a 18 anos, manipular e/ou aplicar agrotóxicos, trabalhar a mais de 12 meses na atividade agrícola. Os critérios de exclusão foram: trabalhadores rurais com menos de 12 meses de exposição, serem menores de 18 anos de idade, e possuírem fala e/ou audição prejudicada.

Quanto à representatividade, foi aplicado a fórmula do tamanho amostral para estimar a média de uma população finita (MARTINS, 2005). A probabilidade de qualquer membro da amostra a ser entrevistada foi verificada, com base na população total ocupada em estabelecimentos agropecuários de 7.068 pessoas, conforme dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2017.

Desse universo, uma amostra de 147 pessoas foram entrevistadas, dado esse, resultante da fórmula de cálculo que permite um nível de confiança de 95% e erro amostral de 8% (RISTOW *et al.*, 2020). De posse desses dados, para calcular a amostra foi utilizado a Equação 1:

$$n = \frac{N * z^2 * p * q}{z^2 * p * q + e^2 * (N - 1)} \quad Eq. 1$$

Onde:

n = tamanho da amostra aleatória simples a ser selecionada; z = abscissa da normal padrão; p = estimativa da proporção; q = 1 – p; e = erro amostral; e N = tamanho da população.

2.4 Instrumento de coleta dos dados

No que diz respeito ao instrumento de coleta de dados, foi aplicado um questionário amostral (Apêndice B) junto aos trabalhadores rurais entre os meses de maio a novembro de 2022. Para o questionário amostral que foi elaborado pelo Autor, e adaptado de Abreu e Alonzo (2016), Santana *et al.* (2016), Ristow (2017) e Oliveira (2020), as variáveis que foram investigadas são: caracterização socioeconômica, perfil das práticas da exposição ocupacional quanto ao uso de agrotóxico e percepção sobre os impactos ao meio ambiente.

Foram coletadas informações sobre intoxicação exógena no período de 2020 a 2021, oriunda da exposição a agrotóxicos. Os dados coletados são oriundos da ficha de intoxicação exógena que são preenchidos nos hospitais da cidade de Frutal e encaminhados para a Secretaria Municipal de Saúde. É importante destacar que ambos os questionários garantiram o anonimato dos entrevistados.

2.5 Análise dos dados

Os dados foram armazenados em planilha eletrônica através do *software* Excel[®]. Após a coleta dos dados, os mesmos foram apresentados de acordo com a análise estatística descritiva, na qual se permitiu sintetizá-los pelas diferentes categorias e representá-los por meio da frequência absoluta e relativa percentual, onde foram discutidos conforme sua proporção.

2.6 Aspectos éticos

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade do Estado de Minas Gerais, seguindo todos os requisitos legais estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional de Saúde de nº 466, de 12 de dezembro de 2012, que estabelece as normas e diretrizes reguladoras para pesquisas envolvendo seres humanos. Com a aprovação do projeto foi gerado o CAAE nº 52181521.6.0000.5112 sob o parecer nº 5.436.117.

2.7 Identificação e caracterização dos agrotóxicos

Para a identificação e caracterização dos agrotóxicos utilizados nas produções agrícolas, foi realizado o levantamento junto aos trabalhadores rurais. Em seguida, realizou-se a consulta pela ferramenta AGROFIT (Sistema de Agrotóxico Fitossanitário) desenvolvida pelo MAPA (Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Por meio deste foi possível realizar a consulta usando o nome comercial ou princípio ativo, identificando sua classe agronômica, classificação toxicológica e a classificação ambiental, como outras informações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Percepção dos trabalhadores

3.1.1 Perfil socioeconômico

As características do perfil socioeconômico estão apresentadas na Tabela 2. A análise do perfil dos participantes do estudo apontou que, dos 147 trabalhadores entrevistados, 134 (91,16%) eram do gênero masculino, e encontra-se na faixa etária entre 36 a 62 anos (62,59%), com maior concentração na idade entre 54 a 62 anos (21,77%). Quando questionados sobre o estado civil, mais da metade dos entrevistados (68,03%) afirmaram serem casados.

Observou-se que os ambientes laborais rurais são exclusivamente realizados na sua maioria por pessoas do gênero masculino. Wahlbrinck, Bica e Rempel (2017), Petarli *et al.* (2019) e Pessoa *et al.* (2022), também constataram uma porcentagem maior de homens que estão diretamente lidando com a utilização de agrotóxicos.

A faixa etária dos participantes mostrou a predominância entre 54 a 62 anos, na qual diferiu de outros estudos que abordaram a mesma temática, onde constatou a prevalência de pessoas na faixa etária economicamente ativa, entre 20 a 40 anos (FARIA; ROSA; FACCHINI, 2009; PREZA; AUGUSTO, 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2013; KLEIN *et al.*, 2018; BENTO *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2020). Destaque-se que na região está difícil de achar mão de obra jovem para trabalhar no campo, sendo comprovada com a faixa etária encontrada nesse estudo. Esse é um dado que se observa em vários estudos em função da falta de atratividade e condições de trabalho no campo.

Conforme destacado por Brust *et al.* (2019, p. 133), “a variável estado civil está relacionada com a rede de apoio social, que implica diretamente no cuidado com a saúde

ligado à família”. Assim como verificado nesse estudo, onde a maioria dos entrevistados afirmaram serem casados, é recorrente tal informação no meio rural brasileiro.

No que diz respeito a escolaridade houve variação, na qual 31 (21,09%) trabalhadores rurais possuíam da 1ª a 4ª série do ensino fundamental completo (antigo primário), 30 (20,41%) com ensino médio (antigo 2ª grau) completo, que se somando aos 24 (16,33%) da 5ª a 8ª série do ensino fundamental completo (antigo primário), congrega-se a maioria dos entrevistados (57,83%).

Nesse estudo percebeu-se oscilação no índice de escolaridade, e quando comparado com a média da escolaridade nacional, onde 31,20% da população possuía ensino fundamental incompleto ou equivalente (IBGE, 2019). Dessa forma, o nível de escolaridade do público alvo deste estudo se encontra superior à média nacional. O baixo nível de escolaridade dos trabalhadores rurais no Brasil pode resultar em um nível de conhecimento insatisfatório que dificulta a compreensão das recomendações técnicas e dos procedimentos de segurança contidos nos rótulos e bulas dos produtos (VASCONCELLOS *et al.*, 2020; PIGNATI *et al.*, 2022).

Os achados sugerem que essa categoria de baixa escolaridade ainda representa uma parcela da sociedade vulnerável às expressões sociais de fragilidade, visto que, os trabalhadores rurais estão expostos a inúmeras substâncias químicas, lidam com trabalhos mais pesados, com baixa remuneração e condições insalubres. Inúmeros autores já apontaram a baixa remuneração e os curtos períodos de estudo como características do trabalho rural voltado para a agricultura e envolvendo extensa contratação de mão de obra (DREBES *et al.*, 2014; ROSA; NAVARRO, 2014; KAY, 2015; WERLANG; MENDES, 2016; GONZAGA; BALDO; CALDEIRA, 2021).

Com relação à renda familiar, os questionários amostraram que 34,69% tinham renda na faixa de R\$1.101,00 a R\$2.200,00. Salienta-se que a baixa remuneração reflete na aquisição de equipamentos e na busca de cursos de capacitação, refletindo também na contratação de assistência técnica.

Sobre o regime da posse da terra, 42,86% dos participantes responderam que são proprietários, com tamanho das propriedades variando de 5 a 510 hectares. À grande parte dos trabalhadores declararam-se proprietários das terras utilizadas para o cultivo. O tamanho de um Módulo Fiscal (MF) pode variar em conformidade com o município e região onde está situada a propriedade, ficando estabelecido o de 30 hectares em Frutal-MG (BRASIL, 2022).

Existem três categorias nas quais os imóveis rurais são categorizados: pequena propriedade (até 4 MF); média propriedade (> 4 a 15 MF); e grande propriedade (> 15 MF) (BRASIL, 1993; 2017). Sob essa perspectiva, no município de Frutal possui desde pequenas até grandes propriedades.

Tabela 2 – Características socioeconômicas dos trabalhadores rurais do município de Frutal - MG

| Características | n (%) |
|--|-------------|
| Gênero | |
| Masculino | 134 (91,16) |
| Feminino | 13 (8,84) |
| Faixa etária | |
| 18 a 26 anos | 10 (6,80) |
| 27 a 35 anos | 23 (15,65) |
| 36 a 44 anos | 31 (21,09) |
| 45 a 53 anos | 29 (19,73) |
| 54 a 62 anos | 32 (21,77) |
| Acima de 63 anos | 22 (14,97) |
| Escolaridade | |
| Analfabeto | 2 (1,36) |
| Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) <i>incompleto</i> | 4 (2,72) |
| Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) <i>completo</i> | 31 (21,09) |
| Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) <i>incompleto</i> | 19 (12,93) |
| Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) <i>completo</i> | 24 (16,33) |
| Ensino Médio (antigo 2º grau) <i>incompleto</i> | 5 (3,40) |
| Ensino Médio (antigo 2º grau) <i>completo</i> | 30 (20,41) |
| Ensino Superior (Faculdade) <i>incompleto</i> | 9 (6,12) |
| Ensino Superior (Faculdade) <i>completo</i> | 23 (15,65) |
| *Qual a sua renda familiar? | |
| Até R\$1.100,00 | 0 (0,00) |
| De R\$1.101,00 a R\$2.200,00 | 51 (34,69) |
| De R\$2.201,00 a R\$3.300,00 | 50 (34,01) |
| De R\$3.301,00 a R\$4.400,00 | 13 (8,84) |
| Acima de R\$4.401,00 | 33 (22,45) |
| Regime da posse da terra | |
| Proprietário | 63 (42,86) |
| Propriedade da família | 27 (18,37) |
| Parceiro | 0 (0,00) |
| Meeiro | 0 (0,00) |
| Arrendatário | 57 (38,78) |
| Estado civil | |
| Solteiro(a) | 39 (26,53) |
| Casado(a) | 100 (68,03) |
| Divorciado(a) | 5 (3,40) |
| Viúvo(a) | 3 (2,04) |

Fonte: Elaborado pelo autor.

*Valores conforme salário mínimo da época (2021).

3.1.2 Riscos ocupacionais

O tempo médio de contato com o agrotóxico que os trabalhadores rurais relataram ter foi de 29 anos. Ao serem questionados sobre a carga horária semanal de trabalho, apresentou-

se uma média de 46 horas. Os resultados obtidos no presente estudo, são semelhantes aos achados de Petarli *et al.* (2019), realizado na cidade de Santa Maria de Jetibá-ES, os autores encontraram que os agricultores lidavam com a atividade rural há mais de 30 anos com uma carga horária maior de 40 horas semanais.

Observa-se que 128 (87,07%) trabalhadores rurais afirmaram saber o que são os agrotóxicos, e destes, apenas 98 (66,67%) dos trabalhadores afirmaram ter conhecimento do significado das cores das embalagens dos agrotóxicos (Figura 2). É importante frisar que, nesse universo amostral, 12,93% dos trabalhadores rurais que desconhecem totalmente o risco de aplicação de agrotóxico e somando aqueles que desconhecem a classificação toxicológica, os riscos à saúde e ao meio ambiente se torna casa vez maior. Logo percebe-se que a expansão do uso dos agrotóxicos não estar sendo acompanhado pela sensibilização sobre os usos de agrotóxicos nas propriedades rurais.

A partir do momento que os trabalhadores rurais demonstram conhecimento sobre o que são os agrotóxicos e sabem diferenciar as classes toxicológicas por meio das cores nas embalagens, isso pode influenciar nas práticas de uso.

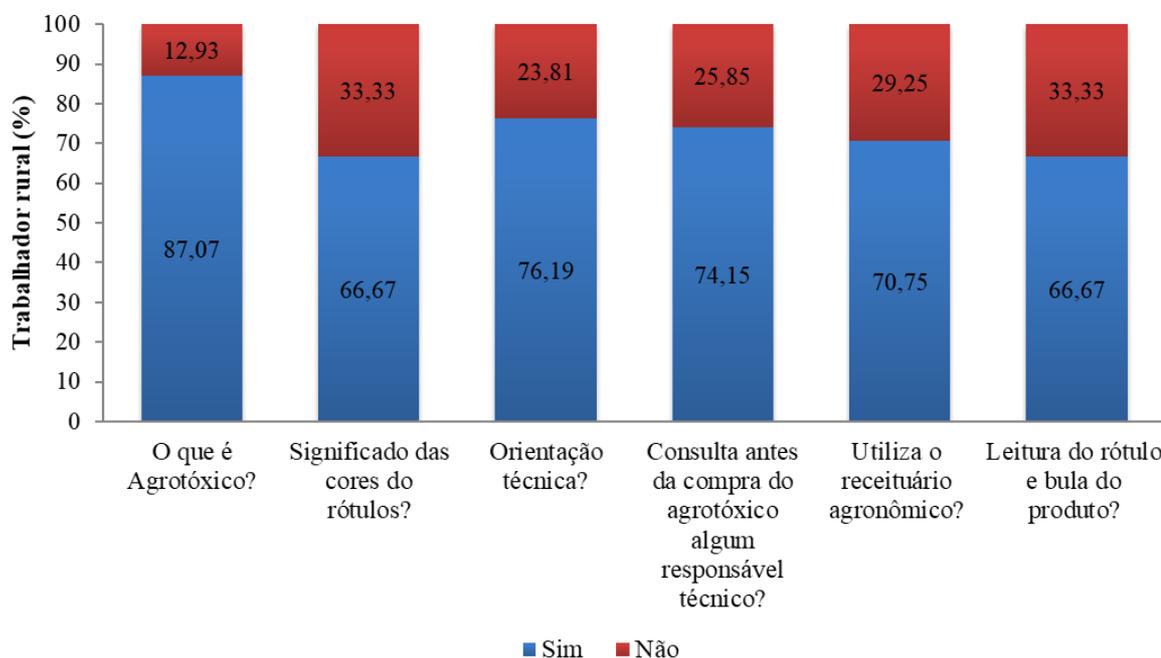


Figura 2 – Descreve a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação sobre percepção dos agrotóxicos, assistência técnica, utilização de receituário agrônomo e leitura dos rótulos e bulas

Conforme apresentado no Quadro 1, foram citados 42 tipos de agrotóxicos utilizados nas propriedades rurais. Em relação a classificação toxicológica: 4 produtos são altamente

tóxicos (categoria 2); 2 são mediamente tóxicos (categoria 3); 18 são pouco tóxicos (categoria 4); 16 são improváveis de causar dano agudo (categoria 5); e 2 são produtos não classificados. Em relação a classificação ambiental: 4 produtos são altamente perigosos ao meio ambiente (classe 1); 22 são muito perigosos ao meio ambiente (classe 2); 15 são perigosos ao meio ambiente (classe 3); e 1 é pouco perigoso ao meio ambiente (categoria 4). Sendo o produto Cletodim BRX o mais utilizado pelos trabalhadores rurais.

Quadro 1 – Caracterização dos agrotóxicos utilizados nas propriedades rurais

| Marca comercial | Ingrediente ativo | Grupo químico | Classe/Categoria agrônômica | Classificação Toxicológica | Classificação Ambiental |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|
| Bravonil Top | Clorotalonil/ Difenoconazol | Isoftalonitrila/ Triazol | Fungicida | Categoria 2 – Produto Altamente Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Cipertrin | Cipermetrina | Piretróide | Inseticida | Categoria 2 – Produto Altamente Tóxico | I – Produto Altamente Perigoso ao Meio Ambiente |
| Omite 300 WP | Propargito | Sulfito de alquila | Acaricida | Categoria 2 – Produto Altamente Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Regent 800 WG | Fipronil | Pirazol | Cupinicida/ Inseticida | Categoria 2 – Produto Altamente Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Atak | Tebuconazol | Triazol | Fungicida | Categoria 3 – Produto Moderadamente Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Clorpirifós Fersol 480 EC | Clorpirifós | Organofosforado | Inseticida | Categoria 3 – Produto Moderadamente Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Aclamado BR | Atrazina | Triazina | Herbicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Agritoato 400 | Dimetoato | Organofosforado | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |

| | | | | | |
|----------------------------|------------------------------------|--|---------------------------|------------------------------------|---|
| Akito | Beta-Cipermetrina | Piretróide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Arena | Picloram/ 2,4-D | Ácido piridinocarboxílico/ Ácido ariloxialcanóico | Herbicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Bulldock 125 SC | Beta-ciflutrina | Piretróide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Cobre Atar BR; Forguard | Óxido cuproso | Inorgânico | Bactericida/ Fungicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Comet | Piraclostrobina | Estrobilurina | Fungicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Decis 25 EC | Deltametrina | Piretróide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | I – Produto Altamente Perigoso ao Meio Ambiente |
| Engeo Pleno S | Tiametoxam/ Lambda-cialotrina | Neonicotinóide/ Piretróide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | I – Produto Altamente Perigoso ao Meio Ambiente |
| Evidence 700 WG | Imidacloprido | Neonicotinóide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Fastac 100 | Alfa-cipermetrina | Piretróide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Fox | Trifloxistrobina/ Protiocozazol | Estrobilurina/ Triazolintione | Fungicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Metiltiofan | Tiofanato-metílico | Benzimidazol (precursor de) | Fungicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Metrimex 500 SC | Ametrina | Triazina | Herbicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |

| | | | | | |
|--------------------------|---|--|-----------------------------|---|--|
| Opera | Epoxiconazol/ Piraclostrobina | Triazol/ Estrobilurina | Fungicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Roundup Original | Glifosato-sal de isopropilamina | Glicina substituída | Herbicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Select Force | Cletodim | Oxima ciclohexanodiona | Herbicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | IV – Produto Pouco Perigoso ao Meio Ambiente |
| Sevin 480 SC | Carbaril | Metilcarbamato de naftila | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Azimut Supra | Azoxistrobina/ Tebuconazol/ Mancozebe | Estrobilurina/ Triazol/ Alquilenobis (ditiocarbamato) | Fungicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Carbomax | Carbendazim | Benzimidazol | Fungicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Cercobin 875 WG | Tiofanato- metílico | Benzimidazol (precursor de) | Fungicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Cletodim BRX | Cletodim | Oxima ciclohexanodiona | Herbicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Cosavet | Enxofre | Inorgânico | Acaricida/ Fungicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Diuron CCAB 500 SC | Diurom | Uréia | Herbicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Envidor; Vesuve | Espirodiclofeno | Cetoenol | Acaricida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Ethrel | Etefom | Etileno (precursor de) | Regulador de Crescimento | Categoria 5 – Produto | III – Produto Perigoso ao |

| | | | | Improvável de Causar Dano Agudo | Meio Ambiente |
|--------------------|--|--|--------------------------|---|---|
| Gamit | Clomazona | Isoxazolidinona | Herbicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Malathion Prentiss | Malationa | Organofosforado | Inseticida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | I – Produto Altamente Perigoso ao Meio Ambiente |
| Orthocide 500 | Captana | Dicarboximida | Fungicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Spider 840 WG | Diclosulam | Sulfonanilida triazolopirimidina | Herbicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Targa Max | Quizalofope-P-etílico | Ácido ariloxifenoxipropiônico | Herbicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Tenaz 250 SC | Flutriafol | Triazol | Fungicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Tordon | 2,4-D-trietanolamina/ Picloram-trietanolamina | Ácido piridinocarboxílico/ Ácido ariloxialcanóico | Herbicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Verdict – R | Haloxifope-P-metílico | Ácido ariloxifenoxipropiônico | Herbicida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | III – Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Altacor | Clorantraniliprole | Antranilamida | Inseticida | Não Classificado – Produto Não Classificado | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Oberon | Espiromesifeno | Cetoenol | Acaricida/ Inseticida | Não Classificado – Produto Não Classificado | II – Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Logo, atestou-se o predomínio da utilização de agrotóxicos poucos tóxicos e improváveis de causar dano agudo aos trabalhadores, porém com um estágio muito alto de periculosidade ambiental, que mesmo assim, necessita-se de precauções para atenuar os riscos tanto para saúde dos trabalhadores quanto para o meio ambiente. O entendimento da classificação toxicológica dos agrotóxicos quanto à sua ação e grupo químico é fundamental para possibilitar o diagnóstico em casos de intoxicações (SILVA *et al.*, 2020).

Segundo Sena, Dourado e Antonioli (2019) a classificação toxicológica estabelecida pela ANVISA, vai de produto não classificado até altamente tóxico, ela é vista como emblemática, pois todos os agrotóxicos são prejudiciais ao ser humano, independentemente do seu nível de toxicidade. Como resultado, não há uso seguro dessas substâncias devido ao potencial de poluição ambiental e intoxicação humana (CARNEIRO *et al.* 2015).

Referente ao local de aplicação dos agrotóxicos, 125 (85,03%) dos trabalhadores declararam fazer o uso nas plantações (Figura 3), destes, 112 (76,19%) informaram que recebem orientação técnica (Figura 2), e na maioria das situações, advém de um engenheiro agrônomo. Quando questionados sobre o processo de consulta com algum responsável técnico antes da compra dos agrotóxicos, 109 (74,15%) trabalhadores afirmaram que realizam e 38 (25,85%) disseram que não consultam (Figura 2).

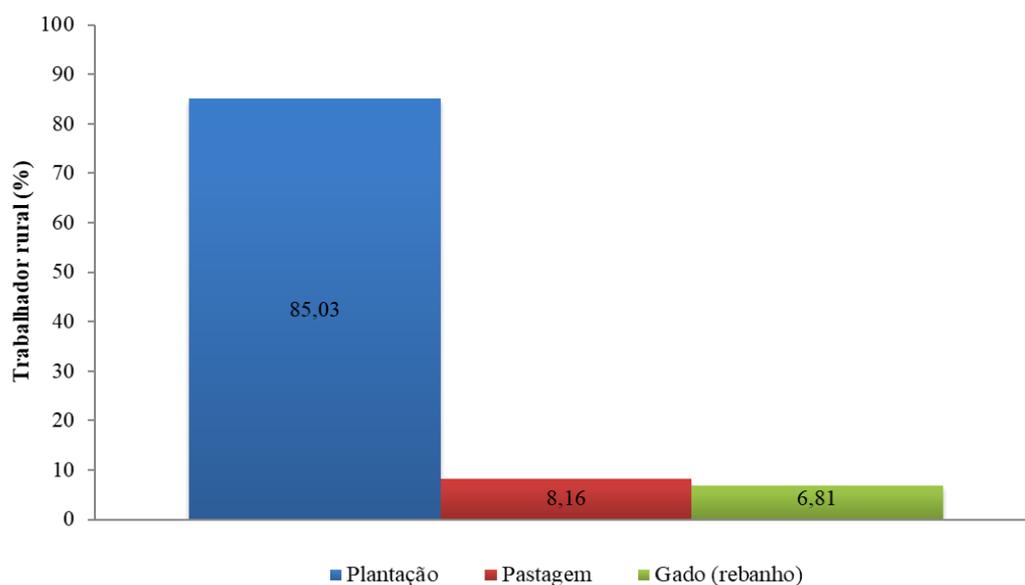


Figura 3 – Descreve a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação ao local que costumam fazer a aplicação do agrotóxico

A orientação sobre o uso de agrotóxicos e o entendimento de métodos alternativos para o controle de pragas são causas que conseguem ter um impacto significativo na frequência de utilização de pesticidas (ABADI, 2018; HOU *et al.*, 2020). Conforme verificado em nosso estudo, a orientação técnica é realizada por profissionais da área da engenharia agrônoma, constatado também no estudo realizado por Barreto, Spanholi e Silveira (2020) na cidade de Sinop-MT.

De acordo com Tofolo *et al.* (2014) a assistência técnica precisa discutir informações abrangentes, incluindo promover a sensibilização sobre os riscos associados à exposição aos agrotóxicos. Além do mais, percebeu-se que as propriedades que receberam orientação técnica, eram mais organizadas, e no tocante de produtividade, havia uma clara diferença entre ter recebido ou não instrução técnica por um profissional.

Os dados encontrados nesse estudo são corroborados em diversos estudos realizados no Brasil, que os agrotóxicos são utilizados na maioria das vezes em plantações agrícolas para o combate de plantas daninhas, insetos, fungos e bactérias (PREZA; AUGUSTO, 2012; SIQUEIRA *et al.*, 2013; ROSA; NAVARRO, 2014; SANTANA *et al.*, 2016; BENTO *et al.*, 2020; GONZAGA; BALDO; CALDEIRA, 2021; SILVA *et al.*, 2021; PIGNATI *et al.*, 2022).

Pelos resultados, observou-se que, 104 (70,75%) trabalhadores rurais faziam a utilização do receituário agrônomo (Figura 2). Nesse estudo, demonstra que em torno de 30% dos entrevistados compravam sem a utilização de receituário agrônomo e fora dos estabelecimentos comerciais, ou até então, adquiriam esses produtos em locais que vendem de forma ilegal. Conforme estabelecido pela Lei nº 7.802/1989 e o Decreto nº 4.074/2002 a prescrição dos agrotóxicos precisa ser realizada por meio de receituário agrônomo expedida por um profissional habilitado, e isso precisa ser exigida todas as vezes no momento da compra de agrotóxicos (BRASIL, 1989; 2002).

Na Figura 4, é possível visualizar que o local de obtenção dos agrotóxicos é realizado nas casas agropecuárias (72,79%). Dados similares foram verificados por Silva *et al.* (2020) na cidade de São José De Ubá – RJ, onde 85% dos entrevistados afirmaram que consultam a engenheiros agrônomos e os locais de maior aquisição são as lojas agropecuárias.

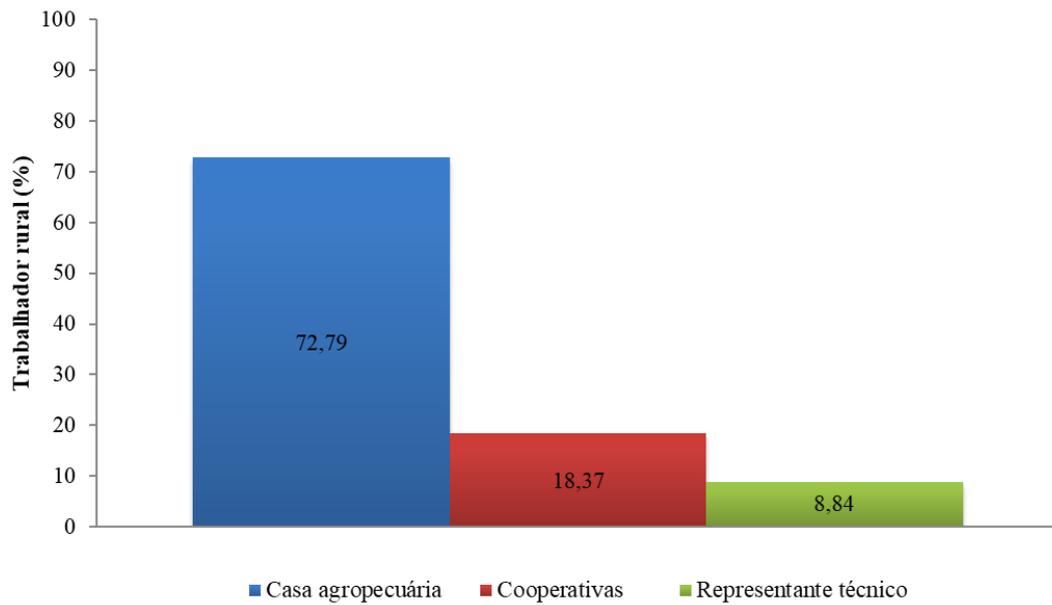


Figura 4 – Descreve a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação ao local de obtenção dos agrotóxicos

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o armazenamento de agrotóxicos deve seguir todas as regulamentações nacionais vigentes (BRASIL, 2002). A maioria dos trabalhadores rurais (86,39%) relataram armazenar os agrotóxicos em local fora de casa, mas com outros produtos, por outro lado, o restante (13,61%) acondiciona em local aberto e específico fora da casa (Figura 5).

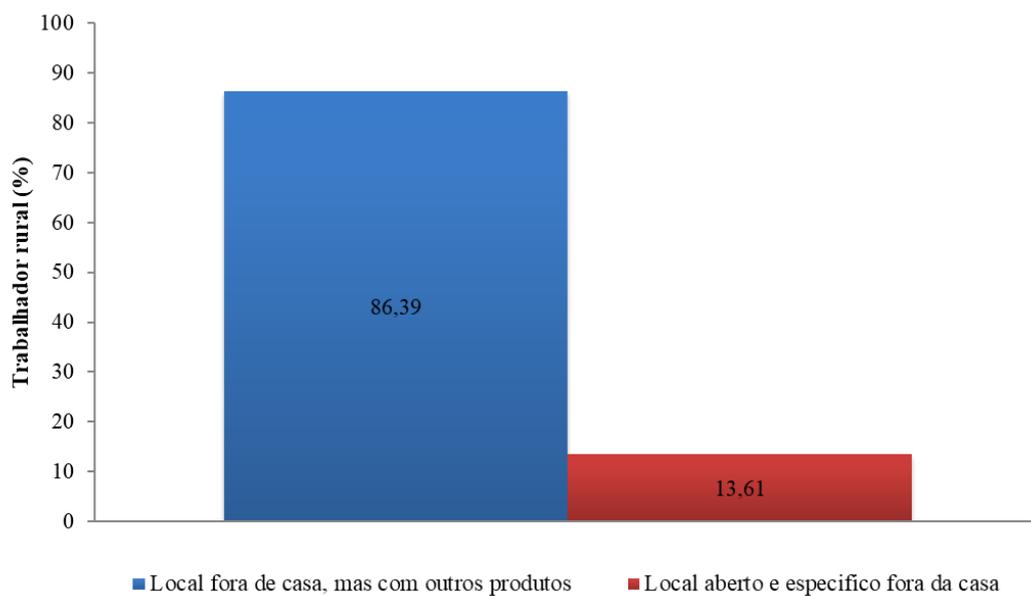


Figura 5 – Apresenta a porcentagem de trabalhadores rurais entrevistados em relação ao local de armazenamento dos agrotóxicos

Vale destacar que segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) nº 9843-3/2019, os locais de armazenamento devem ser exclusivamente para os agrotóxicos e afins, como também os equipamentos para pulverização, seus respectivos acessórios e embalagens vazias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). Dessa forma, percebe-se que os locais de armazenamento dos agrotóxicos nas propriedades rurais de Frutal não atendem os requisitos básicos estabelecidos na norma vigente. Tal norma aborda orientações sobre edificação, pavimentação, ventilação, iluminação e outros aspectos.

O armazenamento adequado desses insumos agrícolas é fundamental, pois é uma forma de proteger os trabalhadores rurais dos riscos associados ao manuseio rotineiro, preservar a qualidade do produto e aumentar a segurança tanto para a saúde humana e animal quanto para o meio ambiente. Abreu e Alonzo (2016) destacam que apesar da existência de instrumentos normativos, os produtores continuam armazenando os agrotóxicos de forma inadequada, que por muitas das vezes carecem de orientação e reflete na situação financeira.

Com relação à leitura do rótulo e bula dos produtos, 98 trabalhadores (66,67%) afirmaram fazê-la (Figura 2). Resultados contrários foram encontrados no estudo de Wahlbrinck, Bica e Rempel (2017) e Andrade *et al.* (2020), na qual 66,90% e 62%, respectivamente, dos trabalhadores relataram não possuir essa prática.

Um fato que pode influenciar na leitura dos rótulos e bulas dos produtos é o nível de escolaridade dos trabalhadores, pois a linguagem mais técnica apresentada nesses instrumentos dificulta a interpretação e entendimento por parte dos trabalhadores, dificultando assim o gerenciamento, manuseio e aplicação dos produtos nas plantações. A leitura dos rótulos configura-se um dos princípios fundamentais para assegurar a saúde e a segurança do trabalhador rural, pois neles constam informações do fabricante sobre o produto, incluindo instruções sobre o manuseio e aplicação, armazenamento do produto, orientações em casos de acidente, precauções de uso e cuidados de proteção ao meio ambiente.

Quanto a frequência de aplicação, 52,38% declararam aplicar agrotóxicos até duas vezes por semana nas produções agrícolas (Figura 6). No estudo realizado por Lira *et al.* (2020) realizado na cidade de Arapiraca-AL, 56% dos entrevistados informaram aplicar agrotóxicos semanalmente, resultado próximo ao encontrado nesse trabalho. Na aplicação de agrotóxicos, nem sempre as orientações do produto são seguidas integralmente e, como resultado, as quantidades utilizadas podem ser superiores às recomendadas, levando a problemas de saúde particularmente graves em humanos (BATISTA *et al.*, 2006).

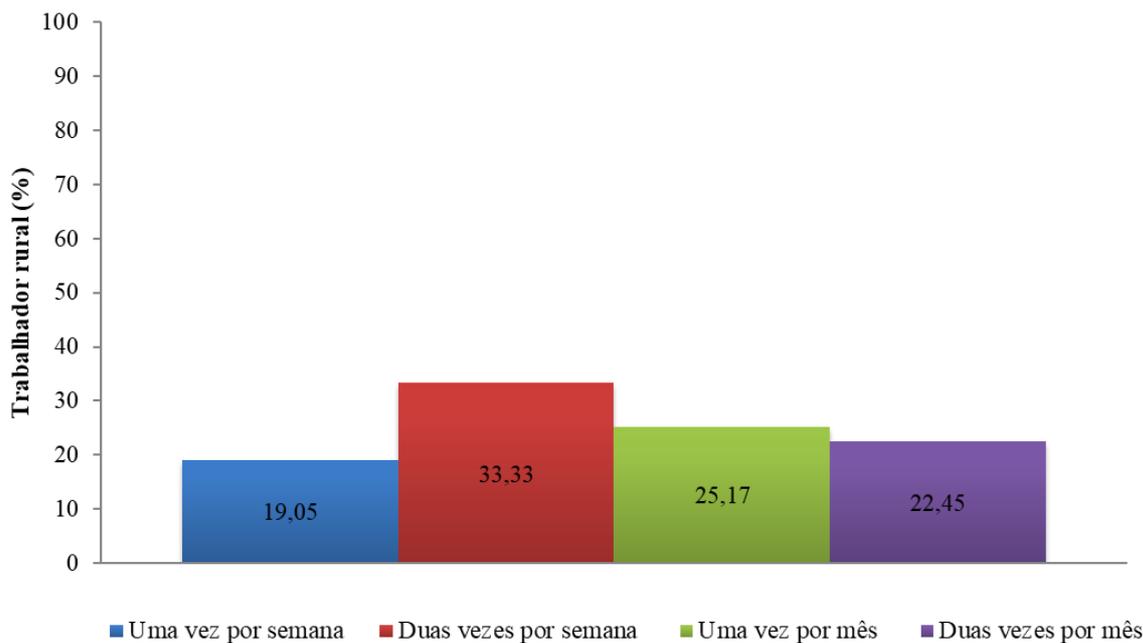


Figura 6 – Apresenta a frequência de aplicação dos agrotóxicos nas produções agrícolas

Quando questionados se respeitam o período de carência, a maioria dos entrevistados (91,84%) alegaram cumprir o intervalo de segurança, por outro lado, 8,16% não respeitam (Figura 7). O cumprimento do período de carência também foi observado por Barreto, Spanholi e Silveira (2020), onde 98,11% dos entrevistados declararam respeitar o número de dias que deve ser considerado entre a última aplicação e a colheita. Caso os produtores não respeitem o período de carência poderá acarretar a ingestão de resíduos tóxicos pelos consumidores, mesmo além de se realizar uma rigorosa lavagem pré-consumo (SIQUEIRA *et al.*, 2013).

Uma informação relevante sobre a exposição ocupacional dos trabalhadores refere-se ao período de reentrada na lavoura, que é aquele tempo após a aplicação do produto, na qual é vedado a entrada de pessoas na área tratada sem a utilização dos devidos EPIs (BRASIL, 2002). Sob esse aspecto, 87,07% trabalhadores rurais declararam respeitar o tempo de reentrada na lavoura, enquanto, 12,93% não respeitam esse período (Figura 7). É importante que os trabalhadores sinalizem as áreas onde ocorrerão as aplicações, informando o período de reentrada, e respeitem todas as recomendações a fim de evitar qualquer tipo de risco.

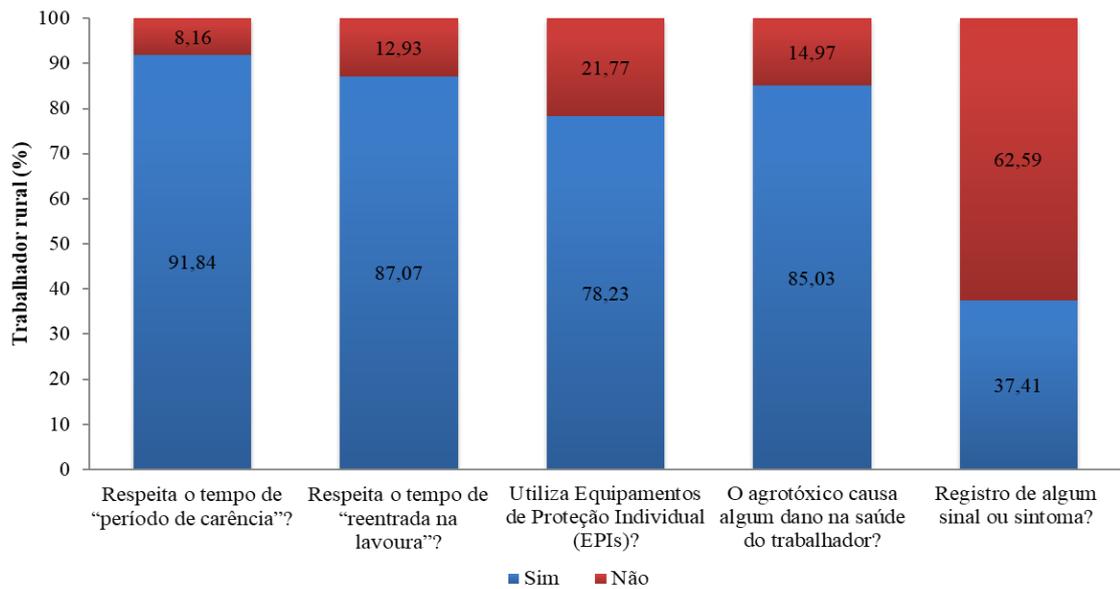


Figura 7 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre as práticas no campo, uso de EPIs e percepção de riscos e danos

Em relação a quantidade de agrotóxicos utilizados, a maioria dos trabalhadores rurais (64,63%) alegaram utilizar entre 4 a 7 tipos nas propriedades (Figura 8). Destaque-se que a variação dos tipos de agrotóxicos utilizados acontece por conta da grande área geográfica do município, assim como, os distintos tipos de produtos agrícolas. Quantidade superior foi encontrado no estudo de Carvalho, Ponciano e Souza (2017), onde utilizavam uma média de 12 tipos por lavoura na cultura do tomate.

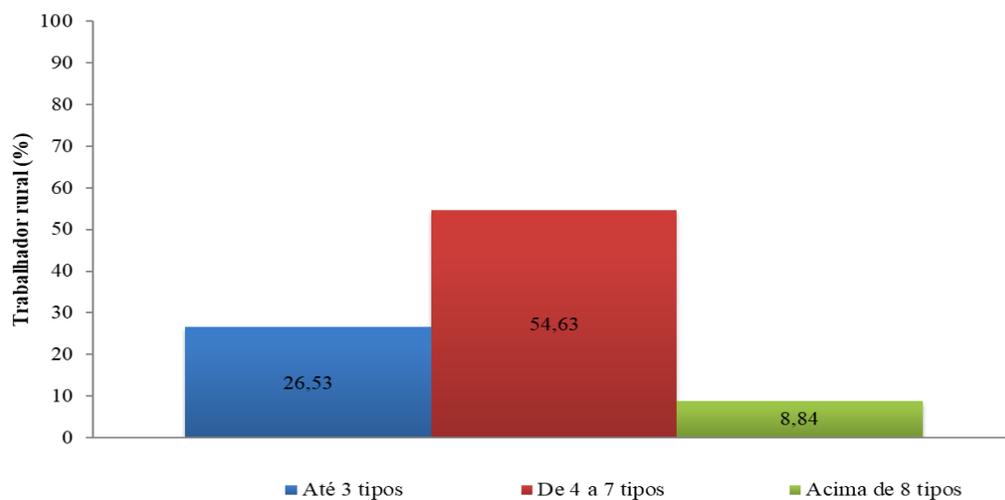


Figura 8 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre a quantidade de agrotóxicos utilizados na propriedade

Para a segurança e saúde do trabalhador que maneja agrotóxicos, torna-se imprescindível o uso dos EPIs. A prática do uso é seguida pela maioria (78,23%) dos entrevistados (Figura 7), contudo utilizam de forma incompleta. A conduta dos trabalhadores que informaram não utilizar os EPIs (21,77%), pode estar associada a baixa renda familiar, pois os custos de adesão desses equipamentos são altos e isso acaba influenciando na compra. Conforme apresentado na Figura 9, destes que utilizam EPIs: 108 (34,50%) usam máscara, 99 (31,63%) usam luvas, 62 (19,81%) usam botas, 24 (7,67%) usam macacão, 11 (3,51%) usam avental, e 9 (2,88%) usam boné.

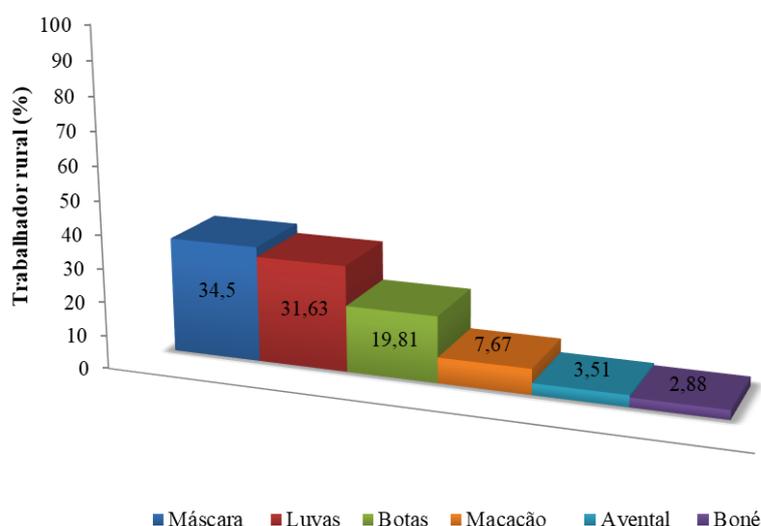


Figura 9 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre qual(is) tipo(s) de EPI são utilizados

Em diversos estudos realizados pelo Brasil, a prática de utilização de EPIs é pouca frequente pelos trabalhadores rurais, apresentando um média de 33,73% (SOARES; ALMEIDA; MORO, 2003; RECENA; CALDAS, 2008; PREZA; AUGUSTO, 2012; CARNEIRO *et al.*, 2015; PETARLI *et al.*, 2019; PESSOA *et al.*, 2022). Dos trabalhadores rurais que não fazem o uso dos EPIs, alegaram sentir desconforto decorrente do calor que os equipamentos causam, fato constatado também por Barreto, Spanholi e Silveira (2020) e Ristow *et al.* (2020).

A aplicação de agrotóxico de modo adequado propõe a utilização de ferramentas que garantam a segurança do trabalhador, ainda assim, nesse estudo o pulverizador costal é o equipamento mais utilizado (35,37%) pelos trabalhadores rurais (Figura 10). Conforme

apontado por Busato *et al.* (2019), essa técnica expõe diretamente o trabalhador por meio do contato com o equipamento junto ao corpo e pelo tempo de exposição aos agrotóxicos, principalmente pela frequência de aplicação que pode alcançar oito vezes ao mês.

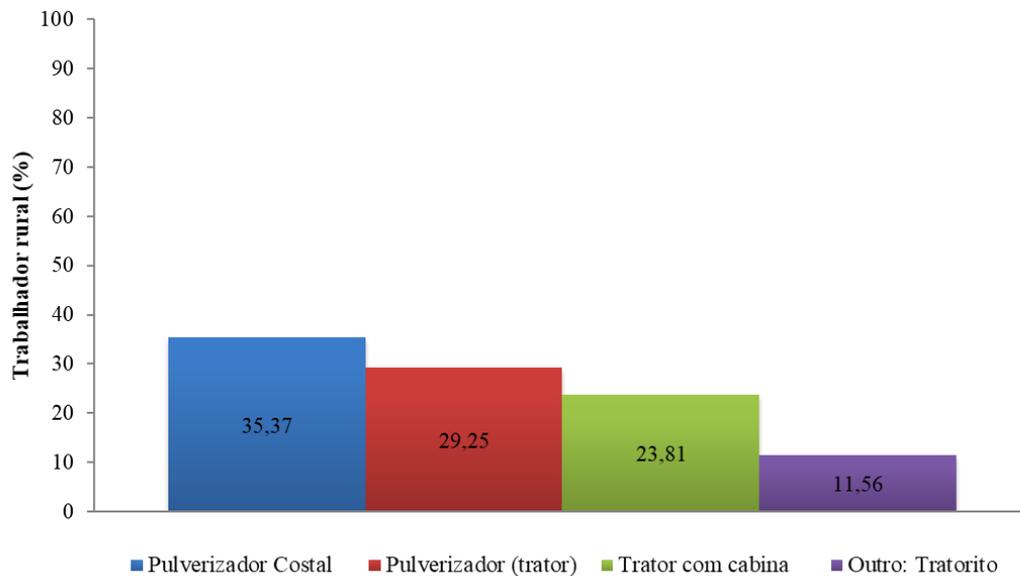


Figura 10 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre qual tipo de equipamento é utilizado para realizar a aplicação do agrotóxico nas produções rurais

Observa-se na Figura 11, que 96 (65,31%) dos trabalhadores rurais lavam separadamente as vestimentas das demais roupas da família, mas utilizam a mesma máquina de lavar.

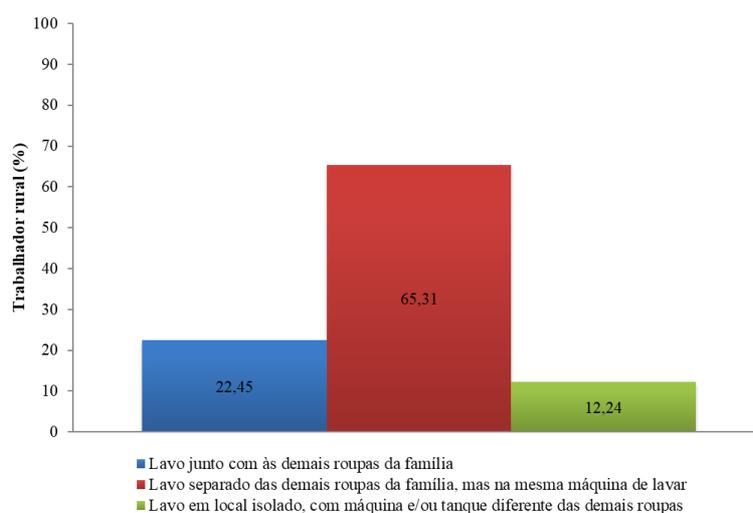


Figura 11 – Quanto a lavagem das vestimentas utilizadas durante a aplicação/preparo dos agrotóxicos...

Tal atividade ainda se configura fator de risco, visto que ao utilizar a mesma ferramenta para higienizar as roupas utilizadas na aplicação, resquícios das substâncias podem ficar contidas na máquina, podendo contaminar a lavagem das demais roupas dos familiares. O fato de utilizar a mesma máquina para lavar as vestimentas tanto da família quanto as roupas utilizadas após aplicação podem estar associadas a renda da família, visto que acaba se tornando um custo adicional adquirir outro equipamento como esse.

Em estudo semelhante realizado por Pessoa *et al.* (2022), com base nos dados dos aplicadores de agrotóxicos cadastrados nos municípios prioritários do estado de Pernambuco, onde 48,1% dos entrevistados utilizam locais não específicos para este fim. Nessa situação, os familiares também ficam susceptíveis aos resíduos de agrotóxicos que são carregados pela, roupas e calçados pelos trabalhadores para suas residências (BURIGO *et al.*, 2019).

Observa-se que 125 (85,03%) dos trabalhadores rurais consideram que o agrotóxico causa algum dano a sua saúde (Figura 7). Outras investigações também indicaram que a maioria dos trabalhadores julga que a exposição a esses produtos pode acarretar danos saúde (RECENA; CALDAS, 2008; WAHLBRINCK; BICA; REMPEL, 2017; ANDRADE *et al.*, 2020).

Em relação à percepção dos trabalhadores rurais quanto ao risco à saúde quando expostos a agrotóxicos, constatou-se que 81 (55,10%) julgam como muito perigoso, 40 (27,21%) consideram ser perigoso, 22 (14,97%) acham ser pouco perigoso, 4 (2,72%) consideram não ser perigoso (Figura 12).

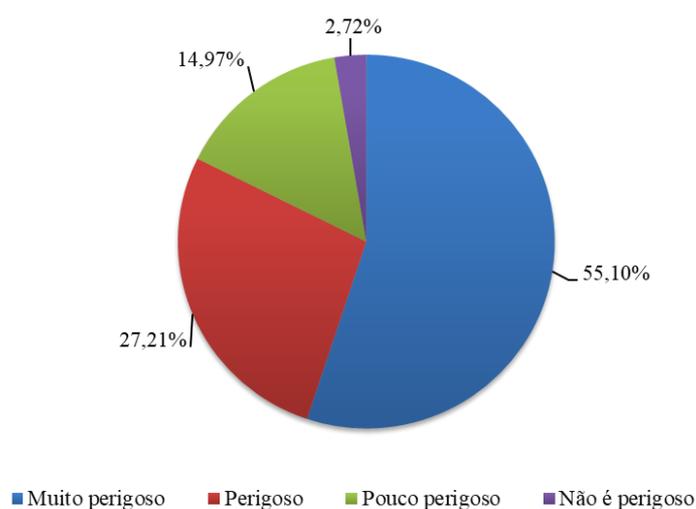


Figura 12 – Avaliação individual sobre o contato dos trabalhadores rurais aos agrotóxicos, classificando quanto ao grau de risco à saúde...

Ristow *et al.* (2020), em seu estudo realizado no município de Cerro Largo-RS, encontrou resultados contrários, onde 64 (57%) consideraram perigoso, 31 (27%) muito perigoso, 9 (8%) pouco perigoso e outros 9 (8%) não ser perigoso.

Os trabalhadores rurais lidam com uma variedade de substâncias químicas ao longo de suas jornadas de trabalho, substâncias essas que podem se tornar agravos a sua saúde. Com o uso ininterrupto de agrotóxicos, o aparecimento de sinais e sintomas agudos e crônicos podem se tornar mais recorrentes. No que se refere a isso, 92 (62,59%) dos trabalhadores rurais afirmaram nunca ter sentido tontura, enjoo, dor de cabeça, alergia ou problema na pele durante ou depois da pulverização com agrotóxicos. Entretanto, 37,41% dos entrevistados já sentiram ao menos algum sinal ou sintoma relacionado a essas atividades (Figura 7). O aparecimento de sintomas após o uso de agrotóxicos pode estar associado ao tempo médio (29 anos) que o trabalhador ficou exposto a estes produtos químicos em seu ambiente laboral.

Dos trabalhadores que registraram nunca ter sentido nenhum sintoma, é possível destacar que os efeitos dos agrotóxicos no corpo são capciosos e cumulativos, sendo capaz de surgir tardiamente (MURUSSI *et al.*, 2014; LOPES-FERREIRA *et al.*, 2022). Destaca-se que os trabalhadores relataram que após o aparecimento desses sintomas, não procuram o Sistema Único de Saúde (SUS) para realizar os procedimentos e obter um direcionamento de um profissional especializado. Logo, tal atitude contribuiu com o aumento do número de casos subnotificados.

Em estudo desenvolvido no município de Imigrante-RS por Wahlbrinck, Bica e Rempel (2017), os autores levantaram os principais sintomas de intoxicação segundo os entrevistados, tais como: dor de cabeça, tontura, dor no corpo, cansaço, enjoo, fraqueza e etc, corroborando com alguns sintomas descritos pelos trabalhadores de Frutal, onde relataram ter sentido tontura, enjoo, dor de cabeça, alergia ou problema na pele.

Portanto, trabalhadores desprotegidos durante a pulverização são mais susceptíveis à contaminação por substâncias que podem ser absorvidas por via oral, inalatória ou dérmica, e eventualmente se alojar e se acumular no corpo, principalmente no fígado e nos rins, que pode ocasionar intoxicação aguda ou crônica, tendo esta última maior limitação na avaliação dos efeitos dos agrotóxicos (RIGOTTO; VASCONCELOS; ROCHA, 2014; KIM; KABIR; JAHAN, 2017; STAUDACHER *et al.*, 2020; PIGNATI *et al.*, 2022).

Mesmo que o produto tenha baixa toxicidade, o risco de contaminação é alto se for exposto por muito tempo, e vice-versa, ou seja, se a toxicidade for alta, o risco de contaminação é alto mesmo que o tempo de exposição seja curto (SILVA; AMORIM, 2020).

Assim percebe-se que, apesar da maioria responder que tem consciência da percepção de risco ao uso de agrotóxicos a falta de uso de EPIs completos, a lavagem das roupas usadas na aplicação de agrotóxicos junto com demais vestimentas dos seus familiares, o desconhecimento do nível de toxidade e condições de armazenamento dos mesmos, demonstram uma baixa percepção.

3.1.3 Riscos ao meio ambiente

Quanto aos riscos dos agrotóxicos ao meio ambiente, dos entrevistados, 78,91% acreditam que os agrotóxicos causam algum impacto negativo ao meio ambiente (Figura 13). Chelinho *et al.* (2011) destaca que em relação ao impacto dos agrotóxicos no meio ambiente, os achados deste estudo mostram danos aos insetos, à água, ao solo e aos peixes causados pelo uso dessas substâncias, muitas vezes alterando seus habitats naturais.

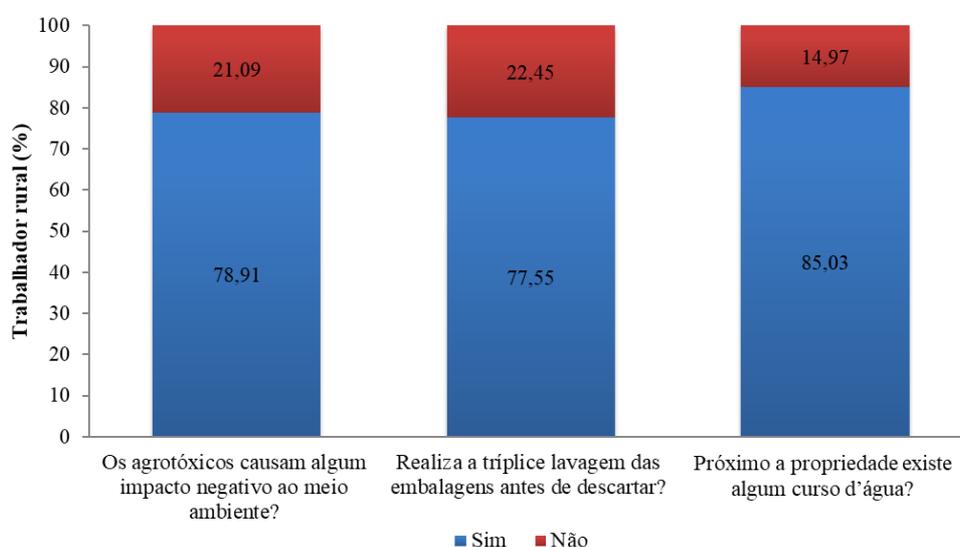


Figura 13 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre o risco dos agrotóxicos no meio ambiente

Quando perguntados sobre a tríplex lavagem das embalagens antes do descarte, 114 (77,55%) trabalhadores rurais afirmam realizar essa atividade, já 22,45% disseram nunca lavar os recipientes (Figura 13), tal dado encontrado é próximo da porcentagem dos trabalhadores que não acreditam que os agrotóxicos causam prejuízos ao meio ambiente.

Wahlbrinck, Bica e Rempel (2017), destaca embora esta prática seja comum e regulamentada, ela não tem sido adotada por muitos produtores que não a veem como uma forma de reduzir os danos que causam ao meio ambiente.

Um fator importante e preocupante é a destinação final adequada das embalagens vazias dos agrotóxicos, o que reduzirá o risco à saúde humana e à contaminação ao meio ambiente (SOUSA *et al.*, 2016). Os achados deste estudo também permitiram identificar o tipo de destino dado às embalagens, em 73,47% dos casos, os trabalhadores rurais relataram fazer a devolução das mesmas (Figura 14).

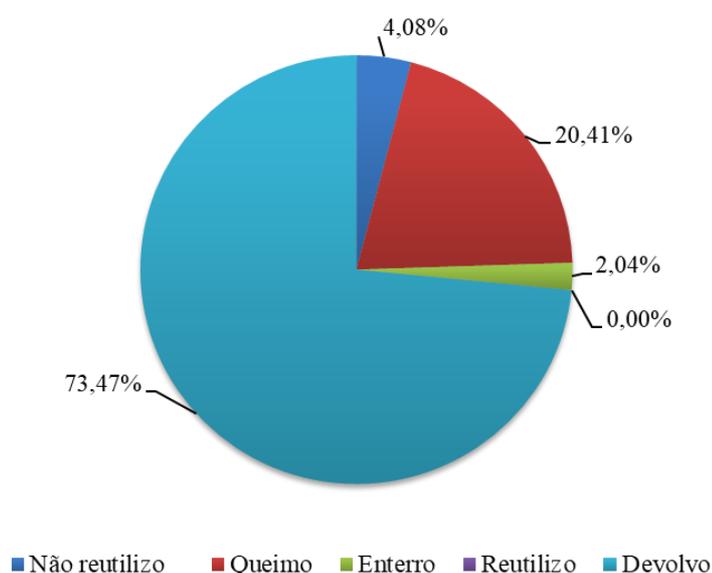


Figura 14 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre a forma de descarte das embalagens vazias dos agrotóxicos

Fica estabelecido o prazo de até um ano a partir da data da compra para realizar o descarte. Somente a partir do órgão regulador é possível solicitar um prazo maior (BRASIL, 2002). A violação da lei pode resultar em multas para o agricultor, o revendedor e até mesmo o fabricante do agrotóxico. De acordo com o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), em 2021, o estado da Minas Gerais devolveu 3.579.078 toneladas de embalagens, o que representa 7% do total de embalagens devolvidas no Brasil (INPEV, 2021), assim fica evidente que a taxa de devolução (73,47%) encontrada nesse estudo é maior que a média do estado quando comparado a nível nacional.

A maioria dos trabalhadores rurais (85,03%) afirmaram que próximo as suas propriedades existem algum curso d'água (Figura 13). É possível inferir que a declividade do

terreno das plantações, contribui para o carreamento superficial, com os agrotóxicos sendo levados adsorvidos às partículas do solo erodido ou em solução na água de escoamento, podendo interferir tanto na qualidade das águas quanto nos organismos vivos ali existentes (SPADOTTO *et al.*, 2004; VIEIRA *et al.*, 2016; GULLIYA *et al.*, 2020).

Com relação ao destino final da sobra da calda, 99 (67,35%) trabalhadores afirmaram que nunca sobra, enquanto que 48 (32,65%) referiram descartar no meio ambiente (Figura 15). Dos que disseram que nunca sobra, tal resposta pode estar associada ao processo de reaplicação da calda, até não sobrar nada no pulverizador, resultando numa aplicação muito maior do que devia nas plantações. Apesar de na maioria dos casos não haver sobra de calda, ainda uma grande parcela dos trabalhadores acaba destinando incorretamente o resto da calda, na qual constata-se a falta de percepção de risco ambiental e para saúde. O destino final dos agrotóxicos no ambiente é motivado por uma série de processos que determinam sua persistência e mobilidade, como interações com o solo, águas superficiais e subterrâneas, que são influenciados por reações químicas, físicas e biológicas (SOUSA *et al.*, 2018; PIETRZAK *et al.*, 2019; GULLIYA *et al.*, 2020; PELOSI *et al.*, 2021).

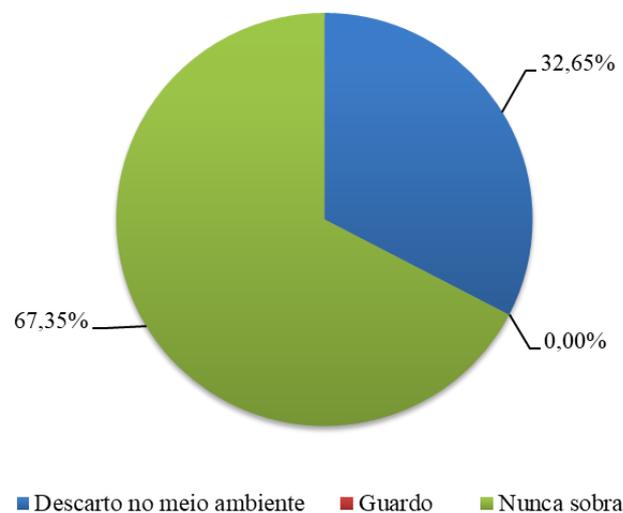


Figura 15 – Apresenta a porcentagem de respostas sobre qual o destino final da sobra da calda

Seja qual for o método de aplicação, o agrotóxico é capaz de atingir o solo e a água devido a diferentes fatores, tais como: topografia, lixiviação, erosão, precipitação, vento, cobertura da safra, época e local de aplicação do produto químico, lavagem das plantas tratadas e práticas agrícolas (SILVA; OLIVEIRA; GANDOLFO, 2018; PIAZZA, 2019).

3.2 Caracterização das intoxicações

Na Tabela 3 são apresentados os dados coletados na Secretaria Municipal de Frutal referente às intoxicações por agrotóxico do tipo agrícola. Todos os dados fornecidos pela Secretaria foram oriundos do Hospital Frei Gabriel, sendo o Hospital São José sem registros de intoxicação.

Em relação às características sociodemográficas associadas à intoxicação, observou-se na Tabela 2, a predominância em pessoas do sexo masculino (75%), com idade entre 27 e 35 anos (75%), com escolaridade da 5ª a 8ª série (75%). Verificou-se ainda que o agente tóxico caracterizado foi agrotóxico do tipo agrícola (herbicida).

O baixo número de registros reflete em situações de subnotificações, situações nas quais o trabalhador rural que é intoxicado, e acaba não procurando um serviço de saúde para proceder com o exame e registro clínico. Outra causa também para o baixo registro de notificações pode ser devido a pandemia da COVID-19.

Tabela 3 – Características das notificações por intoxicação exógenas no município de Frutal, no ano de 2020

| VARIÁVEIS | n (%) |
|--|---------|
| Mês de notificação | |
| Junho | 1 (25) |
| Julho | 1 (25) |
| Agosto | 1 (25) |
| Novembro | 1 (25) |
| Gênero | |
| Masculino | 3 (75) |
| Feminino | 1 (25) |
| Gestante | |
| Não | 4 (100) |
| Faixa etária | |
| 27 – 35 anos | 3 (75) |
| 45 – 53 anos | 1 (25) |
| Escolaridade | |
| Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) incompleto | 3 (75) |
| Ensino médio incompleto | 1 (25) |
| Agente tóxico | |
| Herbicida | 4 (100) |
| Atividade(s) exercidas durante a exposição ao agrotóxico | |
| Armazenagem | 1 (25) |
| Pulverização | 3 (75) |
| Via de exposição/contaminação | |
| Digestiva | 4 (100) |
| Circunstância de exposição/contaminação | |
| Tentativa de suicídio | 4 (100) |
| A exposição/contaminação foi decorrente do trabalho/ocupação? | |
| Não | 4 (100) |
| Tipo de exposição | |

| | |
|--|---------|
| Aguda-única | 4 (100) |
| Diagnóstico final | |
| Reação adversa | 4 (100) |
| Critério de confirmação | |
| Clínico | 3 (75) |
| Clínico-epidemiológico | 1 (25) |
| Evolução do caso | |
| Cura sem sequelas | 4 (100) |
| Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) | |
| Não | 0 (0) |

Fonte: Secretária Municipal de Saúde de Frutal, 2022

Carneiro *et al.* (2015) destacam que para cada um caso notificado estima-se 50 subnotificados, esse número pode ser ainda maior quando relacionado com a exposição ocupacional e o aparecimento de sintomas crônicos.

As razões para isso incluem a atenuação da busca do atendimento clínico pelo público sintomático, a falha de diagnose, o não registro de notificação de casos diagnosticados, falta de infraestrutura de saúde e deficiência ou má implementação de medidas de vigilância em saúde (ABREU; TAVARES, 2017; TAVEIRA; ALBUQUERQUE, 2018).

4 CONCLUSÃO

Na percepção de risco os trabalhadores rurais de Frutal, em sua maioria, utilizam diariamente uma grande variedade de agrotóxico, desde pouco a altamente tóxicos, tendo o produto Cletodim BRX o mais utilizado.

A maioria dos trabalhadores rurais possuem boas práticas ao utilizar e gerenciar os agrotóxicos, no entanto, necessitam de orientação técnica quanto: utilização de EPIs, período de carência do produto, reentrada na lavoura após aplicação do agrotóxico, uso do receituário agrônomo, leitura do rótulo e bula do produto, tríplex lavagem das embalagens e destino correto.

Quanto as notificações das intoxicações somente quatro foram registrados, no entanto, vários trabalhadores rurais relataram algum tipo de sintoma, caracterizando assim subnotificação, entre os anos de 2020 e 2021 no município de Frutal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADI, B. The determinants of cucumber farmers' pesticide use behavior in central Iran: implications for the pesticide use management. **Journal Of Cleaner Production**, [S. l.], v. 205, p. 1069-1081, 2018.

ABREU, P. H. B.; ALONZO, H. G. A. O agricultor familiar e o uso (in)seguro de agrotóxicos no município de Lavras/MG. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [S. l.], v. 41, e18, 2016.

ABREU, R. M.; TAVARES, F. G. PANORAMA DO USO DE AGROTÓXICOS NA BAHIA: desafios para a vigilância à saúde. **Revista Baiana de Saúde Pública**, [S. l.], v. 40, p. 97-113, 2017.

ANDRADE, A. P. R.; FERREIRA, R. B.; CIRINO, K. F. S.; SANTOS, W. S.; SILVA, L. R. Percepção dos produtores rurais sobre o uso de agrotóxicos na cultura de banana-maçã de Itaguaru (GO) e região. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 258–273, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9843-3**: agrotóxicos e afins – armazenamento: parte 3: propriedades rurais. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BARRETO, M. R.; SPANHOLI, M. L.; SILVEIRA, M. V. Perfil do pequeno produtor referente ao cuidado e uso de agrotóxicos em Sinop, Mato Grosso. **Ensaio**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 255-263, 2020.

BATISTA, M. T. A.; RODRIGUES, H. G.; FONSECA, L. C.; BONETTI, A. M.; PENHA-SILVA, N.; NERES, A. C.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Estudo dos efeitos do pesticida da classe glicina substituída sobre eritrócitos humanos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 3, n. 2, 2007.

BELCHIOR, D. C. V.; SARAIVA, A. S.; LÓPEZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 135-151, 2017. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26296/13929>. Acesso em: 5 jun. 2022.

BENTO, A. J.; ANDRADE, A. B. A.; SANTOS, J. M.; MOURA, M. A. B. F.; GOULART, H. F.; SANTANA, A. E. G. Exposição ocupacional aos agrotóxicos pelos agricultores da região de Coruripe, Alagoas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 193-201, 2020.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 04 jan. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acesso em: 7 jun. 2022.

BRASIL. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jul. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13465.htm#art2. Acesso em: 30 dez. 2022.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 12 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm. Acesso em: 10 maio 2021.

BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 fev. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8629.htm#art4iia. Acesso em: 30 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informações Técnicas: Registros concedidos - 2000 - 2022**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/RegistrosConcedidosatabril2022.xlsx>. Acesso em: 7 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Módulo Fiscal: Índices Básicos 2022**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/modulo-fiscal>. Acesso em: 30 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Ato nº 82, de 25 de novembro de 2019**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 25 jan. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/ato-n-82-de-25-de-novembro-de-2019-229899956>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **Intoxicação Exógena – Notificações registradas no SINAN NET - Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/Intoxbr.def>. Acesso em: 3 maio 2022.

BRUST, R. S.; OLIVEIRA, L. P. M.; SILVA, A. C. S. S.; REGAZZI, I. C. R.; AGUIAR, G. S.; KNUPP, V. M. A. O. Epidemiological profile of farmworkers from the state of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [S. l.], v. 72, n. 1, p. 129-135, 2019.

BURIGO, A. C.; VAZ, B. A.; LONDRES, F.; NETTO, G. F.; MENEZES, M. A. C.; PACHECO, M. E. L.; SOUZA, N. A.; PETERSEN, P. (org.). **Caderno de estudos: saúde e agroecologia**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; ANA; ABA-Agroecologia, 2019. Disponível em: https://agroecologia.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Saude_e_Agroecologia_web.pdf. Acesso em: 18 jan. 2023.

BUSATO, M. A.; AREZI, B. A.; SOUZA, M. A.; TEO, C. R. P. A.; LUTINSKI, J. A.; FERRAZ, L. Uso e manuseio de agrotóxicos na produção de alimentos da agricultura familiar e sua relação com a saúde e o meio ambiente. **Holos**, [S. l.], v. 1, p. 1-9, 2019.

CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; BÚRIGO, A. C. (Org). **Dossiê Abrasco**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: Escola Politécnica Joaquim Venâncio; Fiocruz; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARSON, R. L. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Editora melhoramentos. 1962.

CARVALHO, C. R. F.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, C. L. M. Levantamento dos agrotóxicos e manejo na cultura do tomateiro no município de Cambuci - RJ. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 15-28, 2017.

CHELINHO, S.; LOPES, I.; NATAL-DA-LUZ, T.; DOMENE, X.; NUNES, M. E. T.; ESPÍNDOLA, E. L.G.; RIBEIRO, R.; SOUSA, J. P. Integrated ecological risk assessment of pesticides in tropical ecosystems: a case study with carbofuran in brazil. **Environmental Toxicology And Chemistry**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 437-445, 2011.

COSTA, P. M.; ASSIS, F. A.; CARVALHO, F. J.; ASSIS, G. A. Nível de conscientização de produtores de hortaliças quanto ao uso de agrotóxicos nos Municípios de Goiatuba e Morrinhos, Estado de Goiás, Brasil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e3369108470, 2020.

DREBES, L. M.; SCHERER, C. B.; GONÇALVES, J. R.; DÖRR, A. C. Acidentes típicos do trabalho rural: um estudo a partir dos registros do hospital universitário de Santa Maria, RS, Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 3467–3476, 2014.

FRIEDRICH, K.; SILVEIRA, G. R.; AMAZONAS, J.C.; GURGEL, A. M.; ALMEIDA, V. E. S.; SARPA, M. Situação regulatória internacional de agrotóxicos com uso autorizado no Brasil: potencial de danos sobre a saúde e impactos ambientais. **Cadernos de Saúde Pública**, [S. l.], v. 37, n. 4, e00061820, 2021.

GABERELL, L.; VIRET, G. Banned in Europe: How the EU exports pesticides too dangerous for use in Europe. **Public Eye**, 10 set. 2020. Disponível em: <https://www.publiceye.ch/en/topics/pesticides/banned-in-europe>. Acesso em: 7 jun. 2022.

GONZAGA, C. W. P.; BALDO, M. P.; CALDEIRA, A. P. Exposição a agrotóxicos ou práticas agroecológicas: ideiação suicida entre camponeses do semiárido no brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 26, n. 9, p. 4243-4252, 2021.

GULLIYA, S.; KUMAR, R.; SANKHLA, M. S.; KUMAR, R.; SONONE, S. S. Impact of Pesticide Toxicity in Aquatic Environment. **Biointerface Research In Applied Chemistry**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 10131-10140, 2020.

HOU, L.; LIU, P.; HUANG, J.; DENG, X. The influence of risk preferences, knowledge, land consolidation, and landscape diversification on pesticide use. **Agricultural Economics**, [S. l.], v. 51, n. 5, p. 759-776, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 9 maio 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/frutal/panorama>. Acesso em: 19 jan. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua anual**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7189#notas-tabela>. Acesso em: 7 mar. 2023.

INPEV - INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Relatório de Sustentabilidade 2021**. 72 p. Disponível em: <https://inpev.org.br/Sistemas/Saiba-Mais/Relatorio/inpEV-RS2021.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

KAY, C. The agrarian question and the neoliberal rural transformation in Latin America. **European Review of Latin American and Caribbean Studies**, v. 100, 73–83, 2015.

KIM, K.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. **Science Of The Total Environment**, [S. l.], v. 575, p. 525-535, 2017.

KLEIN, B. N.; STAUDT, K. J.; MISSIO, R.; PERUZZI, M. H.; ALMEIDA, A. I. Análise do impacto do uso de organofosforados e carbamatos em trabalhadores rurais de um município da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. **Acta Toxicológica Argentina**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 26, n. 3, p. 104-112, 2018.

LEITE, C. M. A.; SCHEFFER, S. M. O risco do uso dos agrotóxicos na saúde da população de Ponta Grossa - PR. In: SILVA, M. F. F. (org.). **Políticas Públicas e Mobilidade Urbana: uma compreensão científica da atualidade**, 1. ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, 2021, v. 1, p. 258-274, 2021.

LIRA, T. P. S.; BARBOSA, J. P. F.; SANTOS, M. I. G.; SILVA, R. N.; ALENCAR, V. E. M. Horticultura convencional em Arapiraca-AL: caracterização do uso de agrotóxicos. **Diversitas Journal**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 2473-2488, 2020.

LOPES-FERREIRA, M.; MALESKI, A. L. A.; BALAN-LIMA, L.; BERNARDO, J. T. G.; HIPOLITO, L. M.; SILVA, A. C. S.; BATISTA-FILHO, J.; FALCAO, M. A. P.; LIMA, C. Impact of Pesticides on Human Health in the Last Six Years in Brazil. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S. l.], v. 19, n. 6, p. 1-19, 2022.

MANYILIZU, W.; MDEGELA, R.; HELLEVE, A.; SKJERVE, E.; KAZWALA, R.; NONGA, H.; MULLER, M.; LIE, E.; LYCHE, J. Self-Reported Symptoms and Pesticide Use among Farm Workers in Arusha, Northern Tanzania: a cross sectional study. **Toxics**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 1-13, 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, G. A. **Estatística geral e aplicada**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MATTIA, P. I.; RÓDIO, G. R. Variáveis associadas a intoxicação ocupacional por agrotóxicos agrícolas, na mesorregião oeste do Paraná, de 2010 a 2020. **Research, Society And Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, e33011528260, 2022.

MELLO, C. M.; SILVA, L. F. Fatores associados à intoxicação por agrotóxicos: estudo transversal com trabalhadores da cafeicultura no sul de minas gerais. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 609-620, 2013.

MURUSSI, C.; HORN, R. C.; SANTI, A.; CLASEN, B. E.; REIS, G.; SOUZA, D.; BORTOLOTTI, J. W.; MANFIO, C. E.; LORO, V. L. Changes in oxidative markers, endogenous antioxidants and activity of the enzyme acetylcholinesterase in farmers exposed to agricultural pesticides - a pilot study. **Ciência Rural**, [S. l.], v. 44, n. 7, p. 1186-1193, 2014.

NEGATU, B.; KROMHOUT, H.; MEKONNEN, Y.; VERMEULEN, R. Use of Chemical Pesticides in Ethiopia: a cross-sectional comparative study on knowledge, attitude and practice of farmers and farm workers in three farming systems. **Annals Of Occupational Hygiene**, [S. l.], v. 60, n. 5, p. 551-566, 2016.

PANIS, C.; GABOARDI, S. C.; KAWASSAKI, A. C. B.; DIAS, E. C. M.; TEIXEIRA, G. T.; SILVA, D. R. P.; RECH, D.; CANDIOTTO, L. Z. P. Characterization of occupational exposure to pesticides and its impact on the health of rural women. **Revista de Ciências Farmacêutica Básica e Aplicadas - Rcfba**, [S. l.], v. 43, e748, 2022.

PELOSI, C.; BERTRAND, C.; DANIELE, G.; COEURDASSIER, M.; BENOIT, P.; NÉLIEU, S.; LAFAY, F.; BRETAGNOLLE, V.; GABA, S.; VULLIET, E. Residues of currently used pesticides in soils and earthworms: a silent threat?. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S. l.], v. 305, p. 107167, 2021.

PESSOA, G. S.; ALBUQUERQUE, P. C. C.; COTRIM, G. S.; GURGEL, A. M.; LIRA, P. V. R. A.; GURGEL, I. G. D.; CAMPOS, A. G. Uso de agrotóxicos e saúde de trabalhadores rurais em municípios de Pernambuco. **Saúde em Debate**, [S. l.], v. 46, n. 2, p. 102-121, 2022.

PETARLI, G. B.; CATTAFESTA, M.; LUZ, T. C.; ZANDONADE, E.; BEZERRA, O. M. P. A. B.; SALARODI, L. B. Exposição ocupacional a agrotóxicos, riscos e práticas de segurança na agricultura familiar em município do estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 44, e15, 2019.

PIAZZA, T. S. **Análise crítica sobre o uso de agrotóxicos e seus problemas no Brasil**. 2019. 121f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

PIETRZAK, D.; KANIA, J.; MALINA, G.; KMIĘCIK, E.; WAȚOR, K. Pesticides from the eu first and second watch lists in the water environment. **Clean – Soil, Air, Water**, [S. l.], v. 47, n. 7, p.1800376, 2019.

PIGNATI, W. A.; SOARES, M. R.; LARA, S. S.; LIMA, F. A. N. S.; FAVA, N. R.; BARBOSA, J. R.; CORRÊA, M. L. M. Exposição aos agrotóxicos, condições de saúde autorreferidas e Vigilância Popular em Saúde de municípios mato-grossenses. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 45-61, 2022.

PREZA, D. L. C.; AUGUSTO, L. G. S. Vulnerabilidades de trabalhadores rurais frente ao uso de agrotóxicos na produção de hortaliças em região do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [S. l.], v. 37, n. 125, p. 89-98, 2012.

RECENA, M. C. P.; CALDAS, E. D. Percepção de risco, atitudes e práticas no uso de agrotóxicos entre agricultores de Culturama, MS. **Revista de Saúde Pública**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 294-301, 2008.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Pesticide use in Brazil and problems for public health. **Cadernos de Saúde Pública**, [S. l.], v. 30, n. 7, p. 1360-1362, 2014.

RISTOW, L. P. **Exposição ocupacional de trabalhadores rurais a agrotóxicos e relação com políticas públicas**. 2017. 139f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Políticas Públicas, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017.

RISTOW, L. P.; BATTISTI, I. D. E.; STUMM, E. M. F.; MONTAGNER, S. E. D. Fatores relacionados à saúde ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 29, n. 2, e180984, 2020.

ROSA, L. A.; NAVARRO, V. L. Trabalho e trabalhadores dos canaviais: perfil dos cortadores de cana da região de Ribeirão Preto (SP). **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 143-160, 2014.

SANTANA, C. M.; COSTA, A. R.; NUNES, R. M. P.; NUNES, N. M. F.; PERON, A. P.; MELO-CAVALCANTE, A. A. C.; FERREIRA, P. M. P. Exposição ocupacional de trabalhadores rurais a agrotóxicos. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 301-307, 2016.

SENA, T. R. R.; DOURADO, S. S. F.; ANTONIOLLI, Â. R. Audição em altas frequências em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 24, n. 10, p. 3923-3932, 2019.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. B.; GANDOLFO, M. A. Mapping of the time available for application of pesticides in the state of Paraná, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S. l.], v. 40, n. 1, p. e39421, 2018.

- SILVA, J. N.; ARAUJO, T. C.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, C. L. M. Diagnóstico do uso de agrotóxicos por tomaticultores do município de São José De Ubá, RJ. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 45–50, 2020.
- SILVA, L. N. P.; AMORIM, J. G. B. Condições de segurança do trabalho no manuseio de agrotóxicos em pequenas propriedades de agricultura familiar. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, [S. l.], v.11, n.7, p. 349-364, 2020.
- SIQUEIRA, D. F.; MOURA, R. M.; LAURENTINO, G. E. C.; ARAÚJO, A. J.; CRUZ, S. L. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 182-191, 2013.
- SOARES, W.; ALMEIDA, R. M. V. R.; MORO, S. Trabalho rural e fatores de risco associados ao regime de uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [S. l.], v. 19, n. 4, p. 1117-1127, 2003.
- SOUSA, D. G.; MARQUES, D. J. S.; SERRA, R. B. G.; SOUSA, A. C.; FIGUEIREDO, G. J. Uma percepção ambiental de agricultores da comunidade águas turvas sobre o uso de agrotóxico na região da bacia hidrográfica do Rio Gramame, João Pessoa (PB). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 332–339, 2018.
- SOUSA, J. A.; FEITOSA, H. O.; CARVALHO, C. M.; PEREIRA, C. F.; FEITOSA, S. O.; SILVA, S. L. Percepção dos produtores rurais quanto ao uso de agrotóxicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 5, p. 976-989, 2016.
- SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 42). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5810/1/documentos_42.pdf. Acesso em: 20 jan. 2023.
- STAUDACHER, P.; FUHRIMANN, S.; FARNHAM, A.; MORA, A. M.; ATUHAIRE, A.; NIWAGABA, C.; STAMM, C.; EGGEN, R. I.; WINKLER, M. S. Comparative Analysis of Pesticide Use Determinants Among Smallholder Farmers From Costa Rica and Uganda. **Environmental Health Insights**, [S. l.], v. 14, p. 1-15, 2020.
- TAVEIRA, B. L. S.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Análise das notificações de intoxicações agudas, por agrotóxicos, em 38 municípios do estado do Paraná. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 211-222, 2018.
- TOFOLO, C.; FUENTEFRIA, A. M.; FARIAS, F. M.; MACHADO, M. M.; OLIVEIRA, L. F. S. Contributing factors for farm workers' exposure to pesticides in the west of the state of Santa Catarina, Brazil. **Acta Scientiarum Health Sciences**, [S. l.], v. 36, n. 2, p. 153-159, 2014.
- VASCONCELLOS, P. R. O.; RIZZOTTO, M. L. F.; OBREGÓN, P. L.; ALONZO, H. G. A. Exposição a agrotóxicos na agricultura e doença de Parkinson em usuários de um serviço

público de saúde do Paraná, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 567-578, 2020.

VIEIRA, D. C.; NOLDIN, J. A.; DESCHAMPS, F. C.; RESGALLA, C. Ecological risk analysis of pesticides used on irrigated rice crops in southern Brazil. **Chemosphere**, [S. l.], v. 162, p. 48-54, 2016.

WAHLBRINCK, M. G.; BICA, J. B.; REMPEL, C. Percepção dos agricultores do município de imigrante (RS) sobre os riscos da exposição a agrotóxicos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, [S. l.], n. 44, p. 72-84, 2017.

WERLANG, R.; MENDES, J. M. R. Pluriatividade no meio rural: flexibilização e precarização do trabalho na agricultura familiar. **Revista em Pauta**, v. 14, n. 38, p. 140-163, 2016.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISES QUÍMICA, FÍSICA E MICROBIOLÓGICA DE SOLOS EM SISTEMAS DE CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO/AGROECOLÓGICO NA CULTURA DA ALFACE

RESUMO

O solo é um elemento crucial da biogeocenose na qual atua na realização de diversas tarefas relevantes para assegurar a sustentabilidade ambiental e econômica. Nesse sentido, os indicadores químicos, físicos e biológicos do solo, são encarregados por analisar a estrutura, porosidade, compactação, fertilidade, acidez e a biota, conforme a influência das práticas de manejo realizadas para o cultivo. O objetivo desse trabalho foi avaliar as características químicas, físicas e microbiológicas do solo em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG. As coletas de solos foram realizadas nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, sendo que para as análises químicas e microbiológicas a profundidade foi de 0-20 cm. Realizou-se três coletas, sendo: controle, 1ª safra e 2ª safra que ocorreram em 2021. Foram analisados os seguintes indicadores: químicos: pH, MO, P, K, Ca, Mg, CTC, V%, S, CO, H+Al e SB; físicos: umidade, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, condutividade elétrica e coloração do solo; e microbiológicos: bactérias, bolores e leveduras. O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância e utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação das médias. Os resultados mostraram que o uso e manejo do solo no sistema de cultivo orgânico/agroecológico dentre os indicadores avaliados, apontou melhores resultados nas propriedades químicas do solo, alcançando valores superiores de S, K, CO e MO. Observou-se resultados semelhantes para a comunidade microbiológica, a qual está diretamente ligada às condições químicas do solo, em específico MO e CO, onde o sistema agroecológico fornece maior quantidade desses fatores. No entanto, a propriedade física do solo como, a condutividade elétrica, umidade, densidade de partículas, densidade do solo e porosidade total está relacionada ao sistema de cultivo convencional e, na época antes do plantio, esse sistema apresenta maior quantidade de bactérias no solo. O manejo dos solos na forma orgânica/agroecológica contribui para a manutenção da umidade do solo, teor de matéria orgânica e diminuição da compactação do solo.

Palavras-chave: Qualidade do solo. Sustentabilidade. Triângulo Mineiro. Manejo do solo.

CHEMICAL, PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSES OF SOILS IN CONVENTIONAL AND ORGANIC/AGROECOLOGICAL CULTIVATION SYSTEMS IN LETTUCE CULTURE

ABSTRACT

Soil is a crucial element of the biogeocenosis in which it acts in carrying out several relevant tasks to ensure environmental and economic sustainability. In this sense, the chemical, physical and biological indicators of the soil are responsible for analyzing the structure, porosity, compaction, fertility, acidity and biota, according to the influence of the management practices carried out for the cultivation. The objective of this work was to evaluate the chemical, physical and microbiological characteristics of the soil in conventional and organic/agroecological cultivation systems in the municipality of Fronteira-MG. Soil samples were collected at depths of 0-10 and 10-20 cm, and for chemical and microbiological analysis the depth was 0-20 cm. Three collections were carried out in 2021: control, 1st harvest and 2nd harvest that occurred. The following indicators were analyzed: chemical: pH, MO, P, K, Ca, Mg, CTC, V%, S, CO, H +Al and SB; physical: moisture, soil density, particle density, total porosity, electrical conductivity and soil color; and microbiological: bacteria, molds and yeasts. The design used in the experiment was completely randomized and the data was submitted to analysis of variance and Tukey's test was used at 5% probability to compare means. The results showed that the use and management of the soil in the organic/agroecological cultivation system, among the evaluated indicators, showed better results in the chemical properties of the soil, reaching higher values of S, K, CO and MO. Similar results were observed for the microbiological community, which is directly linked to the chemical conditions of the soil, specifically MO and CO, where the agroecological system provides a greater amount of these factors. However, the physical property of the soil, such as electrical conductivity, moisture, particle density, soil density and total porosity, is related to the conventional cultivation system and, at a time before planting, this system has a larger amount of bacteria in the soil. Soil management in an organic/agroecological way contributes to maintaining soil moisture, organic matter content and reducing soil compaction.

Keywords: Soil quality. Sustainability. Triângulo Mineiro. Soil management.

1 INTRODUÇÃO

O solo desempenha papel fundamental na manutenção das atividades agrícolas, sendo considerado um recurso ambiental utilizado em grande escala, base de sustentação de todo habitat vegetal e animal (GOMES; SANTOS; GUARIZ, 2019; BARBOSA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2020). É um componente complexo no qual infinitos processos químicos, físicos e biológicos interagem conjuntamente devido a sua dinâmica e natureza heterogênea (FREITAS *et al.*, 2018). Para avaliação desses processos se tem analisado a qualidade do solo por meio de seus indicadores.

A qualidade do solo é considerada uma ferramenta decisiva para promover o aumento da produtividade e a sustentabilidade agrícola, repercutindo na sanidade das plantas, animais e afetando também os seres humanos (MELO *et al.*, 2017). Atrelado à qualidade do solo, inúmeros indicadores estão sendo empregados para indicar as alterações decorrentes da adoção de distintas formas de manejo do solo, dentre ele, processos químicos, físicos e biológicos em sistemas de cultivo nos solos agrícolas (LOPES *et al.*, 2013; PRADO *et al.*, 2016; STEFANOSKI *et al.*, 2016; LOPES *et al.*, 2018; BARBOSA *et al.*, 2019).

Os indicadores químicos geralmente são divididos em variáveis correlacionadas, como teor de matéria orgânica do solo, acidez do solo, teor de nutrientes e saturação de bases (V%) e alumínio (ARAÚJO *et al.*, 2012). Os indicadores físicos são fundamentais para o entendimento do comportamento dos solos e dos meios que regem suas funções e propriedades na biosfera (FREITAS *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2018). Dentre esses indicadores se destacam: densidade do solo, agregação, compactação, macroporosidade, microporosidade, porosidade total, capacidade de retenção de água e estabilidade de agregados (TORRES *et al.* 2015; SILVA *et al.*, 2020).

Os atributos biológicos, estão relacionados aos microrganismos existentes no solo, pois, de acordo com a dinâmica física e química, eles apresentaram um comportamento, se mostrando indicadores sensíveis, com potencial para serem utilizados a fim de monitorar as mudanças ambientais devido ao uso agrícola (EPELDE *et al.*, 2014; NOVAK *et al.*, 2019; LEAL *et al.*, 2021). Desse modo, os indicadores químicos, físicos e biológicos do solo geralmente são alterados pelos gerenciamentos do seu manejo, ocasionando a perda de qualidade e na eficiência agrícola (NIERO *et al.*, 2010; CHAVES *et al.*, 2012).

Técnicas agrícolas baseadas em monoculturas, uso inadequado de agrotóxicos e de fertilizantes químicos, uso intensivo de maquinário pesado e manutenção de solos

descobertos, afetam negativamente a qualidade do solo ocasionando alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas (VALARINI *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2020).

De acordo com Doran e Parkin (1994), esses indicadores (químicos, físicos e biológicos) demonstrando bons níveis, fornecerão condições ideais para promover o crescimento e desenvolvimento das plantas, permitindo a conservação da diversidade dos organismos existentes no solo.

A grande problemática da horticultura tradicional está atrelada ao manejo e o revolvimento intensivo do solo e também com as altas doses de fertilizantes e agrotóxicos que são frequentemente utilizados nas suas produções, isso porque absorvem e exportam grandes quantidades de nutrientes e permitem múltiplos ciclos por ano. Sendo assim, a forma de manejo empregado para produzir qualquer tipo de alimento vai influenciar na qualidade do solo, sendo necessário a realização de estudos nessa perspectiva.

Diante deste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar as características químicas, físicas e microbiológicas do solo em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização das áreas experimentais

O presente estudo foi conduzido em duas propriedades rurais localizadas na zona rural do município de Fronteira – MG, sendo uma sob a forma de cultivo no sistema convencional e a outra orgânico/agroecológica (Figura 1) em áreas de domínio do Cerrado Mineiro. A distância entre as propriedades é de aproximadamente 4,1 km. O município de Fronteira está localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, possuindo uma área territorial de 199,987 km² com população residente estimada para 2021 é de 18.866 habitantes (IBGE, 2022).

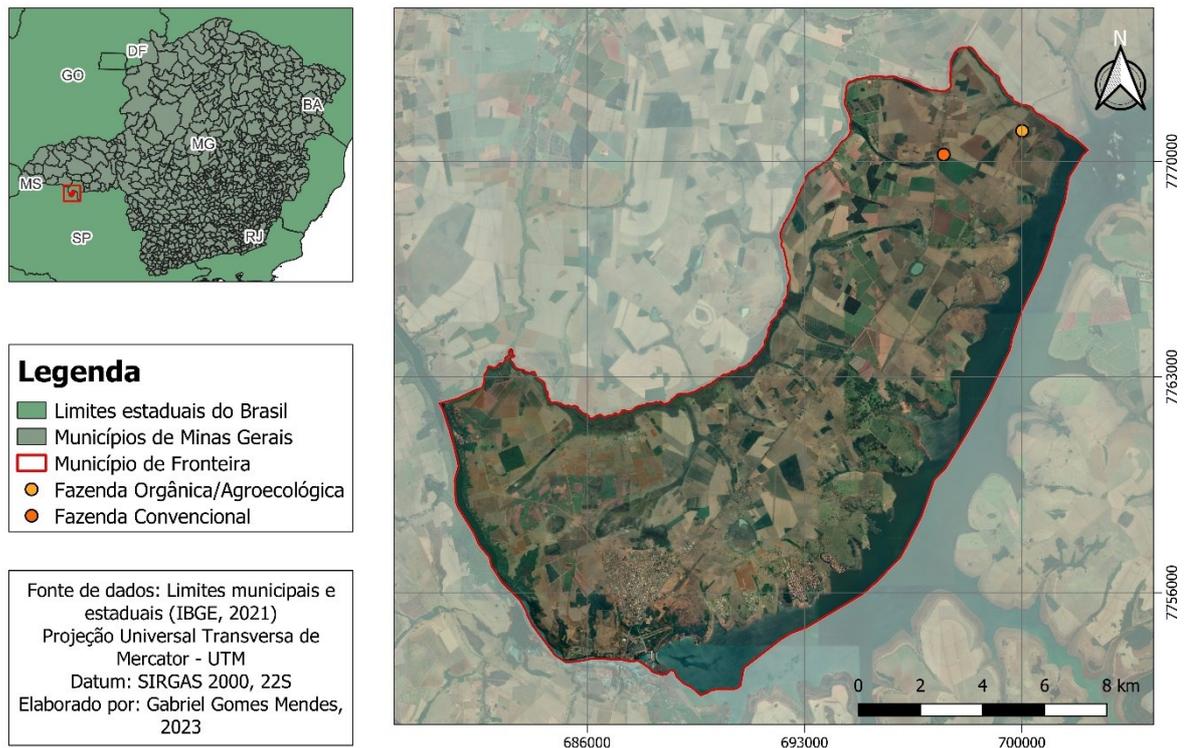


Figura 1 – Mapa de localização das áreas experimentais

O clima da região é classificado em Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger, sendo tropical com a estação seca e fria ocorrendo no inverno, e o verão característico apresentando estação com maiores índices pluviométricos (DUBREUIL *et al.*, 2018). Apresenta temperatura média de 23,8°C e precipitação média anual de 1538,4 mm, concentrando entre os meses de novembro a abril. Conforme apresentado na Figura 2, os solos das áreas experimentais foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho (SANTOS *et al.*, 2018).

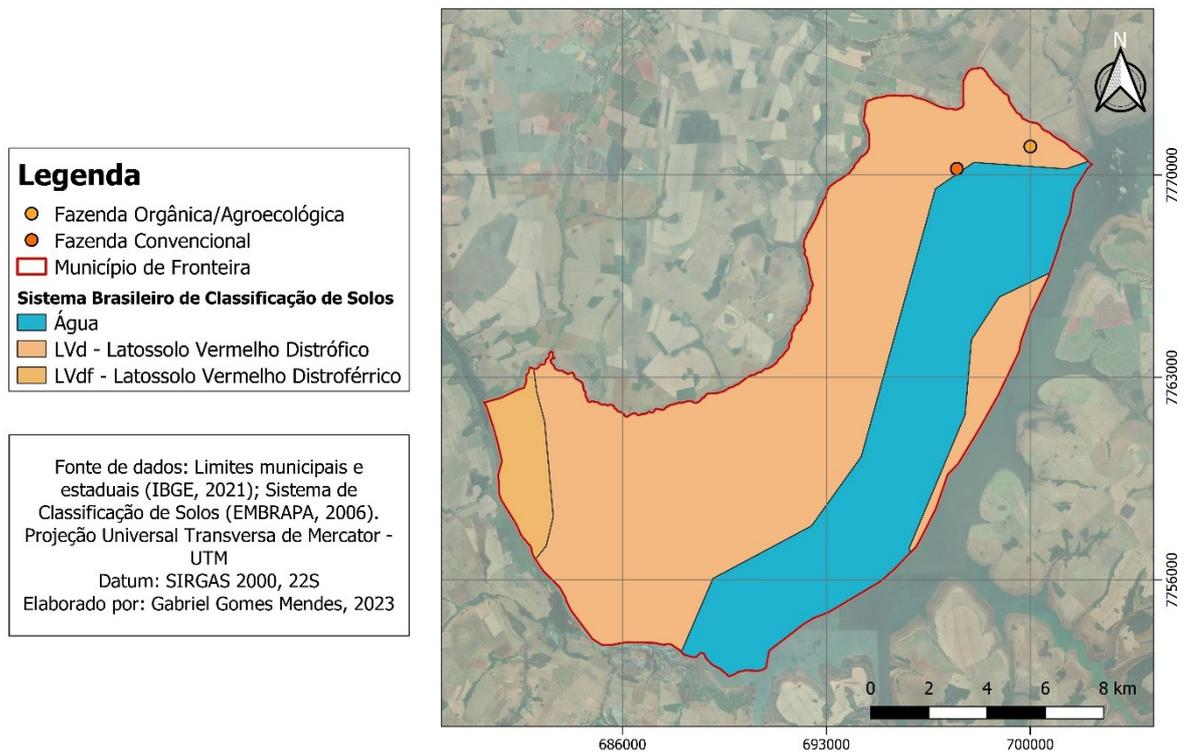


Figura 2 – Mapa de caracterização de solo das áreas experimentais

2.2 Descrição do experimento

Inicialmente foi realizada visita prévia *in loco* nas duas propriedades onde foram selecionados dois canteiros para a produção de alface. Os canteiros demarcados tinham dimensão de 50 m x 1,20 m.

Os sistemas de cultivo, convencional e orgânico/agroecológico, foram divididos respeitando o ciclo de produção de ambas as propriedades. Conforme destacado no Quadro 1 é possível visualizar as principais características de ambos os sistemas. O cultivo da alface foi dividido em dois ciclos, sendo: 1ª safra (período de seca) e 2ª safra (período de chuva), onde ocorreram no período de Setembro a Outubro e Novembro a Dezembro de 2021, respectivamente.

A propriedade sob sistema de cultivo convencional realizava manejo intensivo do solo e adição de adubos foliares e coquetel de insumos químicos na forma de fluídos. Para a propriedade sob sistema de cultivo orgânico/agroecológico realizava práticas agroecológicas visando o manejo e conservação do solo, e utilizava apenas produtos orgânicos.

Em ambas propriedades utilizavam telas sombrites como forma de proteção e controle do ambiente, e ainda a propriedade sob sistema de cultivo orgânico/agroecológico fazia uso do *mulching* inorgânico na cobertura dos canteiros para minimizar os tratos culturais.

Quadro 1 – Comparativo entre as propriedades analisadas

| Características | Sistema de Produção | |
|--|---|--|
| | Convencional | Orgânico/agroecológico |
| Tamanho da propriedade | 7,26 ha | 67 ha |
| Posse da terra | Propriedade de família | Propriedade de família |
| Tipo de mão de obra | Familiar e contratada | Familiar e contratada |
| Prática de pousio | Não | Sim |
| Irrigação | Aspersão | Gotejamento |
| Rotação de culturas | Não | Sim |
| Manejo e preparação do solo | Manejo bastante intensivo por meio de aração, gradagem e encanteiramento do solo | Privilegia as práticas que possibilitam a manutenção e o melhoramento da qualidade do solo, por intermédio do revolvimento mínimo no cultivo com palha |
| Correção do solo | Calcário dolomítico | CalFértil® |
| Obtenção das mudas | Viveiristas | Viveiristas |
| Época de plantio | Ano todo | Ano todo |
| Agrotóxico | Dicarzol 500 SP®, Timorex Gold®, Eleitto®, Trigard 750 WP®, Delegate®, Privilege® e Avatar® | Não |
| Fertilizante | Sintéticos: Calboron®, Copper Crop®, Kinglife® e Vit-Org Vg® | Orgânicos: Minho Fértil® e Yoorin Master® |
| Adubação | Cama de frango + NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) | Esterco de búfalo, adubação verde e cobertura morta |
| Bioinsumo | Não | Microrganismos Eficientes – EM (Natural) |
| Criação animal em consórcio com a atividade agrícola | Sim | Sim |
| Telas sombrites | Sim | Sim |
| <i>Mulching</i> | Não | Sim |
| Corretor de pH da água | Sim | Não |
| Poço Artesiano | Sim | Sim |
| Áreas de preservação permanente | Não (não tem água na propriedade) | Não |
| Cadastro ambiental rural | Sim | Sim |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado para as análises químicas e microbiológicas foi o inteiramente casualizado (DIC) 2x3, sendo dois sistemas de cultivos (convencional e agroecológico), três épocas (antes do plantio, 1ª e 2ª safra) com quatro repetições e profundidade 0-20 cm.

Para as análises físicas o delineamento experimental utilizado também foi o inteiramente casualizado (DIC) 2x3x2, sendo dois sistemas de cultivos (convencional e agroecológico), três épocas (antes do plantio, 1ª e 2ª safra) e duas profundidades (0-10 e 10-20 cm) com quatro repetições.

2.4 Coletas de solos

As coletas de solos foram realizadas na profundidade 0-10 e 10-20 cm, que após coletadas as subamostras formaram-se as amostras compostas conforme recomendação da Veloso *et al.* (2006), que foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes de polietileno e identificadas, com quatro repetições, gerando ao final duas amostras por canteiro de cada propriedade. Destaca-se que para as análises químicas e microbiológicas a profundidade foi de 0-20 cm.

Foram realizadas três coletas, sendo: 1) Controle - realizada no dia 15 de setembro de 2021, antes do cultivo (AP) da alface; 2) 1ª safra - foi coletada no dia 20 de outubro de 2021; 3) 2ª safra - foi coletada 1 de dezembro de 2021. A cada coleta foram retirados aproximadamente 250 g de solo de cada canteiro por amostra. Em seguida, as amostras foram destinadas para análise nos Laboratórios de Solos e Biologia da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Frutal.

2.5 Análises químicas do solo

As amostras de solo foram encaminhadas (de antes do plantio, 1ª e 2ª safra) para realização de análise química de rotina (pH, MO, P, K, Ca, Mg, CTC, V%, S, CO, H+Al e SB) no Laboratório Micellium Análises Agrícolas e Biomoleculares de Plantas na cidade de Barretos-SP, onde foram analisadas seguindo a metodologia proposta por Raij *et al.* (2001).

2.6 Análises físicas do solo

Para determinação das variáveis físicas do solo em diferentes profundidades foram realizadas as coletas no final da 2ª safra.

A densidade do solo (Ds) foi determinada pelo método do cilindro volumétrico, onde foram coletadas amostras de solo indeformadas em cilindros (anéis) volumétricos nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm (Figura 3A). Realizou-se a raspagem do solo para retirar o excesso do solo dos cilindros (Figura 3B), na sequência as amostras foram levadas para estufa a aproximadamente 105°C, onde permaneceu até atingir peso constante. Logo após, foi

determinada a massa por meio da pesagem utilizando balança de precisão (TEIXEIRA *et al.*, 2017). A densidade do solo foi calculada pela Equação 1:

$$D_s = \frac{m_a}{V} \quad Eq. 1$$

Onde:

D_s = densidade do solo, em $g\ cm^{-3}$.

m_a = massa da amostra de solo seco a $105\ ^\circ C$ até peso constante, em g.

V = volume do cilindro, em cm^3 .



Figura 3 – Procedimentos realizados: (A) Coleta das amostras deformadas; (B) Nivelamento das amostras indeformadas antes de serem destinadas a estufa

A densidade de partículas (DP) foi determinada pelo método do balão volumétrico (TEIXEIRA *et al.*, 2017). Consistiu na determinação do volume do álcool etílico hidratado necessário para cobrir a amostra de solo até completar o volume do balão, verificando-se a ausência de bolhas (Figura 4A e B). A densidade de partículas foi calculada usando a Equação 2:

$$D_p = \frac{m_a}{(V_T - V_u)} \quad Eq. 2$$

Onde:

D_p = densidade de partículas, em $g\ cm^{-3}$.

m_a = massa da amostra de solo seco a $105\ ^\circ C$, em g.

V_T = volume total aferido do balão, em mL.

V_u = volume utilizado para completar o balão com a amostra, em mL.

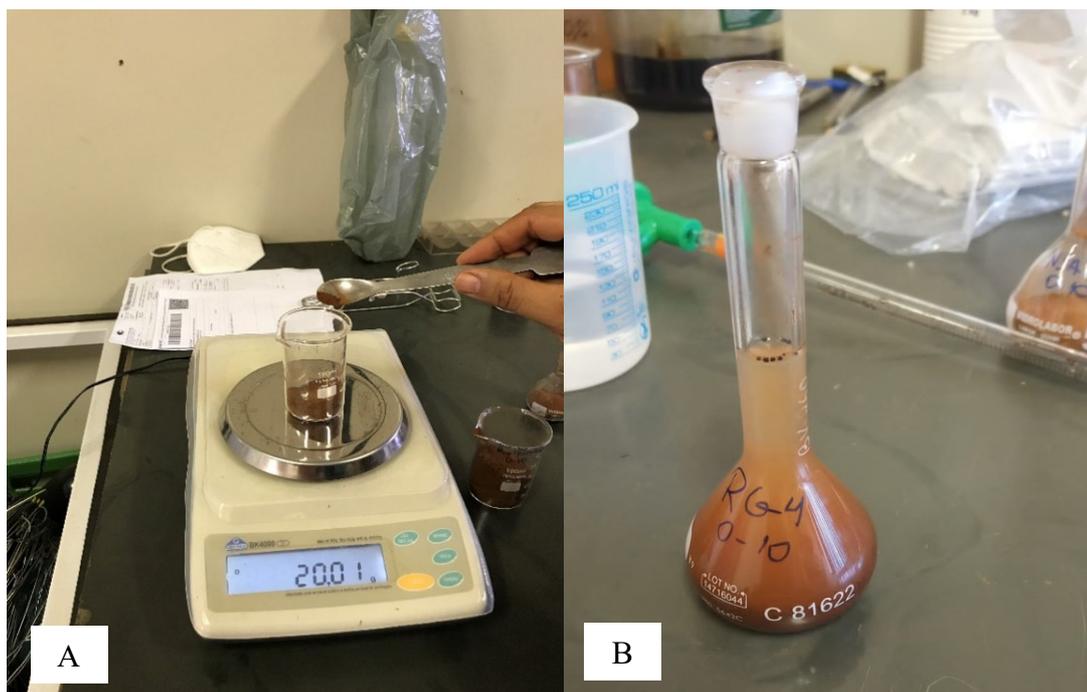


Figura 4 – Procedimentos realizados: (A) Pesagem das amostras de solo após secagem em estufa; (B) repouso da solução após o complemento do volume com álcool etílico

A porosidade total (PT) foi calculada pela relação entre a densidade do solo e a densidade das partículas por meio do método indireto (TEIXEIRA *et al.*, 2017). A seguir é apresentada a Equação 3, onde foi adaptada pelos autores:

$$Pt = \left[\frac{(D_s - D_p)}{D_s} \right] 100 \quad Eq. 3$$

Onde:

Pt = porosidade total, em %.

D_p = densidade de partículas, em $g\ cm^{-3}$.

D_s = densidade do solo, em $g\ cm^{-3}$.

A condutividade elétrica (CE) e umidade (U) foram medidas *in loco* utilizando o aparelho *Moisture Probe Meter* (MPM-160-B 12 bits) desenvolvido pela ICT *International Pty Ltd*.

Para determinação da cor do solo das respectivas amostras, foi utilizado o método clássico pela Carta de Cores de Munsell® (Figura 5A), na qual é expresso em três componentes: matiz, valor e croma (MUNSELL, 1994).

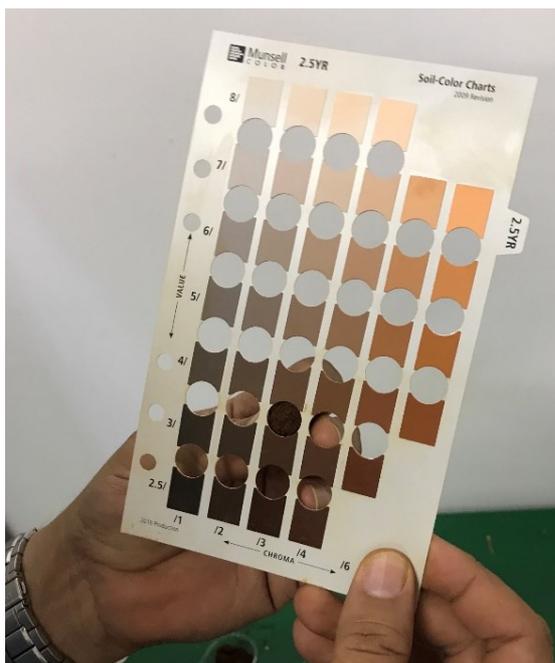


Figura 5 – Verificação da coloração do solo utilizando a carta de cores Munsell

2.7 Análises microbiológicas do solo

A Figura 6 representa todo processo de análise microbiológica. As amostras de solos coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Biologia para quantificar a população microbiana representada pelos grupos de bolores, leveduras e bactérias. O método utilizado para verificar a microbiota do solo foi pela técnica de semeadura em profundidade, em duplicata.

Para contagem dos microrganismos foram utilizados os meios de cultura: Caldo Sabouraud 2% para crescimento de bolores e leveduras, e PCA (*Plate Count Agar - Acumedia*) para crescimento de bactérias.

Para a quantificação utilizou-se a técnica de diluição seriada, seguindo o método de Clark (1965). Preparou-se a diluição do solo na seguinte ordem: Pesou-se 10 g de solo de cada amostra; adicionou-se nos *beckers* 90 mL de água peptonada 0,1%, sendo esta a diluição 10^{-1} ; conduziu as amostras para a mesa agitadora (Astral Científica CT-155) e manteve por 20 minutos com rotação de 55 RPM. Posteriormente diluiu-se em 1 mL da solução em tubos de ensaio contendo 9 mL de água peptonada 0,1%, e sucessivamente até 10^{-6} .

Após esse procedimento as placas para a contagem dos bolores e leveduras foram destinadas para a estufa bacteriológica (Biopar 522LBD) a temperatura de 28°C por 48 h, no tempo em que as placas também em duplicatas utilizadas para contagem de bactérias foram

incubadas em estufa (TECNAL TE-371) a temperatura de 35°C por 48 h. A quantificação foi obtida por unidades formadoras de colônias por grama de solo (UFC g solo⁻¹).

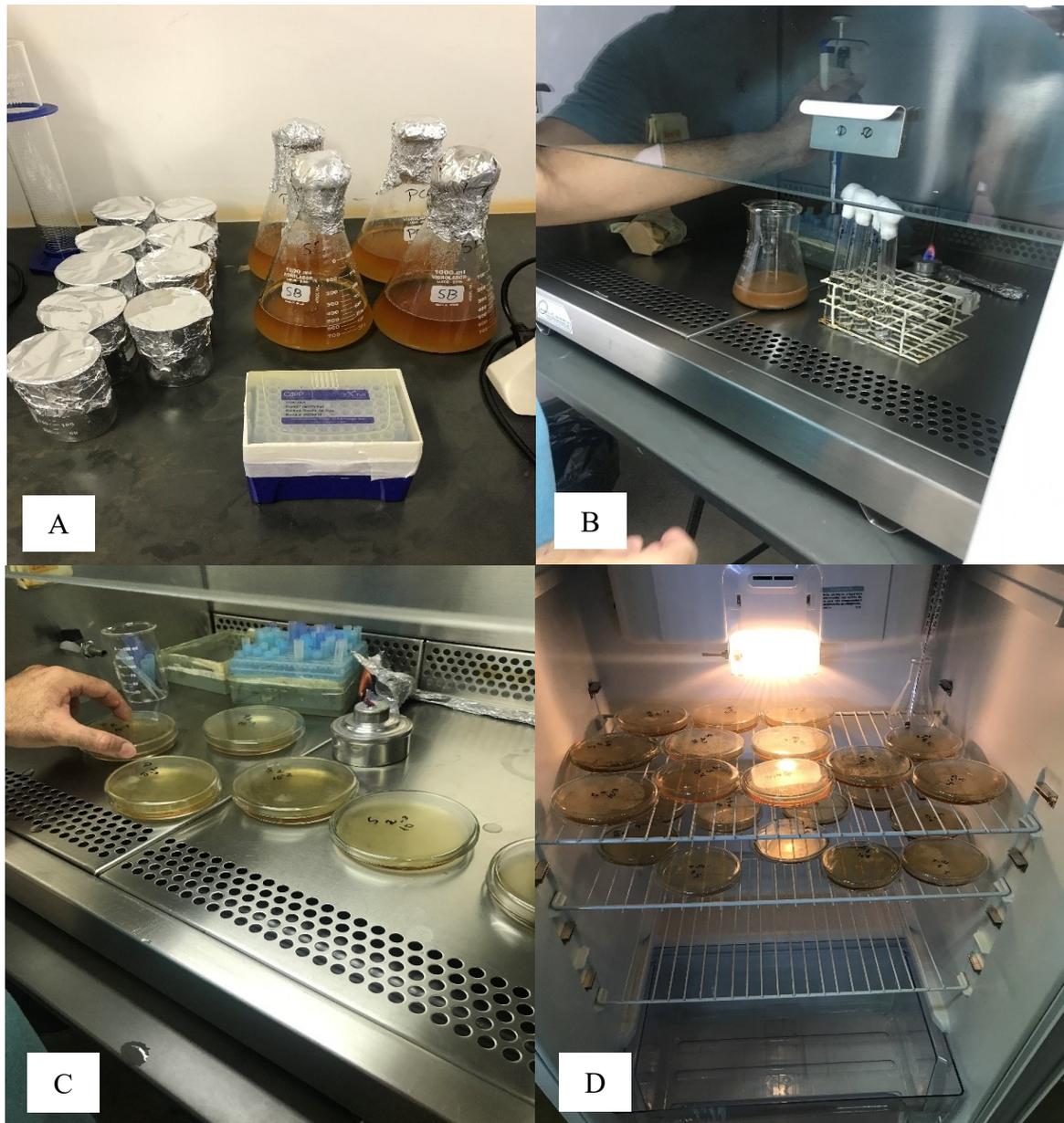


Figura 6 – Procedimentos realizados: (A) Organização dos materiais para serem autoclavados; (B) Diluição seriada das amostras; (C) Inoculação por meio da semeadura em profundidade; (D) Amostras sendo armazenadas na estufa para promover o desenvolvimento dos microrganismos

2.8 Análise dos dados

Para todas as análises realizadas (químicas, físicas e microbiológicas), os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo

teste de comparação múltipla de Tukey a nível de 5% de probabilidade, por meio do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises químicas do solo

Na Tabela 1 observa-se as variáveis químicas do solo. As variáveis pH (potencial hidrogeniônica), P (fósforo), Ca (cálcio), CTC (capacidade de troca catiônica) e SB (soma de bases) não apresentaram diferenças significativas entre as épocas e sistemas de cultivo analisadas.

Para a variável enxofre (S) não houve diferenças significativas para a 1ª e 2ª safra quando comparado as épocas entre os sistemas de cultivo. No entanto, houve diferença antes do plantio, assim, observa-se que o sistema de cultivo orgânico/agroecológico antes do plantio apresentou maior média de S, em relação ao cultivo convencional. Por outro lado, dentro de cada sistema, analisando as épocas (antes do plantio, 1ª e 2ª safra) conjuntamente diferiram estatisticamente. Por apresentar teores do macronutriente S maiores no sistema de cultivo orgânico/agroecológico, esse fato pode ser explicado pela maior quantidade de matéria orgânica adicionada ao solo uma vez que 75% do S presente no solo vem da matéria orgânica (SANTOS *et al.*, 1981; TIECHER *et al.*, 2012).

Em relação aos teores de potássio (K), ao analisar as épocas dentro do sistema de cultivo convencional, não diferiram estatisticamente. Por outro lado, foram observadas diferenças significativas ao analisar as épocas (antes do plantio e 2ª safra) entre os sistemas de cultivo, como também as épocas dentro do sistema de cultivo orgânico/agroecológico. Sendo assim, foram registrados maiores valores de K para o sistema de cultivo orgânico/agroecológico.

O potássio se destaca entre os nutrientes mais exigidos pela cultura da alface, perdendo apenas para o nitrogênio em termos de demanda das plantas, uma vez que atende a uma variedade de funções metabólicas e de crescimento (CANCELLIER *et al.*, 2010). De acordo com Sobral *et al.* (2015), os teores de K mais baixos apontam solos mais intemperizados. Entretanto, nesse estudo todos os valores de K situaram-se na faixa considerada mediana a alta para hortaliças conforme o ranqueamento descrito por Raij *et al.* (2001). Este nutriente está direto ou indiretamente envolvido em inúmeros processos bioquímicos de metabolismo de carboidratos, fotossíntese e respiração (COSTA *et al.*, 2007).

Deve-se salientar que antes de realizar o plantio da alface, foi aplicado na área da propriedade sob o sistema de cultivo orgânico/agroecológico, que se encontrava em pousio e foi roçada todo material vegetal na superfície e incorporado ao solo, os microrganismos eficazes (EM).

Ao longo do tempo o material orgânico ali disposto foi decomposto ocorrendo a humificação e mineralização. Assim justifica-se o alto teor de potássio encontrado no final da 1ª safra, a mineralização da matéria orgânica fornece nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, como o NPK, além de outros macros e micronutrientes. Segundo Prado (2020), além da troca de potássio, a matéria orgânica também serve como componente de sua composição, graças à liberação de potássio por lavagem e mineralização.

Em relação a variável magnésio (Mg) não houve diferenças significativas para o sistema convencional quando comparado as épocas dentro de cada sistema. Observou-se que houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo, como também comparando as épocas dentro do cultivo orgânico/agroecológico, sendo esse sistema o que se apresentou os maiores valores encontrados. Segundo Sales (2019), comumente os solos agrícolas apresentam teor de Mg inferior do que o do cálcio (Ca), visto que o mesmo não é aderido vigorosamente pelas argilas e matéria orgânica, por isso está mais sujeito ao processo de lixiviação. Tal informação abordada pelo autor reflete no resultado encontrado nesse estudo, visto que os valores de Mg se tenderam a ser menores do que o Ca.

No que diz respeito a acidez potencial (H+Al) não se observou diferenças significativas para a 2ª safra entre os sistemas de cultivos. Por outro lado, verificou-se a existência de diferenças significativas para AP e 1ª safra. Onde para AP o sistema de cultivo orgânico/agroecológico apresentou valor superior ao convencional, e na 1ª safra ocorreu de modo contrário. A diferença significativa pode-se notar também ao comparar as épocas dentro de cada sistema de plantio.

Para os teores de carbono orgânico (CO) não se verificou diferença significativa para a 1ª safra quando comparado as épocas entre os sistemas de cultivo, o mesmo pode ser observado para o sistema orgânico/agroecológico quando comparado as épocas dentro do sistema. Entretanto, essa variável contribuiu significativamente antes do plantio e na 2ª safra quando analisado as épocas entre os sistemas de cultivo, sendo o sistema orgânico/agroecológico o que apresentou maiores valores. Observa-se o mesmo

comportamento para o sistema convencional ao comparar as épocas dentro desse sistema de plantio.

Por ser uma propriedade de aferição fácil e rápida, e por se correlacionar com outras propriedades do solo, o CO é um indicador chave para averiguar os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (JERKE; SOUSA; GOEDERT, 2012). O sistema orgânico agroecológico apresentou maiores teores de CO, não diferindo entre as épocas de plantio. Demonstrando ser um sistema com melhor qualidade, pois segundo Campos *et al.* (2016) o CO está propriamente relacionado com a qualidade do solo, pois atua como agente cimentante para a estrutura, além de atuar como solução-tampão de pH, na complexação de elementos e capacidade de troca de cátions (CTC), e provocar o aumento na disponibilidade hídrica no solo.

Ao analisar a época dentro do sistema convencional, a MO não apresentou diferença significativa, no entanto, verificou-se diferença no sistema de cultivo orgânico/agroecológico. Para esse sistema a melhor época que apresentou maior resultado foi AP, quando comparado com a 1ª e 2ª safra.

Comparando as épocas entre os sistemas constatou-se que houve diferenças significativas, onde para AP, 1ª e 2ª safra do sistema orgânico/agroecológico obteve maiores valores, fato esse justifica-se devido as áreas ficarem em pousio, favorecendo a decomposição da MO e estimulando o desenvolvimento e atividade da biota no solo.

A incorporação de resíduos orgânicos no sistema produtivo de hortaliças, por exemplo, o dejetos bovino possui um papel importante que, além de aumentar o teor de MO, eleva o pH no solo por meio da quelação dos íons por moléculas orgânicas (DAS *et al.*, 2017; SUJA *et al.*, 2017). De acordo com Oliveira *et al.* (2017), os tipos de cobertura vegetal, as espécies e suas características fisiológicas, a relação C/N e as condições de temperatura e umidade do ambiente, determinam não apenas a qualidade da matéria orgânica nos solos existentes, mas também a qualidade e quantidade das comunidades microbianas.

O contrário verifica-se para o sistema convencional, pois ao realizar o cultivo de qualquer cultura agrícola sem o uso de medidas conservacionistas, poderá ocasionar a redução dos níveis de MO e, conseqüentemente, da disponibilidade de nutrientes, além de potencialmente alterar outras propriedades do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020).

Percebe-se então, que os baixos teores de MO no sistema de cultivo convencional são ocasionados pelas práticas tradicionais aplicadas junto a preparação do solo, como o revolvimento para o plantio das alfaces, além da baixa quantidade de material orgânico aplicada no solo em relação a necessidade da cultura, para o seu bom desenvolvimento e crescimento.

A saturação por bases (V%) não apresentou diferenças significativas antes do plantio e na 2ª safra quando comparado as épocas entre os sistemas de cultivo, o mesmo pode ser observado para épocas dentro do sistema orgânico/agroecológico. Houve diferenças significativas na 1ª safra, ao se analisar entre os sistemas de cultivo, sendo o orgânico/agroecológico o que apresentou maior valor. E quando comparado apenas dentro do sistema de cultivo, o convencional apresentou diferenças significativas entre os períodos analisados.

A V% é um ótimo indicador dos estados gerais de fertilidade do solo. Conforme destacado por Ronquim (2010), os solos agrícolas com $V\% \geq 50\%$ são classificados como solos eutróficos, ou seja, solos férteis, e também existe a possibilidade de serem distróficos, ou seja, pouco férteis, quando $V\% \leq 50\%$. Sendo assim, para todos os valores encontrados nesse estudo, foram encontrados $V\% \geq 50\%$, logo são classificados os solos como eutróficos. Isso é justificado pois são solos orgânicos para cultivo de alface em canteiros.

Tabela 1 – Valores médios dos atributos químicos dos solos sob sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG

| ATRIBUTOS | CV (%) | SISTEMAS DE CULTIVO | | | | | | CAUSAS DA VARIAÇÃO | | |
|---|--------|------------------------|----------|----------|--------------------------------------|----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | |CONVENCIONAL..... | | | ORGÂNICO/AGROECOLÓGICO..... | | | Fc | | |
| | | AP | 1ª Safra | 2ª Safra | AP | 1ª Safra | 2ª Safra | Ép. | Prop. | Interação Ép. X Prop. |
| ¹ pH (H ₂ O) | 1,77 | 6,25aA | 6,09aA | 6,18aA | 6,07aA | 6,15aA | 6,22aA | 0,51 ^{ns} | 0,12 ^{ns} | 1,29 ^{ns} |
| ¹ P (mg dm ⁻³) | 71,58 | 232,50aA | 532,04aA | 155,64aA | 389,86aA | 123,32aA | 725,60aA | 0,69 ^{ns} | 1,17 ^{ns} | 8,36* |
| ¹ S (mg dm ⁻³) | 64,38 | 33,55bA | 2,73aB | 5,83aB | 68,13aA | 18,72aB | 8,42aB | 21,69** | 8,67* | 2,38 ^{ns} |
| ¹ K (mmol _c dm ⁻³) | 96,42 | 9,88bA | 5,80aA | 5,66bA | 19,61aB | 44,16aA | 7,22aB | 12,76** | 30,38** | 13,82** |
| ¹ Ca (mmol _c dm ⁻³) | 43,25 | 186,62aA | 169,97aA | 201,88aA | 164,38aA | 131,42aA | 143,89aA | 0,29 ^{ns} | 1,82 ^{ns} | 0,12 ^{ns} |
| ¹ Mg (mmol _c dm ⁻³) | 5,08 | 15,93bA | 14,77bA | 15,22bA | 23,00aB | 37,90aA | 35,73aB | 77,01** | 1177,01** | 101,96** |
| ¹ H+Al (mmol _c dm ⁻³) | 10,32 | 20,96bB | 31,15aA | 18,60aB | 26,63aA | 21,58bB | 16,69aC | 29,56** | 4,15 ^{ns} | 21,34** |
| ¹ CTC (mmol _c dm ⁻³) | 34,54 | 233,40aA | 221,68aA | 241,37aA | 233,63aA | 235,06aA | 203,51aA | 0,04 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 0,23 ^{ns} |
| ¹ CO (g dm ⁻³) | 27,92 | 10,82bB | 19,71aA | 10,78bB | 25,21aA | 25,53aA | 22,36aA | 2,82 ^{ns} | 9,55** | 8,46** |
| ¹ MO (g dm ⁻³) | 15,75 | 18,62bA | 18,11bA | 18,53bA | 43,35aA | 33,90aB | 38,46aB | 2,46 ^{ns} | 121,02** | 1,99 ^{ns} |
| ¹ SB (cmol _c dm ⁻³) | 37,19 | 212,42aA | 190,53aA | 222,76aA | 206,98aA | 213,47aA | 186,83aA | 0,02 ^{ns} | 0,04 ^{ns} | 0,30 ^{ns} |
| ¹ V (%) | 2,47 | 91,05aA | 86,2bB | 91,12aA | 88,61aA | 90,02aA | 91,33aA | 3,93 ^{ns} | 0,33 ^{ns} | 3,99 ^{ns} |

¹Médias comparadas com letras minúsculas na linha entre mesmas épocas em cada sistema de cultivo, letra maiúscula na mesma linha entre épocas dentro do sistema de cultivo, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ns – não significativo. CV – Coeficiente de variação. AP – Antes do plantio. Fc – F calculado. Ép. – Época. Prop. – Propriedade.

3.2 Análises físicas do solo

As variáveis físicas analisadas (Tabela 2), com exceção da variável DP e DS na profundidade 10-20 cm, os maiores valores foram obtidos no sistema de cultivo orgânico/agroecológico.

Comparando-se as médias dos valores para as profundidades, as variáveis, DP, DS e PT não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas de cultivo, convencional e orgânico/agroecológico na profundidade 0-10 cm. Contudo, observou-se diferenças significativas nas duas profundidades para as variáveis, CE e U, e na profundidade de 10-20 cm para DP, DS e PT.

Dando seguimento as análises, verificou-se que as médias dos valores dentro dos sistemas, para as variáveis, CE, U, DP e PT não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas de cultivo, convencional e orgânico/agroecológico. A única variável que apresentou diferença significativa foi a DS para as profundidades 0-10 e 10-20 cm.

Tabela 2 – Condutividade elétrica (CE), umidade (U), densidade de partículas (DP), densidade do solo (DS) e porosidade total (PT) em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG

| Sistemas de cultivo | CE ¹ | | U ¹ | | DP ¹ | | DS ¹ | | PT ¹ | |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------------------|---------|-------------------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|---------|
| |mv..... | |% | |g cm ⁻³ | |%..... | | | |
| |Profundidade (cm) | | | | | | | | | |
| | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 | 0-10 | 10-20 |
| Convencional | 169,00bA | 212,50bA | 2,45bA | 4,55bA | 0,83aA | 0,85aA | 1,34aB | 1,55aA | 38,29aA | 32,77bA |
| Orgânico/ Agroecológico | 750,50aA | 745,00aA | 31,75aA | 31,15aA | 0,79aA | 0,76bA | 1,33aA | 1,16bB | 40,46aA | 45,05aA |
| CV (%) | 6,66 | | 8,61 | | 5,38 | | 6,87 | | 17,45 | |
| Causas da variação | Fc | | | | | | | | | |
| Prof. | 1,48 ^{ns} | | 0,99 ^{ns} | | 0,00 ^{ns} | | 0,19 ^{ns} | | 0,02 ^{ns} | |
| Prop. | 1270,62** | | 1381,51** | | 8,67* | | 18,71** | | 2,19 ^{ns} | |
| Prop. X Prof. | 2,46 ^{ns} | | 3,23 ^{ns} | | 1,20 ^{ns} | | 16,01** | | 4,47 ^{ns} | |

¹Médias comparadas nas colunas (letras minúsculas) e na linha (letras maiúsculas) com mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ns – não significativo. CV – Coeficiente de variação. Fc – F calculado. Prop. – Propriedade. Prof. – Profundidade.

Conforme Quadro 1, é possível verificar que o proprietário da área de cultivo convencional utiliza um manejo bastante intensivo por meio de aração, gradagem e encanteamento do solo, influenciado assim nos valores encontrados para as variáveis físicas. Dessa forma, o sistema de cultivo orgânico/agroecológico apresentou maiores valores.

Conforme abordado por Smaniotto *et al.* (2021), as áreas que possuem maior proporção de matéria orgânica e carbono orgânico total tendem a apresentar maior CE. Tal informação vai de encontro com os achados desse estudo, onde no sistema de cultivo orgânico/agroecológico apresentou as maiores médias comparado com o sistema de cultivo convencional.

Triantafyllidis *et al.* (2020) ao avaliar as implicações dos tipos de manejo da terra por meio das propriedades edáficas, concluíram que o aumento da condutividade elétrica em áreas agrícolas é oriundo sobretudo da água de irrigação e a entrada de matéria orgânica no solo.

A umidade apresentou-se superior no sistema de cultivo orgânico/agroecológico, o que pode ser explicado pela alta incidência de precipitação (conforme informação passada pelos produtores), a utilização do *mulching*, a cobertura morta nos canteiros e do tipo de irrigação utilizada (gotejamento). A utilização do *mulching* permite manter a temperatura estável diminuindo a evaporação, assegurando assim, uma melhor condição de umidade do solo (KOSTERNA, 2014; MENESES *et al.*, 2016).

A densidade de partículas na camada de 10-20 cm foi maior no sistema de cultivo convencional, apresentando diferença estatística. Os valores encontrados nesse trabalho, se encontram abaixo do estabelecido por Kiehl (1979) na qual variam, em média, entre os limites de 2,3 a 2,9 g cm⁻³, isso ocorre devido ser o plantio de hortaliças onde é realizado em canteiros com adição de matéria orgânica resultando numa DP mais baixa.

Os resultados mostraram que o solo do sistema de cultivo convencional apresentou maiores valores de DS, principalmente na profundidade 10-20 cm (1,55 g cm⁻³). De modo geral, quanto maior for a DS, pior será sua estrutura e menos poroso será em geral. com isso, as restrições ao crescimento e desenvolvimento das plantas serão maiores (KIEHL, 1979).

Conforme apresentado por Klein (2008), os valores de DS em solos agrícolas tem uma variação de 0,9 a 1,8 g cm⁻³, que dependerá de duas variáveis: 1) a sua textura e do 2) teor de matéria orgânica no solo. Nesse sentido, percebe-se que os valores encontrados nesse estudo estão dentro dos limites considerados ideais para o desenvolvimento de plantas.

Os resultados obtidos neste experimento são corroborados aos obtidos por Carneiro *et al.* (2009), Pragana *et al.* (2012) e Barbosa *et al.* (2020), os quais verificaram o aumento da DS por meio do sistema convencional.

Silva *et al.* (2015) ressaltam que o aumento da DS em sistema de cultivo convencional, é resultado da utilização de inúmeros maquinários sobre o solo, como também

a forma de manejo intensivo provoca uma maior pressão e isso tende a ocasionar um maior valor de DS. Os autores ainda indicaram que a qualidade física do solo no sistema de cultivo orgânico resultou em melhora significativa devido principalmente ao aporte da matéria orgânica e do auxílio da fauna edáfica e das raízes, contribuindo para constituição de bioporos. Esses bioporos são poros originados por meio raízes ou organismos do solo, que propiciam a infiltração da água no solo e formação de caminhos a raízes de culturas subsequentes (KAUTZ, 2014).

Portanto, o acréscimo de materiais orgânicos a diferentes sistemas de cultivo não só traz benefícios químicos, mas também propicia a melhora da qualidade física do solo (OLIVEIRA; LIMA; VERBURG, 2015).

Os resultados encontrados para a PT entre os sistemas de cultivo na profundidade 10-20 cm corroboram com aqueles obtidos por Silva *et al.* (2015), nos quais houve diferenças significativas para a porosidade total do solo em função dos sistemas (mata nativa, cultivo orgânico, cultivo convencional, e cultivo em conversão para orgânico) adotados para a profundidade 10-20 cm.

Segundo Camargo e Alleoni (1997) e Lima *et al.* (2007), a porosidade total passa a ser ideal a partir do momento que o solo apresenta 50% ($0,500 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) do seu volume total contendo espaço poroso. Dessa forma, as médias que mais se aproximaram desse valor foi o do sistema de cultivo orgânico/agroecológico.

No estudo de Ramos *et al.* (2015) foi avaliado o efeito da produção de hortaliças no sistema orgânico nas propriedades físicas do solo na cidade de Colombo-PR. Os autores concluíram que este sistema de produção apresentou melhor qualidade física do solo em comparação ao sistema convencional.

Quanto a coloração do solo, ressalta-se que os canteiros levantados sobre latossolos e adicionados materiais orgânicos em ambas propriedades, sendo o sistema orgânico/agroecológico uma maior diversidade e quantidade deste material. A partir da Tabela 3, é possível verificar a coloração do solo que foi obtida pela Carta de Munsell. O matiz de predominância foi o 2.5YR, isso indica que o solo possui alto teor de óxido de ferro e coloração tendendo a avermelhada, sendo a hematita o principal componente que afeta a cor.

Tabela 3 – Coloração dos pontos de coleta de solo pela carta de cores de Munsell

| Ponto amostral | Profundidade | Cor (Munsell) | Cor Manual tec. IBGE | Cor (referência) |
|--|--------------|---------------|-----------------------------------|------------------|
| Sistema de Cultivo Convencional | | | | |
| 1 | 0-10 cm | 2,5YR 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| 2 | 0-10 cm | 2,5YR 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| 3 | 0-10 cm | 2,5YR 3/3 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 3/3 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| 4 | 0-10 cm | 2,5YR 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 2,5/3 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| Sistema de Cultivo Orgânico/Agroecológico | | | | |
| 1 | 0-10 cm | 2,5YR 2,5/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 2,5/3 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| 2 | 0-10 cm | 2,5YR 3/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 2,5/4 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| 3 | 0-10 cm | 2,5YR 2,5/3 | Bruno-avermelhado-escuro | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 2,5/2 | Vermelho muito escuro-acinzentado | |
| 4 | 0-10 cm | 2,5YR 2,5/2 | Vermelho muito escuro-acinzentado | |
| | 10-20 cm | 2,5YR 2,5/3 | Bruno-avermelhado-escuro | |

Legenda: Cor (Munsell) = Cor determinada segundo a carta de Munsell, Cor Manual Tec. IBGE = Cor descrita segundo IBGE (2015); Cor (referência) = cores obtidas pelo RGB.

Os latossolos são em geral, solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos, com grandes problemas de fertilidade, normalmente muito profundos e porosos, em estágio avançado de intemperização e ricos em óxidos de ferro, e sua cor muitas vezes não reflete seu teor de matéria orgânica, ou seja, a mesma cor aparece em solos com quantidades variadas de matéria orgânica (RESENDE *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2018). E quanto maior o acúmulo de matéria orgânica, mais escuro o solo se apresentará (SANTOS *et al.*, 2005; DALMOLIN *et al.*, 2006).

3.3 Análises microbiológicas do solo

A Tabela 4 apresenta o quantitativo de bactérias, bolores e leveduras a partir do número de unidades formadoras de colônias por gramas de solo (UFC g solo⁻¹).

Quando observado os resultados da quantificação de bactérias, bolores e leveduras, ao analisar as épocas entre os sistemas de cultivo, para a 1ª e da 2ª safra não houve diferenças

significativas. O mesmo pode ser observado para a contagem de bactérias no sistema convencional, ao se analisar as épocas dentro de cada sistema de cultivo.

Analisando as épocas entre os sistemas de cultivo, verificou-se que antes do plantio para a contagem de bactérias apresentou diferença significativa, sendo o sistema convencional aproximadamente 1,10 vezes superior ao sistema orgânico/agroecológico.

Quando comparado as épocas dentro de cada sistema, no cultivo orgânico/agroecológico, apresentou diferença significativa para bactérias, bolores e leveduras e no cultivo convencional para bolores e leveduras.

Nota-se que o número de unidades formadoras de colônias (UFC g solo⁻¹) para bactérias, bolores e leveduras, nos dois sistemas de cultivos foram sofrendo diminuição ao longo das épocas estudadas. Um fato particular ocorreu na 1ª safra quando se quantificou os bolores e leveduras, na qual ocorreu aumento substancial.

De forma geral, os indicadores microbiológicos foram abundantes nos solos sob sistema de cultivo orgânico/agroecológico em relação ao sistema convencional. A comunidade de bolores e leveduras no solo foi a que apresentou maiores variações (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados no estudo desenvolvido por Pinheiro, Martins e Martins (2020), onde as contagens dos fungos (bolores e leveduras) sofreram maiores variações quando comparado aos resultados obtidos para bactérias.

Tabela 4 – Valores médios de unidades formadoras de colônias por gramas de solo (UFC g solo⁻¹) de bactérias, bolores e leveduras em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG

| Sistemas de cultivo | Bactérias ¹ | | | Bolores e leveduras ¹ | | |
|----------------------------|---|--------------------|----------|---|--------------------|----------|
| |x10 ⁶ UFC g ⁻¹ | | |x10 ³ UFC g ⁻¹ | | |
| | AP | 1ª Safra | 2ª Safra | AP | 1ª Safra | 2ª Safra |
| Convencional | 198,68aA | 9,40aA | 2,94aA | 10,58aB | 655,00aA | 38,03aB |
| Orgânico/ Agroecológico | 181,13bA | 47,50aAB | 5,37aB | 175,75aB | 875,00aA | 58,38aB |
| CV (%) | | 210,34 | | | 52,41 | |
| Causas da variação | | | | Fc | | |
| Época | | 2,31 ^{ns} | | | 51,44* | |
| Propriedade | | 3,12 ^{ns} | | | 4,37 ^{ns} | |
| Época X Propriedade | | 1,60 ^{ns} | | | 0,85 ^{ns} | |

¹Médias comparadas nas colunas (letras minúsculas) e na linha (letras maiúsculas) com mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. AP – Antes do plantio. ns – não significativo. CV – Coeficiente de variação. Fc – F calculado. OBS: Dados originais, transformados em log x para a análise de variância.

Por meio dos resultados obtidos, percebe-se uma redução da quantidade de microrganismos no solo, com exceção para fungos na primeira safra, ocasionados pela aplicação de agrotóxicos no sistema de cultivo convencional. Além de alterar a formação da microbiota, a utilização de agrotóxicos pode reduzir sua diversidade além de interferir nos processos biológicos encarregados pela disponibilização de nutrientes (SILVA; VIEIRA, 2008; BORSOI *et al.*, 2014).

Bueno *et al.* (2018) destacam que quanto maior o número de bactérias e fungos presentes no solo, mais sadio e produtivo esse ambiente será. Esses indivíduos são indicadores vulneráveis que tem o potencial para serem empregados no acompanhamento das mudanças ambientais resultantes do uso agrícola (ARAUJO *et al.*, 2019). Dentre os microrganismos, as bactérias constituem o grupo com maior diversidade fisiológica, o que proporciona maior resiliência (FERREIRA; STONE; MARTIN-DIDONET, 2017).

Corroborando com esse estudo Marinari *et al.* (2006) e Vasconcellos *et al.* (2013) ao estudarem solos com cultivo em sistemas convencional e agroecológico/orgânico verificaram diferenças significativa nas análises microbiológicas, químicas e físicas, onde apresentaram forte relação a capacidade desses solos de melhorar a mineralização e a mobilização eficiente de nutrientes disponíveis.

O entendimento sobre as fundamentais relações entre as plantas, solos e os microrganismos, é capaz de ser utilizado para expandir a produtividade agrícola e colaborar para o aperfeiçoamento de uma agricultura mais ecológica (SINGH *et al.*, 2020).

4 CONCLUSÃO

O uso e manejo do solo no sistema de cultivo orgânico/agroecológico apontou melhores resultados nas propriedades químicas do solo, alcançando valores superiores de S, K, CO e MO. O mesmo é observado para a comunidade microbiológica, a qual está diretamente ligada as condições químicas do solo, em específico MO e CO, onde o sistema agroecológico fornece maior quantidade desses fatores.

No entanto, a propriedade física do solo como, a condutividade elétrica, umidade, densidade de partículas, densidade do solo e porosidade total está relacionada ao sistema de cultivo convencional e, na época antes do plantio, esse sistema apresenta maior quantidade de bactérias no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L. LANI, J. L. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava- PR, v.5, n.1, p.187-206, 2012.

ARAUJO, T. S.; GALLO, A. S.; ARAUJO, F. S.; SANTOS, L. C.; GUIMARÃES, N. F.; SILVA, R. F. Biomassa e atividade microbiana em solo cultivado com milho consorciado com leguminosas de cobertura. **Revista de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 347-357, 2019.

BARBOSA, M. A.; FERRAZ, R. L. S.; COUTINHO, E. L. M.; COUTINHO NETO, A. M.; SILVA, M. S.; FERNANDES, C.; RIGOBELLO, E. Multivariate analysis and modeling of soil quality indicators in long-term management systems. **Science Of The Total Environment**, [S. l.], v. 657, p. 457-465, 2019.

BORSOI, A.; SANTOS, P. R. R.; TAFFAREL, L. E.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. **Acta Iguazu**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 86–100, 2014.

BUENO, P. A. A.; OLIVEIRA, V. M. T.; GUALDI, B. L.; SILVEIRA, P. H. N.; PEREIRA, R. G.; FREITAS, C. E. S.; BUENO, R. O.; SEKINE, E. S.; SCHWARCZ, K. D. Indicadores microbiológicos de qualidade do solo em recuperação de um sistema agroflorestal. **Acta Brasiliensis**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 40, 2018.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1997. 132p.

CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA, D. M. P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 339, 2016.

CANCELLIER, L. L.; ADORIAN, G. C.; RODRIGUES, H. V. M.; SIEBENEICHLER, S. C. LEAL, T. C. A. B. Doses de potássio nas respostas morfofisiológicas de alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 21-27, 2010.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. S.; REIS, E. F. R.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. A. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CHAVES, A. A. A.; LACERDA, M. P. C.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. L. G.; KATO, E. Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S. l.], v. 42, n. 4, p. 446-454, dez. 2012.

CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; FABBRIS, C.; WEIRICH, S. W.; SILVA, R. F.; SILVA, V. R.; BASSO, C. J. Qualidade física, química e biológica de um latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 615-625, 2015.

CLARK, F. E. **Agar-plate method for total microbial count**. In Methods of soil analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties. (C.A. Blanc, D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark & R.C. Dinauer, eds.). Madson Inc., New York, p.1460-1466, 1965.

COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C.; GRANGEIRO, L. C. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 34-40, 2007.

DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A. P. **Levantamento e classificação de solos**. 1 ed. Santa Maria: Departamento de solos – UFSM, 2006, 174 p.

DAS, A.; PATEL, D. P.; KUMAR, M.; RAMKRUSHNA, G. I.; MUKHERJEE, A.; LAYEK, J.; NGACHAN, S. V.; BURAGOHAJIN, J. I. Impact of seven years of organic farming on soil and produce quality and crop yields in eastern Himalayas, India. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S. l.], v. 236, p. 142-153, 2017.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (org.). **Defining soil quality for a sustainable environment Madison**: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (SSSA special publication, 35).

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de köppen de 1961 a 2015. **Confins**, [S. l.], n. 37, p. 1-20, 2018.

EPELDE, L.; BURGESS, A.; MIJANGOS, I.; GARBISU, C. Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study. **Applied Soil Ecology**, [S. l.], v. 75, p. 1-12, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência Agrotecnologia**. v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. P. B.; STONE, L. F.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. Population and microbial activity of the soil under an agro-ecological production system. **Revista Ciência Agrônômica**, [S. l.], v. 48, p. 22-31, 2017.

FOIS, D. A. F.; LANA, M. C.; VERA, L. R. Q.; ALVAREZ, J. W. R.; ROJAS, C. A. L.; TIECHER, T. Efeito do gesso agrícola na disponibilidade de enxofre e no rendimento da soja e milho safrinha. **Revista Cultivando o Saber**, v. 10, n. 3, p. 35-47, 2017.

FREITAS, L.; DE OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Unimar Ciências**, Marília-SP, v. 26, n. 1-2, p. 8-25, 2017.

FREITAS, L.; MARTINS FILHO, M. V.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. G. Soil quality indicator of oxisols grown with sugarcane and native forest in northeastern São Paulo state, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, [S. l.], v. 77, n. 18, p. 1-9, 2018.

GOMES, F. S.; SANTOS, R. A.; GUARIZ, H. R. Levantamento de propriedades de densidade aparente, densidade de partículas e porosidade total em latossolos amarelo. **Agrarian Academy**, [S. l.], v. 5, n. 12, p. 79-93, 2019.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUIMARÃES, A. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 7-11, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/fronteira/panorama>. Acesso em: 19 jan. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE; 2015. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=295017>. Acesso em: 23 jun. 2022.

JERKE, C.; SOUSA, D. M. G.; GOEDERT, W. J. Distribuição do carbono orgânico em Latossolo sob manejo da adubação fosfatada em plantio direto no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 442-448, 2012.

KAUTZ, T. Research on subsoil biopores and their functions in organically managed soils: a review. **Renewable Agriculture And Food Systems**, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 318-327, 2014.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. São Paulo-SP, Ceres, 1979. 262p.

KLEIN, V.A. **Física do solo**. Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, 2008. 240p.

KOSTERNA, E. Soil mulching with straw in broccoli cultivation for early harvest. **Journal of Ecological Engineering**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 100-107, 2014.

LEAL, M. L. A.; CHAVES, J. S.; SILVA, J. A.; SILVA, L. S.; SOARES, R. B.; NASCIMENTO, J. P. S.; MATOS, S. M.; TEIXEIRA JÚNIOR, D. L.; BRITO NETO, A. F. Efeito dos sistemas de manejo e do uso do solo na população de microrganismos do solo. **Research, Society And Development**, [S. l.], v. 10, n. 9, e21910917966, 2021.

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 31, n. 6, p. 1233-1244, 2007.

LOPES, A. A. C.; SOUSA, D. M. G.; CHAER, G. M.; REIS JUNIOR, F. B.; GOEDERT, W. J.; MENDES, I. C. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. **Soil Science Society Of America Journal**, [S. l.], v. 77, n. 2, p. 461-472, 2013.

LOPES, A. A. C.; SOUSA, D. M. G.; REIS, F. B.; FIGUEIREDO, C. C.; MALAQUIAS, J. V.; SOUZA, L. M.; MENDES, I. C. Temporal variation and critical limits of microbial

indicators in oxisols in the Cerrado, Brazil. **Geoderma Regional**, [S. l.], v. 12, p. 72-82, 2018.

MAIA, C. M. B. F.; NOVOTNY, E. H.; RITTL, T. F.; HAYES, M. H. B. Soil organic matter: chemical and physical characteristics and analytical methods. A Review. **Current Organic Chemistry**, v. 17, n. 24, p. 2985–2990, 2013.

MARINARI, S.; MANCINELLI, R.; CAMPIGLIA, E.; GREGO, E. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. **Ecological Indicators**, v. 6, n. 4, p. 701-711, 2006.

MELO, V. F.; SILVA, D. T.; EVALD, A.; ROCHA, P. R. R. Qualidade química e biológica do solo em diferentes sistemas de uso em ambiente de savana. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 11, n. 2, p. 101-110, 2017.

MENESES, N. B.; MOREIRA, M. A.; SOUZA, I. M.; BIANCHINI, F. G. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 123-129, 2016.

MUNSELL, A. H. **Munsell soil color charts**. New Windsor, 1994. Revised edition.

NIERO, L. A. C.; DECHEN, S. C. F.; COELHO, R. M.; MARIA, I. C. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um latossolo vermelho distroférico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 34, n. 4, p. 1271-1282, 2010.

NOVAK, E.; CARVALHO, L. A.; SANTIAGO, E. F.; BRUMATTI, A. V.; SANTOS, L. L.; SALES, L. C. Variação temporal dos atributos microbiológicos do solo sob diferentes usos. **Revista de Ciências Agrárias**, [S. l.], p. 603-611, 2019.

OLIVEIRA, A. N.; OLIVEIRA, A. N.; SILVA, K. R.; SILVA, L. J. A.; MELLO, A. H. Atributos químicos de solo sob diferentes sistemas de uso e manejo no projeto de assentamento Veneza - São Domingos do Araguaia, PA. **Revista Agroecossistemas**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 170-179, 2017.

OLIVEIRA, D. M. S.; LIMA, R. P.; VERBURG, E. E. J. Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejetos líquido suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 280-285, 2015.

OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S.S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; BEZERRA NETO, F.; CHAVES, A. P. Propriedades nutricionais e microbiológicas do solo influenciadas pela adubação verde. **Revista de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 23-33, 2017.

PINHEIRO, A. S.; MARTINS, E. S.; MARTINS, H. L. Quantificação de bactérias e fungos em solos de cultivo convencional e agroecológico em Fronteira/MG. **Nucleus**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 357-365, 2020.

PORTUGUAL, A. F.; JUNCKSH, I.; SCHAEFER, C. E. R. G. Estabilidade de agregados em argissolo sob diferentes usos, comparado com mata. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 545-553, 2010.

PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; MONTEIRO, J. M. G.; SCHULER, A. E.; VEZZANI, F. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, A. P.; VIANA, J. H. M.; PEDREIRA, B. C. C. G.; MENDES, I. C.; REATTO, A.; PARRON, L. M.; CLEMENTE, E. P.; DONAGEMMA, G. K.; TURETTA, A. P. D.; SIMÕES, M. Current overview and potential applications of the soil ecosystem services approach in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 51, n. 9, p. 1021-1038, 2016.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2020. 416p.

PRAGANA, R. B.; RIBEIRO, M. R.; NÓBREGA, J. C. A.; RIBEIRO, M. R.; COSTA, J. A. Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1591-1600, 2012.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001, 285p.

RAMOS, M. R.; FAVARETTO, N.; UHLMANN, A.; DIECKOW, J.; VEZZANI, F.; ALMEIDA, L. Produção de hortaliças no sistema orgânico: efeito nos atributos físicos do solo. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal Of Agricultural And Environmental Sciences**, [S. l.], v. 58, n. 1, p. 45-51, 2015.

RESENDE, J. M. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; DANTAS, J. S.; SIQUEIRA, D. S.; TEIXEIRA, D. B. Variabilidade espacial de atributos de solos coesos do leste maranhense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 38, n. 4, p. 1077-1090, 2014.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

SALES, H. F. S. **Adubação orgânica e teores foliares da alface, cv. Simpson**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2019.

SANTOS, E. L. E.; SEIDEL, E. J.; PAZINI, J. B.; OLIVEIRA, M. S.; APPEL NETO, E.; BARBOSA, I. C. Some aspects about the spatial dependence index for variability of soil attributes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 6, p. 1-7, 2018.

SANTOS, H. L.; VASCONCELOS, C. A.; FRANCA, G. E.; NOGUEIRA, F. D. Enxofre. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 81, p. 53-54, 1981.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5 ed. (revista e ampliada). Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, 100p.

SILVA, C. M. M. S.; VIEIRA, R. F. Impacto de xenobióticos e metais pesados na microbiota do solo. *In*: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Microbiologia ambiental**. 2.ed. rev. ampl. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p.17-48. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150072/1/2008CL-53.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SILVA, G. F.; SANTOS, D.; SILVA, A. P.; SOUZA, J. M. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. **Revista Caatinga**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 25-35, 2015.

SILVA, M. O.; VELOSO, C. L.; NASCIMENTO, D. L.; OLIVEIRA, J.; PEREIRA, D. F.; COSTA, K. D. S. Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 47838-47855, 2020.

SINGH, B. K.; TRIVEDI, P.; EGIDI, E.; MACDONALD, C. A.; DELGADO-BAQUERIZO, M. Crop microbiome and sustainable agriculture. **Nature Reviews Microbiology**, [S. l.], v. 18, n. 11, p. 601-602, 2020.

SMANIOTTO, A. O.; ALVES, T.; CASTOLDI, G.; MORAES, V. H.; CRUZ, S. C. S.; TEMPESTA, I. F.; BRAZ, M. G. Importância da condutividade elétrica aparente do solo. **Informe Goiano - Circular de Pesquisa Aplicada**, 2021. Disponível em: https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/informe_goiano/article/view/1311/890. Acesso em: 24 jun. 2022.

SOBRAL, L. F.; BARRETO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 15 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 206). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1042994/1/Doc206.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SOUZA, M. A.; REIS, I. M. S.; ALMADA, A. P.; ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; PINTO, L. A. R. S.; SILVA, C. F.; SANTOS, O. A. Q. Atributos químicos e frações da matéria orgânica em solos antrópicos na Amazônia Oriental. **Brazilian Journal Of Development**, [S. l.], v. 6, n. 5, p. 29623-29643, 2020.

STEFANOSKI, D. C.; FIGUEIREDO, C. C.; SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L. Selecting soil quality indicators for different soil management systems in the Brazilian Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S. l.], v. 51, n. 9, p. 1643-1651, 2016.

SUJA, G.; BYJU, G.; JYOTHI, A. N.; VEENA, S. S.; SREEKUMAR, J.; Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming intaro. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 218, p. 334-343, 2017.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

TIECHER, T.; SANTOS, D. R.; RASCHE, J. W. A.; BRUNETTO, G.; MALLMANN, F. J. K.; PICCIN, R. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. **Bragantia**, [S. l.], v. 71, n. 4, p. 518-527, 2012.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ASSIS, R. L. D.; SOUZA, Z. M. D. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 428-437, 2015.

TRIANAFYLLIDIS, V.; ZOTOS, A.; KOSMA, C.; KOKKOTOS, E. Effect of land-use types on edaphic properties and plant species diversity in Mediterranean agroecosystem. **Saudi Journal Of Biological Sciences**, [S. l.], v. 27, n. 12, p. 3676-3690, 2020.

VALARINI, P. J.; FRIGHETTO, R. T. S.; SCHIAVINATO, R. J.; CAMPANHOLA, C.; SENA, M. M.; BALBINOT, L.; POPPI, R. J. Análise integrada de sistemas de produção de tomateiro com base em indicadores edafobiológicos. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 60-67, 2007.

VASCONCELLOS, R. L. F.; SEGAT, J. C.; BONFIM, J. A.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages. **European Journal Of Soil Biology**, [S. l.], v. 58, p. 105-112, 2013.

VELOSO, C. A. C.; VIÉGAS, I. J. M.; OLIVEIRA, R. F.; BOTELHO, S. M. **Amostragem de solo e planta para análise química**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 39 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 266). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27654/1/Doc266.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2022.

CAPÍTULO 5 – AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA ALFACE SOB CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO/AGROECOLÓGICO

RESUMO

A alface é uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil, e o seu cultivo pode ser encontrado em vários sistemas de plantio, tais como: convencional, campo aberto, ambiente protegido, hidropônico ou orgânico. Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar as características biométricas da cultura da alface em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG. Os tratamentos foram arrançados no esquema fatorial 2x2, no delineamento experimental inteiramente casualizados, sendo dois sistemas de cultivos e duas safras, com 10 repetições (5 plantas de cada canteiro). Em cada planta foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro da cabeça, altura da planta, número de folhas totais, massa fresca total, e massa seca total. Os dados coletados foram submetidos a uma análise de variância e em seguida as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Além disso, foi realizado a identificação e caracterização dos agrotóxicos utilizados na cultura da alface na propriedade sob cultivo convencional. Os resultados obtidos neste trabalho apontam que para 1ª safra, as variáveis altura da planta e número de folhas totais apresentaram diferenças significativas. Também, houve diferenças significativas para todas as variáveis analisadas na 2ª safra, comparando os sistemas de cultivo. Foram identificados 7 tipos de agrotóxicos utilizados na propriedade convencional, sendo “inseticida” a classe/categoria agrônômica dominante. Conclui-se que as alfaces cultivadas no sistema de cultivo orgânico/agroecológico não tiveram desenvolvimento significativo, no entanto é importante enfatizar que esse tipo de sistema não faz uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, e o seu manejo tende a favorecer uma produção mais sustentável.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*. Triângulo Mineiro. Agricultura familiar. *Mulching*.

EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF LETTUCE CULTIVATION UNDER CONVENTIONAL AND ORGANIC/AGROECOLOGICAL CULTIVATION

ABSTRACT

Lettuce is one of the most consumed leafy vegetables in Brazil, and its cultivation can be found in various planting systems, such as: conventional, open field, protected environment, hydroponic or organic. Therefore, the objective of the study was to evaluate the biometric characteristics of the lettuce crop in conventional and organic/agroecological cultivation systems in the municipality of Fronteira-MG. The treatments were arranged in a 2x2 factorial scheme, in a completely randomized experimental design, with two cropping systems and two harvests, with 10 replications (5 plants from each plot). The following variables were evaluated for each plant: head diameter, plant height, total number of leaves, total fresh mass, and total dry mass. The collected data was submitted to an analysis of variance and then the averages were compared through Tukey's test at 5% probability. In addition, the identification and characterization of the pesticides used in lettuce cultivation were carried out on the property under conventional cultivation. The results obtained in this work indicate that for the 1st harvest, the variables plant height and number of total leaves showed significant differences. Also, there were significant differences for all the variables analyzed in the 2nd harvest, comparing the cultivation systems. Seven types of pesticides used on the conventional property were identified, with "insecticide" as the dominant agronomic class/category. It is concluded that lettuce grown in the organic/agroecological system did not develop significantly, although it is important to emphasize that this type of system does not use pesticides and chemical fertilizers, and its management tends to favor a more sustainable production.

Keywords: *Lactuca sativa*. Triângulo Mineiro. Family farming. *Mulching*.

1 INTRODUÇÃO

No vasto grupo das hortaliças consumidas no país, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a sexta hortaliça se destacando economicamente (FAVARATO *et al.*, 2021). Apresenta ciclo curto e probabilidade de produção o ano todo, atingindo rápido retorno financeiro. Seu consumo ocorre tradicionalmente na forma *in natura* (MILHOMENS *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2018).

É uma planta de ciclo anual, herbácea, pertencente à família Asteracea e muito sensível, delicada aos fatores climáticos como temperatura, luminosidade e umidade (HENZ; SUINAGA, 2009; MALDONADE; MATTOS; MORETTI, 2014).

A cultura da alface é adaptada a temperaturas amenas, e para se alcançar uma boa produção, sua temperatura deve variar de 12 a 25°C (SANTANA; ALMEIDA; TURCO, 2009; FILGUEIRA, 2013). Suas folhas retratam o formato de rosetas anexas ao caule, podendo ser encontradas em diversas cores e formas (TAVARES *et al.*, 2019). Seu sistema radicular é pivotante com ramificações finas e curtas (NICK; BORÉM, 2016).

Tipicamente a alface é cultivada em diferentes tipos de sistema, como por exemplo: convencional, campo aberto, ambiente protegido, hidropônico ou orgânico, tendo seu cultivo realizado geralmente por agricultura familiar em pequenas áreas, produzido nos arredores dos centros consumidores (TAVARES *et al.*, 2019).

Para o aumento da produtividade nestes sistemas, estudos norteiam para o ambiente controlado, principalmente a temperatura e umidade, tendendo a um melhor desempenho fisiológico e morfológico, e controle de pragas e doenças, sendo estas os maiores problemas para a cultura.

O estado de Minas Gerais, que responde por 7,41% da produção nacional, possui 19.088 empreendimentos produtivos dessa hortaliça e é o segundo maior estado a arrecadar mais com a venda do produto, totalizando 120.692 mil reais (IBGE, 2017). Sua produção tende a propiciar ao produtor familiar uma renda econômica, além de contribuir para o seu bem-estar social (ZIDORA *et al.*, 2022).

Nesse sentido, por meio da biometria utilizando variáveis (Diâmetro da cabeça – DC; Altura da planta – AP; Número de folhas totais – NFT; Massa fresca total – MFT; Massa seca total – MST) é possível avaliar o desenvolvimento da alface, bem como investigar se o sistema de cultivo adotado possibilita ou não um bom crescimento. Estudo realizado na área experimental da UEMG Ituiutaba avaliou o desempenho produtivo da alface do tipo crespa,

sendo que as características biométricas analisadas apresentaram diferenças significativas entre os tipos de coberturas do solo utilizadas, onde observou-se que a lona plástica de dupla face preta e branca (*mulching*) para todas as variáveis analisadas foram maiores em relação as demais coberturas e testemunha, logo influenciou sobre o desenvolvimento e crescimento da cultura da alface (GASTL FILHO *et al.*, 2020).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar as características biométricas da cultura da alface em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização das áreas experimentais

O presente estudo foi conduzido em duas propriedades rurais localizadas na zona rural do município de Fronteira – MG, sendo uma sob sistema convencional e a outra orgânico/agroecológica (Figura 1) em áreas do Cerrado Mineiro. A distância entre as propriedades é de aproximadamente 4,1 km. O município de Fronteira está localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, possuindo uma área territorial de 199,987 km² com população residente estimada para 2021 é de 18.866 habitantes (IBGE, 2021).

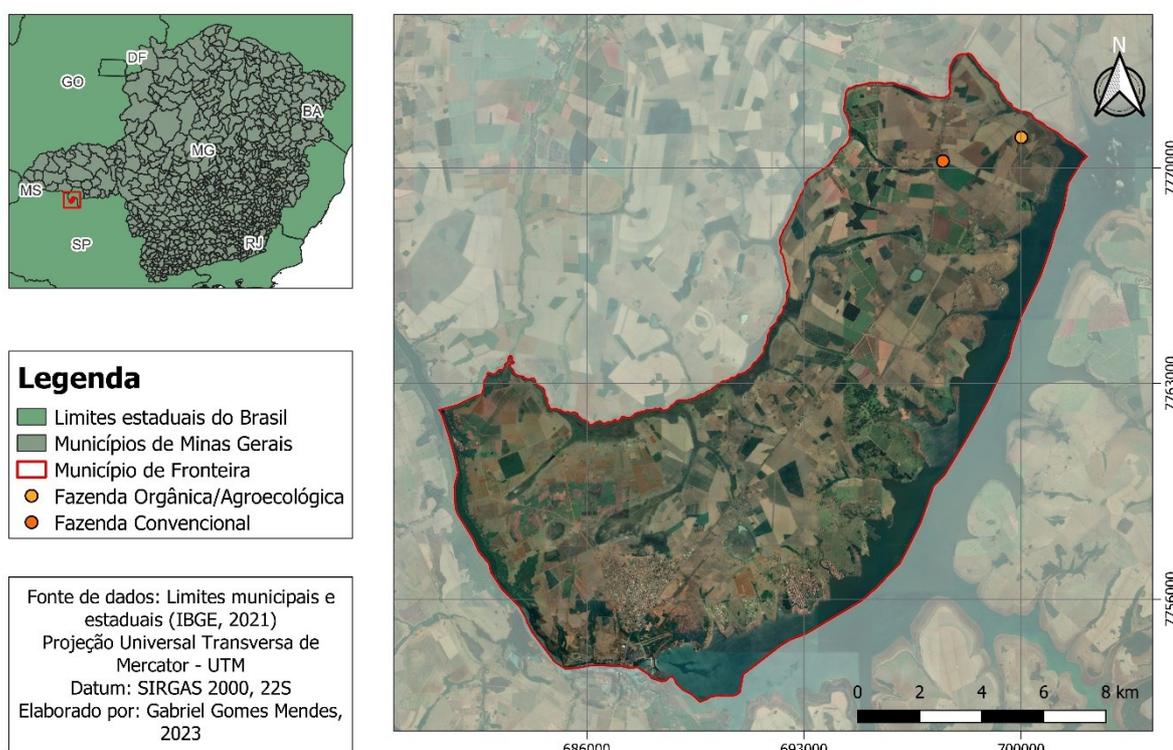


Figura 1 – Mapa de localização das áreas experimentais

O clima da região é classificado em Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger, sendo tropical com a estação seca e fria ocorrendo no inverno, e o verão característico apresentando estação com maiores índices pluviométricos (DUBREUIL *et al.*, 2018). Apresenta temperatura média de 23,8°C e precipitação média anual de 1538,4 mm, concentrando entre os meses de novembro a abril. Conforme apresentado na Figura 4, os solos das áreas experimentais foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho distrófico e distroférico (SANTOS *et al.*, 2018).

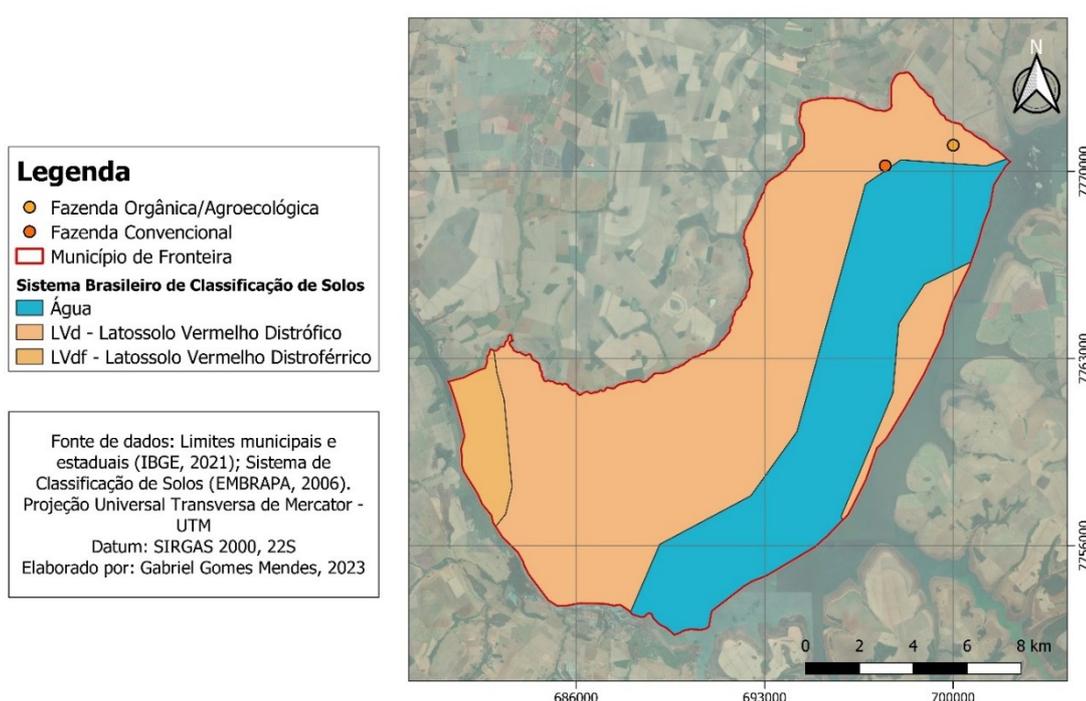


Figura 2 – Mapa de caracterização de solo das áreas experimentais

2.2 Descrição do experimento

Inicialmente foi realizada visita prévia *in loco* nas duas propriedades onde foram selecionados dois canteiros para a produção de alface. Os canteiros demarcados tinham dimensão de 50 m x 1,20 m.

Os sistemas de cultivo, convencional e orgânico/agroecológico, foram divididos respeitando o ciclo de produção de ambas as propriedades. Conforme destacado no Quadro 1 é possível visualizar as principais características de ambos os sistemas. O cultivo da alface foi dividido em dois ciclos, sendo: 1ª safra (período de seca) e 2ª safra (período de chuva), onde

ocorreram no período de Setembro a Outubro e Novembro a Dezembro de 2021, respectivamente.

A propriedade sob sistema de cultivo convencional realizava manejo intensivo do solo e adição de adubos foliares e coquetel de insumos químicos na forma de líquidos. Para a propriedade sob sistema de cultivo orgânico/agroecológico realizava práticas agroecológicas visando o manejo e conservação do solo, e utilizava apenas produtos orgânicos.

Em ambas propriedades utilizavam telas sombrites como forma de proteção e controle do ambiente, e ainda a propriedade sob sistema de cultivo orgânico/agroecológico fazia uso do *mulching* inorgânico na cobertura dos canteiros para minimizar os tratamentos culturais.

Quadro 1 – Comparativo entre as propriedades analisadas

| Características | Sistema de Produção | |
|--|---|--|
| | Convencional | Orgânico/agroecológico |
| Tamanho da propriedade | 7,26 ha | 67 ha |
| Posse da terra | Propriedade de família | Propriedade de família |
| Tipo de mão de obra | Familiar e contratada | Familiar e contratada |
| Prática de pousio | Não | Sim |
| Irrigação | Aspersão | Gotejamento |
| Rotação de culturas | Não | Sim |
| Manejo e preparação do solo | Manejo bastante intensivo por meio de aração, gradagem e encanteiramento do solo | Privilegia as práticas que possibilitam a manutenção e o melhoramento da qualidade do solo, por intermédio do revolvimento mínimo no cultivo com palha |
| Correção do solo | Calcário dolomítico | CalFértil® |
| Obtenção das mudas | Viveiristas | Viveiristas |
| Época de plantio | Ano todo | Ano todo |
| Agrotóxico | Dicarzol 500 SP®, Timorex Gold®, Eleitto®, Trigard 750 WP®, Delegate®, Privilege® e Avatar® | Não |
| Fertilizante | Sintéticos: Calboron®, Copper Crop®, Kinglife® e Vit-Org Vg® | Orgânicos: Minho Fértil® e Yoorin Master® |
| Adubação | Cama de frango + NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) | Esterco de búfalo, adubação verde e cobertura morta |
| Bioinsumo | Não | Microrganismos Eficientes – EM (Natural) |
| Criação animal em consórcio com a atividade agrícola | Sim | Sim |
| Telas sombrites | Sim | Sim |
| <i>Mulching</i> | Não | Sim |
| Corretor de pH da água | Sim | Não |
| Poço Artesiano | Sim | Sim |
| Áreas de preservação permanente | Não (não tem água na propriedade) | Não |
| Cadastro ambiental rural | Sim | Sim |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

2.3 Delineamento experimental e análises biométricas

O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC) 2x2, sendo dois sistemas de cultivos e duas safras, com 10 repetições (5 plantas de cada canteiro).

Em cada safra foram realizadas a coleta de 10 repetições por propriedade, totalizando 40 repetições. Na propriedade sob sistema de cultivo convencional foi plantada na 1ª safra a cultivar Vanda (alface solta crespa) e na 2ª safra a cultivar Irene (americana). Já propriedade sob sistema de cultivo orgânico/agroecológico na 1ª safra foi plantada a cultivar Vanda (alface solta crespa) e na 2ª safra a cultivar Lucy Brow (americana). As cultivares foram diferentes/alteradas conforme o estoque do produtor e condições climáticas.

As mudas utilizadas em ambas as propriedades foram produzidas em bandejas de polietileno. O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam de 4 a 6 folhas definitivas.

Após 34 dias do transplântio foram realizadas a colheita de 10 plantas em cada propriedade e conduzidas para o Laboratório de Sementes da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Unidade Frutal para proceder à avaliação das seguintes características biométricas: Diâmetro da cabeça (DC): foi obtido a partir da medição da circunferência transversal das plantas, com auxílio de uma fita métrica, tendo o resultado final apresentado em centímetros; Altura da planta (AP): obtida com auxílio de uma régua milimetrada de 30 cm, tendo o resultado final apresentado em centímetros; Número de folhas totais (NFT): realizado manualmente a partir da contagem das folhas de alface, tendo o resultado final apresentado em unidades; Massa fresca total (MFT): obtida a partir da pesagem das plantas (folhas + caule) desfolhadas utilizando uma balança de precisão, tendo o resultado final apresentado em gramas; Massa seca total (MST): após a pesagem da MFT, as plantas foram armazenadas em sacos de papel kraft e levadas para secagem a temperatura de 60°C por 72 horas (três dias) em estufa de circulação de ar até atingir peso constante, tendo o resultado final apresentado em gramas (Figura 3A, B, C e D).



Figura 3 – Procedimentos realizados: (A) Organização das alfaces para proceder com as análises biométricas; (B) Medição do diâmetro da cabeça; (C) Inserção das alfaces na estufa após medição da massa fresca total; (D) Pesagem das alfaces para obtenção da massa seca total

2.4 Identificação e caracterização dos agrotóxicos

Foi realizado a identificação e caracterização dos agrotóxicos utilizados na cultura da alface na propriedade sob cultivo convencional. Após obtido o nome dos produtos, foi feita a consulta através da ferramenta AGROFIT (Sistema de Agrotóxico Fitossanitário) desenvolvido pelo MAPA (Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento), por meio da qual foi possível identificar as classes agrônômicas, classificações toxicológicas e a classificações ambientais, como outras informações.

2.5 Análise dos dados

Para a análise das características biométricas, os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de comparação múltipla de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise das características biométricas

Analisando as variáveis relacionadas ao desenvolvimento das alfaces sob cultivo convencional e orgânico/agroecológico em diferentes períodos de cultivo (Tabela 1), observou-se que na 1ª safra as variáveis DC, MFT e MST não apresentaram diferenças significativas entre os sistemas de cultivo, convencional e orgânico/agroecológico. No entanto, observou-se diferenças significativas para as variáveis AP e NFT. Também, houve diferenças significativas para todas as variáveis analisadas na 2ª safra, comparando os sistemas de cultivo.

Para Queiroz, Cruvinel e Figueiredo (2017), a avaliação do DC é importante para os produtores, pois os consumidores preferem comprar alface com cabeças maiores. Observando essa característica, verificou-se que as alfaces sob cultivo convencional apresentaram desenvolvimento de 2,15 vezes (7,25%) maior que o cultivo orgânico/agroecológico quando comparada na 2ª safra.

Os valores obtidos para o DC estiveram próximos aos observados por Favarato *et al.* (2021), em que avaliaram três tipos de orifício em diferentes coberturas de solo obtiveram valores variando entre 27,44 e 35,84 cm planta⁻¹.

Para a variável AP, constatou-se que as alfaces sob cultivo convencional na 1ª e 2ª safra apresentaram comprimentos de 8,27 e 39,22%, respectivamente, maiores que os observados nas plantas sob cultivo orgânico/agroecológico. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2010) ao avaliar a AP obteve-se uma variação de 16,8 a 22,3 cm planta⁻¹, oriundo do cultivo de alface em sistema consorciado com rúcula, fazendo o uso de adubação orgânica e mineral.

As características relacionadas ao tamanho da planta, como diâmetro e altura, também fornecem informações importantes, pois a principal forma de embalagem das plantas para realizar seu transporte é por meio de caixotes de plástico ou de madeira (SALA; COSTA,

2012). Com isso, os produtores devem ficar atentos com as plantas que apresentam maiores dimensões, pois podem ser prejudicadas nos processos de armazenamento e transporte, ocasionando assim diminuição da característica comercial do produto (SUINAGA *et al.*, 2013).

Tabela 1 – Diâmetro de cabeça (DC), altura de planta (AP), número de folhas totais (NFT), massa fresca total (MSF) e massa seca total (MST) em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico em diferentes sistemas de cultivo, épocas de cultivo e variedades, no município de Fronteira-MG

| Sistemas de cultivo | DC ¹ | | AP ¹ | | NFT ¹ | | MFT ¹ | | MST ¹ | |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1 ^a safra | 2 ^a safra |
| |cm..... | | | |un..... | |g..... | | | |
| Convencional | 31,80a | 36,20a | 23,17a | 21,30a | 25,30a | 29,90a | 292,82a | 496,93a | 11,26a | 23,74a |
| Orgânico/ Agroecológico | 29,65a | 15,55b | 21,40b | 15,30b | 21,20b | 13,80b | 256,37a | 65,46b | 11,03a | 2,26b |
| CV (%) | 9,50 | | 8,25 | | 8,24 | | 17,89 | | 18,88 | |
| Causas da variação | Fc | | | | | | | | | |
| Safra | 32,56** | | 56,69** | | 5,67* | | 0,18 ^{ns} | | 6,62* | |
| Sistema de cultivo | 179,90** | | 53,88** | | 295,21** | | 221,55** | | 226,45** | |
| Safra X Sistema de cultivo | 118,44** | | 15,97** | | 104,18** | | 157,90** | | 227,11** | |

¹Médias comparadas com letras na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ns – não significativo. CV – Coeficiente de variação. Fc – F calculado.

Analisando a variável NFT, identificou-se que as alfaces sob cultivo convencional na 1^a e 2^a safra apresentaram quantidades de 19,34 e 116,66%, respectivamente, a mais que o observado nas plantas sob cultivo orgânico/agroecológico.

No estudo desenvolvido por Queiroz *et al.* (2014), foram avaliados cinco cultivares de alface (Cinderela, Isabela, Veneranda, Vera e Verônica) na cidade de Cáceres-MT em época de verão, obtendo um valor médio de 17,15 folhas planta⁻¹.

O NFT é uma característica essencial, pois a alface é conhecida como uma hortaliça bastante folhosa, e suas folhas são de grande interesse comercial (FILGUEIRA, 2008). Outro fato é que os consumidores buscam realizar a compra por unidade e não por peso, sendo bastantes criteriosos na escolha pela aparência, tamanho e o número de folhas por cabeça (DIAMANTE *et al.*, 2013).

Em geral, um número maior de folhas por planta provoca um resultado de uma área foliar e massa fresca maior, portanto gerará um pico máximo de produtividade (ARAÚJO NETO; FERREIRA; PONTES, 2009).

A variável MFT das alfaces sob cultivo convencional apresentou uma massa 6,59 vezes (659,14%) maior que o cultivo orgânico/agroecológico quando comparada na 2ª safra. O estudo realizado por Sousa *et al.* (2018) encontraram uma variação da massa fresca total entre 291,8 a 397,3 g planta⁻¹, sendo as cultivares: Alcione, Coral, Isabela, SVR-2005, TE-70, Thaís, Valentina e Vanda, apresentando os melhores resultados das quais não diferiram estatisticamente entre si.

Resultados inferiores foram encontrados por Rodrigues *et al.*, (2008), onde avaliou-se oito cultivares de alface sob cultivo a campo na região de Manaus, não se verificou efeito significativo para a MFT, apresentando valor médio de 70,86 g planta⁻¹.

Por fim, avaliando a MST, observou-se que as alfaces sob cultivo convencional apresentaram uma massa 9,5 vezes (950,44%) maior que o cultivo orgânico/agroecológico quando comparada na 2ª safra. O resultado encontrado se difere do que foi achado por Aquino *et al.* (2017), onde tais autores não observaram diferença entre as cultivares, sendo que a maior média encontrada foi 7,0 g para Babá de verão do grupo lisa.

Em análise geral percebeu-se que as alfaces do tipo solta crespa cultivada na 1ª safra sobressaiu sobre a alface repolhuda-crespa (americana) cultivada na 2ª safra, principalmente quando analisadas entre os sistemas de cultivo. Fica evidente que as condições ambientais afetaram o desenvolvimento das alfaces sob cultivo orgânico/agroecológico. A 2ª safra foi bastante afetada pelo alto nível de umidade do solo e altas temperaturas que o *mulching* propiciou na época de alta precipitação.

A precipitação, as temperaturas elevadas e o vento influenciam o ganho produtivo dos cultivos, nesse caso é impossível limitar os aspectos climáticos aos quais as plantas estão expostas (PURQUERIO; TIVELLI, 2006). A precipitação é um fator que afeta a produtividade das culturas, e a fotoinibição motivada pela alta irradiância requer sombreamento para aumentar a produção de matéria fresca por planta (FU; LI; WU, 2012).

O produtor antes de se realizar o plantio, pode definir as cultivares de hortaliças que mais se adaptam ao clima da região, isso permitirá um acréscimo na produtividade da cultura (MOURA NETO *et al.*, 2022). Gualberto, Oliveira e Guimarães (2009) destacam sobre a

relevância desse processo da escolha do cultivar para garantir o sucesso agrônomo sob o sistema de cultivo definido.

A alface pode não atingir todo o seu potencial genético quando cultivada em áreas de alto calor e luz. Temperaturas amenas são necessárias para propiciar um melhor desenvolvimento da cultura, são consideradas ideais entre 12 a 25°C (SANTANA; ALMEIDA; TURCO, 2009; FILGUEIRA, 2013).

Reitera-se que apesar de ambas cultivares plantadas na 2ª safra serem classificadas como americanas, a cv. Lucy Brown foi a que menos se desenvolveu e obteve resultados satisfatórios a nível comercial, conforme abordado anteriormente. Souza *et al.* (2013) destaca que no cultivo da alface americana são esperados diversos comportamentos morfológicos sob diferentes condições edafoclimáticas. Os ambientes favoráveis para o plantio da alface americana tendem a ter efeitos no seu desenvolvimento conforme observado por Aires *et al.* (2020).

No estudo realizado por Blid e Silva Filho (2015), na região de Presidente Figueiredo no Estado do Amazonas, os autores constataram que a cultivar Irene apresentou melhor desempenho, sobre as características agrônomicas quando comparada com as demais cultivares de alface americana. Coutinho *et al.* (2018) apontam que essas respostas biométricas podem estar relacionadas geneticamente a cada cultivar, ainda sim conseguem ser influenciadas pelo ambiente de cultivo, causando alterações fisiológicas e morfológicas nas plantas.

Mesmo apresentando um menor desenvolvimento pra nível comercial, as alfaces produzidas no sistema orgânico/agroecológico merecem destaque, pois, isso configura uma vantagem data a maior segurança alimentar desses produtos em relação ao cultivo convencional. Um menor desenvolvimento era esperado uma vez que o sistema convencional utiliza adubação química com alta solubilidade e o sistema orgânico/agroecológico a disponibilidade é mais lenta. Como as hortaliças tem ciclo curto e são bastante exigentes em adubação e beneficiam com o sistema convencional.

3.2 Caracterização dos agrotóxicos

Durante o cultivo das alfaces na propriedade convencional, foi possível realizar o levantamento dos agrotóxicos utilizados durante a produção. Este é apresentado no Quadro 2, onde está caracterizado cada agrotóxico com base na classificação realizada por meio do sistema AGROFIT do MAPA.

Quadro 2 – Caracterização dos agrotóxicos utilizados na propriedade convencional

| Marca comercial | Ingrediente ativo | Grupo químico | Classe/ Categoria agronômica | Classificação Toxicológica | Classificação Ambiental |
|-----------------|---|--------------------------|------------------------------|---|---|
| Dicarzol 500 SP | Cloridrato de formetanato | Metilcarbamato de fenila | Acaricida/ Inseticida | Categoria 2 – Produto Altamente Tóxico | II - Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |
| Timorex Gold | Melaleuca alternifolia, Extrato de folhas | Terpenos | Bactericida/ Fungicida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | IV - Produto Pouco Perigoso ao Meio Ambiente |
| Eleitto | Acetamiprido | Neonicotinóide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | I - Produto Altamente Perigoso ao Meio Ambiente |
| Trigard 750 WP | Ciromazina | Triazinamina | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | III - Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Privilege | Acetamiprido | Neonicotinóide | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | I - Produto Altamente Perigoso ao Meio Ambiente |
| Avatar | Indoxacarbe | Oxadiazina | Inseticida | Categoria 4 – Produto Pouco Tóxico | III - Produto Perigoso ao Meio Ambiente |
| Delegate | Espinetoram | Espinosinas | Inseticida | Categoria 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo | II - Produto Muito Perigoso ao Meio Ambiente |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

O produtor da propriedade convencional relatou a utilização de mais de um produto na aplicação, configurando-se assim um “coquetel” de substâncias químicas na produção. De acordo com o Quadro 3, percebe-se que para classificação toxicológica da ANVISA os produtos utilizados tendem ser pouco tóxicos, no entanto foi registrado um produto altamente tóxico. Considerando a classificação ambiental estabelecida pelo IBAMA tendem a ser produtos perigosos no ambiente, variando da categoria I a IV.

Dentre a classe/categoria agronômica dos agrotóxicos utilizados na propriedade, o inseticida se apresentou dominante. O aumento do uso dessas substâncias se deve principalmente a resistência das pragas e doenças aos produtos químicos utilizados (RECENA; CALDAS, 2008).

Silva e Amorim (2020) destacam que o uso de inseticidas aplicado ao desenvolvimento das produções agrícolas, tende a ter relação a inúmeros riscos que estão estritamente ligados a uma série de implicações ao meio ambiente e saúde do trabalhador rural.

O sistema de cultivo orgânico tem se destacado como alternativa sustentável ao se comparar com o sistema de cultivo convencional. Além de considerar os olhares sociais e culturais, o cultivo orgânico utiliza técnicas sustentáveis em todo o ciclo produtivo e também se caracteriza pela ausência de aplicação de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos (BARRETO *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÃO

No cultivo da alface americana (2ª safra) o sistema convencional foi estatisticamente maior que o sistema orgânico/agroecológico em todas as características biométricas analisadas.

Apesar de um menor desenvolvimento, as alfaces cultivadas no sistema orgânico/agroecológico apresentaram qualidade comercial. Sendo importante enfatizar que esse tipo de sistema não faz uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos, e o seu manejo tende a favorecer uma produção mais sustentável garantindo assim, uma segurança alimentar maior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRES, E. S.; ARAGÃO, C. A.; GOMES, I. L. S.; SOUZA, G. N.; ANDRADE, I. G. V.; OLIVEIRA, A. B. N.; BEZERRA, W. C.; YURI, J. E. Growth and production of crisphead lettuce cultivars in protected cultivation and high temperatures. **Revista Brasileira Ciências Agrária**, Recife, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2020.

AQUINO, C. F.; SILVA, H. P.; NEVES, J. M. G.; COSTA, C. A.; AQUINO, F. F.; COSTA, C. P. M. Desempenho de cultivares de alface sob cultivo hidropônico nas condições do norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 1382-1388, 2017.

ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F.; PONTES, F. S. T. Rentabilidade da produção da orgânica de cultivares de alface com diferentes preparos de solo e ambiente de cultivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p.1362-1368, 2009.

BARRETO, N. M. B.; PIMENTA, N. G.; BRAZ, B. F.; FREIRE, A. S.; SANTELLI, R. E.; OLIVEIRA, A. C.; BASTOS, L. H. P.; CARDOSO, M. H. W. M.; MONTEIRO, M.; DIOGENES, M. E. L. Organic Black Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Rio de Janeiro State, Brazil, Present More Phenolic Compounds and Better Nutritional Profile Than Nonorganic. **Foods**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 1-14, 2021.

BIASI, L. A.; LIMA, M. R.; GABARDO, N. P.; SCHMID, M. L.; MARTHAUS, P. S.; ZAMBON, F. R. A. Competição de cultivares de alface na região metropolitana de Curitiba. **Horticultura Brasileira**, v.9, n.1, p.14- 15, 1991.

- BLIND, A. D.; SILVA FILHO, D. F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia. **Revista Agro@Mambiente On-Line**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 143-151, 2015.
- COUTINHO, P. W. R.; ECHER, M. M.; OLIVEIRA, P. S. R.; DALASTRA, G. M.; CADORIN, D. A.; VANELLI, J. Productivity and Qualitative Characteristics of Varieties of Beets. **Journal Of Agricultural Science**, [S. l.], v. 10, n. 6, p. 327-333, 2018.
- DIAMANTE, M. S.; SANTINO JUNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p.133-140, 2013.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de köppen de 1961 a 2015. **Confins**, [S. l.], n. 37, p. 1-20, 2018.
- FAVARATO, L. F.; EUTRÓPIO, F. J.; GUARÇONI, R. C.; MENDES, L. Coberturas de solo com diferentes orifícios no desempenho da alface. **Revista de Ciências Agroambientais**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 1–7, 2021.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência Agrotecnologia**. v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Editora: UFV. 2013. 421 p.
- FRANCO, T. F.; PARMEJIANI, R. S.; CUNHA, M. P. L.; MIRANDA, A.; MARQUES, R. C.; GUIMARÃES, J. R. D. Characterization and distribution of pesticide use from 2015 to 2019, by health regions in the state of Rondônia (RO), Amazon, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, [S. l.], v. 56, n. 3, p. 445-458, 2021.
- FU, W.; LI, P.; WU, Y. Effects of different light intensities on chlorophyll fluorescence characteristics and yield in lettuce. **Scientia Horticulturae**, [S. l.], v. 135, p. 45-51, 2012.
- GASTL FILHO, J.; RESENDE, M. A.; FERREIRA, I.; MARTINS, I. S.; PIVA, H. T. Desempenho agrônômico de alface orgânica em função da cobertura do solo. **Revista Agroecossistemas**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 51, 2020.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico 75, Brasília – DF. 2009. 7p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2010/36477/1/cot-75.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 9 maio 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/fronteira/panorama>. Acesso em: 19 jan. 2022.

LIMA, M. S. S.; BORGES, L. S.; SANTOS, N. F. A.; MELO, M. R. S.; SOUSA, V. Q.; BIRANI, S. M.; PEDROSO, A. J. S.; GOMES, R. F. Qualidade e produtividade econômica de cultivares alface conduzidas nas condições edafoclimáticas do sudeste paraense. **Revista Agroecossistemas**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 227-240, 2018.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118353/1/DOC-142.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MILHOMENS, K. K. B.; NASCIMENTO, I. R.; TAVARES, R. C.; FERREIRA, T. A.; SOUZA, M. E. Avaliação de características agrônomicas de cultivares de alface sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 143-148, 2015.

MOURA NETO, A.; FERNANDES, G. S. T.; LIMA, E. A.; BRITO, V. A.; ALVES, A. U. Massa seca da parte aérea de diferentes cultivares da alface cultivadas em ambiente protegido. In: Melo, J. O. F (org.). **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil**. 1. ed. Guarujá - SP: Editora Científica Digital, v. 3, p. 243-249, 2022.

NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de hortaliças**. 1. ed. Editora: UFV. 2016. 464 p.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 36-40, 2010.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. **Manual técnico de orientação: projeto hortalimento**. São Paulo: Codeagro, p. 15-29, 2006. Disponível em: https://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/19.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

QUEIROZ, A.; CRUVINEL, V.; FIGUEIREDO, K. M. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, [S. l.], v. 14, n. 25, 2017.

QUEIROZ, J. P. S.; COSTA, A. J. M.; NEVES, L. G.; SEABRA JUNIOR, S.; BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfaves em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 45, n. 2, p. 276-283, 2014.

- RECENA, M. C. P.; CALDAS, E. D. Percepção de risco, atitudes e práticas no uso de agrotóxicos entre agricultores de Culturama, MS. **Revista de Saúde Pública**, [S. l.], v. 42, n. 2, p. 294-301, 2008.
- RODRIGUES, I. N.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; GAMA, A. S.; MILAGRES, C. P. Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 26, n. 4, p. 524-527, 2008.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.
- SANTANA, C. V. S.; ALMEIDA, A. C.; TURCO, S. H. N. Produção de alface roxa em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 3, p. 1-6, 2009.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SILVA, L. N. P.; AMORIM, J. G. B. Condições de segurança do trabalho no manuseio de agrotóxicos em pequenas propriedades de agricultura familiar. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.7, p.349-364, 2020.
- SOUSA, V. S.; MOTA, J. H.; CARNEIRO, L. F.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Desempenho de alfices do grupo solta crespa cultivadas no verão em Jataí-GO. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 288-296, 2018.
- SOUZA, A. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; DIAMANTE, M. S.; SOUZA, L. H. C.; NUNES, M. C. M. Comportamento de cultivares de alface americana sob clima tropical. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 123-129, 2013.
- SOUZA, I. L.; TOMAZELLA, V. B.; SANTOS, A. J. N.; MORAES, T.; SILVEIRA, L. C. P. Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). **Brazilian Journal Of Biology**, [S. l.], v. 79, n. 4, p. 603-611, 2019.
- SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. S. **Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa**. Brasília/DF: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Hortaliças, Embrapa, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81571/1/bpd-89.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- TAVARES, A. T.; VAZ, J. C.; HAESBAERT, F. M.; REYES, I. D. P.; ROSA, P. H. L.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. Adubação NPK como promotor de crescimento em alface. **Agri-Environmental Sciences**, [S. l.], v. 5, e019003, 2019.

ZIDORA, C. B. M.; ROCHA JR, W. F.; SANTOYO, A. H.; URIBE-OPAZO, M. A. Fatores determinantes para o acesso à informação por produtores de hortaliças na região sul de Moçambique. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [S. l.], v. 60, e238628, 2022.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo, observou-se a importância de investigar a percepção dos trabalhadores rurais no município de Frutal-MG aliada às práticas no uso de agrotóxicos, ao mesmo tempo que, permitiu avaliar a qualidade do solo e o desenvolvimento da cultura da alface em sistemas de cultivo convencional e orgânico/agroecológico no município de Fronteira-MG.

Os dados sobre as percepções dos trabalhadores rurais do município de Frutal-MG mostraram que ainda tem uma parcela de trabalhadores que carece de uma atenção especial, visto que, ainda são resistentes em alterar os hábitos de vida, dificultando assim melhores práticas e gerenciamento no uso seguro dos agrotóxicos. Constatou-se o baixo número de registros de intoxicações na Secretaria Municipal de Saúde de Frutal, o que permite inferir que quando o trabalhador é intoxicado, o mesmo não procura uma unidade de saúde para ser avaliado por um profissional, isso acaba entrando para estatística de dados subnotificados.

Logo, falta orientação do poder público junto à secretaria da saúde divulgar os dados, e elaborar e distribuir um produto, como cartilha, para orientação de qualquer vestígio de intoxicação procurar a rede de saúde mais próxima.

A qualidade do solo das áreas experimentais localizadas nas propriedades rurais do município de Fronteira-MG, apontou ser fortemente influenciada pelas formas na qual o solo é manejado, ficando evidente que o sistema de cultivo orgânico/agroecológico apresentou melhores resultados para as características físicas, química e biológica. Assim, as instituições de extensão podem oferecer cursos para orientar um manejo do solo mais sustentável, espelhando no sistema de cultivo orgânico/agroecológico, nem que seja utilizado na transição entre os sistemas um sistema híbrido entre o convencional e orgânico/agroecológico.

Já para a análise das características biométricas das alfaces, percebeu-se o sistema de cultivo convencional sobressaiu sobre o sistema de cultivo orgânico/agroecológico, tal ocorrência pode ser justificada devido as condições ambientais que afetaram o desenvolvimento das alfaces. Com isso, é de grande importância realizar a seleção da melhor cultivar para a época de cultivo e o tipo de manejo do solo, assim como, observar também a escolha da espécie.

Dessa forma, deve-se investir em políticas públicas que ajudem os trabalhadores, por meio da sensibilização e orientação técnica sobre o uso seguro de agrotóxicos e a transição

para práticas mais sustentáveis. Além de promover subsídios de segurança e saúde para garantir condições dignas de trabalho aos agricultores.

Fica evidente que novos estudos precisam ser realizados com o objetivo de identificar ações e lacunas na vigilância epidemiológicas da segurança das pessoas expostas a esses produtos tóxicos, da mesma maneira que estudos que revelem estratégias favoráveis e eficazes para a proteção da saúde ocupacional dos expostos. Ao mesmo tempo, investigar os efeitos dos agrotóxicos nas matrizes ambientais, tais como, no solo e na água. Como também, comparar diversos sistemas de cultivo e análise do desenvolvimento de culturas agrícolas.

APÊNDICES

Apêndice A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)

Eu, Gabriel Gomes Mendes, aluno do Mestrado Acadêmico em Ciências Ambientais vinculado a Universidade do Estado de Minas Gerais – campus Frutal, portador do RG [REDACTED], residente a [REDACTED], nº [REDACTED], Ap. [REDACTED], Bairro [REDACTED], Frutal-MG, sendo meu celular de contato [REDACTED] e e-mail gabriel_gomes96@live.com, vou desenvolver uma pesquisa cujo título é “***APLICAÇÃO DE AGROTÓXICO NO AMBIENTE: DA QUALIDADE DO SOLO A SAÚDE DO TRABALHADOR RURAL***”, sob orientação da Prof.^a Dra. Viviane Modesto Arruda e coorientação do Prof. Dr. Jhansley Ferreira da Mata, cujo objetivo deste estudo é de *investigar a percepção do risco aliada às práticas no uso de agrotóxicos pelos trabalhadores rurais no município de Frutal-MG*.

- A pesquisa respeitará todas as exigências da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

- Gostaria de convidá-lo(a) a colaborar de forma **VOLUNTÁRIA** com esta pesquisa.

- Para participar deste estudo o(a) Sr(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira;

- Essa pesquisa trará como benefício, a caracterização sobre a percepção dos trabalhadores rurais em relação as práticas adotadas com o uso de agrotóxico. Além de os resultados obtidos com o estudo servirem como subsidio para adoção de políticas públicas e um olhar diferenciado para essa classe trabalhadora na área rural. Em relação aos riscos, com o preenchimento do questionário os participantes podem vim apresentar reações de desconforto emocional, ou ainda, cansaço pelo preenchimento do questionário.

- O(A) será esclarecido(a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar

ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento.

- A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador.

- O tempo médio da aplicação do questionário será entre 10 a 15 minutos.

- Não existe outra forma de obter dados com relação ao procedimento em questão e que possa ser mais vantajoso do que o usado nesta pesquisa. Eu, Gabriel Gomes Mendes, como responsável pela condução desta pesquisa, tratarei os seus dados com o devido profissionalismo e sigilo, garantindo a segurança da sua privacidade.

- O(A) Sr(a) tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa, e caso seja

solicitado, darei todas as informações que o(a) Sr(a) quiser saber. Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao Comitê de Ética em Pesquisa da UEMG – Unidade de Passos. Endereço: Rua Dr Carvalho 1147, Bloco 2, sala 01A, Bairro Belo Horizonte, Passos–MG. Telefone: (35) 3529-6031.

- Não existirão despesas ou compensações pessoais para nenhum participante em qualquer fase do

estudo, incluindo exames e consultas, se necessário.

- Eu tirei todas as minhas dúvidas sobre o estudo e minha forma de participação com o pesquisador Gabriel Gomes Mendes, responsável pelo mesmo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade, os riscos e benefícios e a garantia de esclarecimentos permanentes.

Diante dos esclarecimentos, **concordo** em participar do estudo, na qualidade de voluntário(a). Uma via deste termo ficará em seu poder e a outra será entregue ao pesquisador. Desde já agradecemos sua participação!

Assinatura do(a) voluntário(a)

Assinatura do Pesquisador

Cidade, Data.

Apêndice B

QUESTIONÁRIO A SER APLICADO JUNTO AOS TRABALHADORES

| 1 PERFIL SOCIECONÔMICO | |
|-------------------------------|--|
| 1.1 | Gênero: () Masculino () Feminino |
| 1.2 | Faixa etária: () 18 a 26 anos () 27 a 35 anos () 36 a 44 anos () 45 a 53 anos () 54 a 62 anos () Acima de 63 anos |
| 1.3 | Escolaridade: () Analfabeto () Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) <i>incompleto</i> () Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) <i>completo</i> () Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) <i>incompleto</i> () Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) <i>completo</i> () Ensino Médio (antigo 2º grau) <i>incompleto</i> () Ensino Médio (antigo 2º grau) <i>completo</i> () Ensino Superior (Faculdade) <i>incompleto</i> () Ensino Superior (Faculdade) <i>completo</i> |
| 1.4 | Qual a sua renda familiar? () Até R\$1.100,00 () De R\$1.101,00 a R\$2.200,00 () De R\$2.201,00 a R\$3.300,00 () De R\$3.301,00 a R\$4.400,00 () Acima de R\$4.401,00 |
| 1.5 | Regime da posse da terra: () Proprietário () Propriedade da família () Parceiro () Meeiro () Arrendatário () Outro: |
| 1.6 | Qual o tamanho da área da propriedade? _____ ha |
| 1.7 | Estado civil: () Solteiro(a) () Casado(a) () Divorciado(a) () Viúvo(a) |
| 2 RISCOS OCUPACIONAIS | |
| 2.1 | Quantas horas você trabalha por semana? _____ |
| 2.2 | Há quanto tempo você tem contato com o agrotóxico? |
| 2.3 | Você sabe o que é agrotóxico? () Sim () Não |
| 2.4 | Você sabe o significado das cores (vermelho, amarelo, azul e verde) dos rótulos dos agrotóxicos? () Sim () Não |
| 2.5 | Quais os agrotóxicos você utiliza na produção? _____ (Nome comercial ou princípio ativo) |
| 2.6 | Em qual local você costuma fazer a aplicação do agrotóxico? () Plantação () Pastagem () Gado (rebanho) () Outro: |
| 2.7 | Você recebe alguma orientação técnica sobre o uso dos agrotóxicos? () Sim () Não |
| 2.8 | Se a resposta da pergunta anterior for sim, de onde vem? |
| 2.9 | Você ou o responsável do empreendimento, consulta antes da compra do(s) agrotóxico(s) algum responsável técnico (Eng. agrônomo, Zootecnista, Med. Veterinário, outros)? () Sim () Não |
| 2.10 | Você faz a utilização de receituário agrônomo? () Sim () Não |
| 2.11 | Qual o local de obtenção dos agrotóxicos? () Casa agropecuária () Cooperativas () Representante técnico () Compra de outros agricultores () Outro: _____ |
| 2.12 | Qual o local de armazenamento dos agrotóxicos? () Dentro de casa () Local aberto e específico fora da casa () Local fora de casa, mas com outros produtos |

| |
|---|
| <input type="checkbox"/> Local a céu aberto |
| 2.13 Você costuma fazer a leitura do rótulo e bula do produto? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 2.14 Qual a frequência de aplicação dos agrotóxicos nas produções agrícolas? <input type="checkbox"/> Uma vez por semana <input type="checkbox"/> Duas vezes por semana <input type="checkbox"/> Uma vez por mês <input type="checkbox"/> Duas vezes por mês |
| 2.15 Você respeita o tempo de “período de carência” (intervalo de segurança) após a aplicação dos agrotóxicos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 2.16 Você respeita o tempo de “reentrada na lavoura” após a aplicação dos agrotóxicos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 2.17 Qual a quantidade de agrotóxicos utilizados na propriedade? <input type="checkbox"/> Até 3 tipos <input type="checkbox"/> De 4 a 7 tipos <input type="checkbox"/> Acima de 8 tipos <input type="checkbox"/> Outro: _____ |
| 2.18 Você utiliza Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) na hora de preparo, manipulação e aplicação do agrotóxico? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 2.19 Se sua resposta da questão anterior for “sim”, qual(is) tipo(s) de EPI você utiliza? <input type="checkbox"/> Máscara <input type="checkbox"/> Luvas <input type="checkbox"/> Botas <input type="checkbox"/> Boné <input type="checkbox"/> Avental <input type="checkbox"/> Macacão <input type="checkbox"/> Outro: _____ |
| 2.20 Que tipo de equipamento você utiliza para realizar a aplicação do agrotóxico? <input type="checkbox"/> Pulverizador Costal <input type="checkbox"/> Pulverizador (trator) <input type="checkbox"/> Trator com cabina <input type="checkbox"/> Outro: _____ |
| 2.21 As vestimentas utilizadas durante a aplicação/preparo dos agrotóxicos: <input type="checkbox"/> Lavo junto com às demais roupas da família <input type="checkbox"/> Lavo separado das demais roupas da família, mas na mesma máquina de lavar <input type="checkbox"/> Lavo em local isolado, com máquina e/ou tanque diferente das demais roupas |
| 2.22 Você considera que o agrotóxico causa algum dano na saúde do trabalhador? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 2.23 Avalie o seu contato aos agrotóxicos, classificando quanto ao grau de risco à sua saúde: <input type="checkbox"/> Muito perigoso <input type="checkbox"/> Perigoso <input type="checkbox"/> Pouco perigoso <input type="checkbox"/> Não é perigoso |
| 2.24 Você já sentiu tontura, enjoo, dor de cabeça, alergia ou problema na pele durante, ou depois da pulverização com agrotóxicos? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 3 RISCOS AO MEIO AMBIENTE |
| 3.1 Você acredita que os agrotóxicos causam algum impacto negativo ao meio ambiente? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 3.2 Você costuma realizar a tríple lavagem das embalagens antes de descartar? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 3.3 Qual a forma que você descarta das embalagens vazias dos agrotóxicos? <input type="checkbox"/> Não reutilizo <input type="checkbox"/> Queimo <input type="checkbox"/> Enterro <input type="checkbox"/> Reutilizo <input type="checkbox"/> Devolvo |
| 3.4 Próximo a propriedade existe algum curso d’água? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não |
| 3.5 Qual o destino final da sobra da calda? <input type="checkbox"/> Descarto no meio ambiente <input type="checkbox"/> Guardo <input type="checkbox"/> Nunca sobra <input type="checkbox"/> Outro: _____ |

Fonte: Adaptado de Abreu e Alonzo (2016), Santana *et al.* (2016), Ristow (2017) e Oliveira (2020).

Apêndice C

FICHA DE COLETA DE INFORMAÇÕES SOBRE INTOXICAÇÃO

| 1 PERFIL SOCIECONÔMICO | |
|-------------------------------|--|
| 1.1 | Mês da notificação: |
| 1.2 | Residente na zona: () Urbana () Rural |
| 1.3 | Gênero: () Masculino () Feminino |
| 1.4 | A pessoa notificada é gestante? () Sim () Não |
| 1.5 | Faixa etária: () 18 a 26 anos () 27 a 35 anos () 36 a 44 anos () 45 a 53 anos () 54 a 62 anos () Acima de 63 anos |
| 1.6 | Escolaridade: () Analfabeto () Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) <i>incompleto</i> () Da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental (antigo primário) <i>completo</i> () Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) <i>incompleto</i> () Da 5ª à 8ª série do Ensino Fundamental (antigo ginásio) <i>completo</i> () Ensino Médio (antigo 2º grau) <i>incompleto</i> () Ensino Médio (antigo 2º grau) <i>completo</i> () Ensino Superior (Faculdade) <i>incompleto</i> () Ensino Superior (Faculdade) <i>completo</i> |
| 1.7 | Estado civil: () Solteiro(a) () Casado(a) () Viúvo(a) |
| 2 DADOS EXPOSIÇÃO | |
| 2.1 | Agente tóxico – Nome Comercial/popular: a) _____; b) _____; c) _____ |
| 2.2 | Qual agrotóxico utilização: () Inseticida () Herbicida () Carrapaticida () Fungicida () Outro: _____ |
| 2.3 | Qual(is) a(s) atividade(s) exercidas durante a exposição ao agrotóxico: () Expurgo () Pulverização () Tratamento de sementes () Armazenagem () Transporte () Dedetização () Produção/Formulação () Outro: _____ |
| 2.4 | Qual a cultura/lavoura de aplicação: |
| 2.5 | Via de exposição/contaminação: () Digestiva () Cutânea () Respiratória () Ocular () Parenteral () Transplacentária () Não sei () Outro: _____ |
| 2.6 | Circunstância de exposição/contaminação: () Uso habitual () Acidental () Ambiental () Erro de administração () Tentativa de suicídio () Outro: _____ |
| 2.7 | A exposição/contaminação foi decorrente do trabalho/ocupação? () Sim () Não |
| 2.8 | Tipo de exposição: () Aguda-única () Aguda-repetida () Crônica () Aguda sobre crônica |
| 2.9 | Diagnóstico final: () Intoxicação confirmada () Só exposição () Reação adversa () Ignorado |
| 2.10 | Critério de confirmação: () Laboratorial () Clínico-epidemiológico () Clínico |
| 2.11 | Evolução do caso: () Cura sem sequelas () Cura com sequelas () Óbito por intoxicação exógena |
| 2.12 | Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT): () Sim () Não () Não se aplica |

Fonte: Adaptado de Brasil (2006).