



Monitoramento de agrotóxicos em solo de produção orgânica, convencional e hidropônica e correlação com o controle químico de hortaliças cultivadas em Ibiúna, SP

MARTA MOITINHO BEZERRA

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

Instituto Biológico

**Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio.**

**Monitoramento de agrotóxicos em solo de produção orgânica,
convencional e hidropônica e correlação com o controle
químico de hortaliças cultivadas em Ibiúna, SP**

MARTA MOITINHO BEZERRA

Dissertação apresentada para a obtenção do título de
Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio. Área de concentração:
Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

São Paulo

2022

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo

**Agência Paulista de Tecnologia dos
Agronegócios Instituto Biológico
Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e
Ambiental no Agronegócio.**

**Monitoramento de agrotóxicos em solo de produção orgânica,
convencional e hidropônica e correlação com o controle químico de
hortaliças cultivadas em Ibiuna, SP.**

MARTA MOITINHO BEZERRA

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientadora: Professora Dra Eliane Vieira

**São Paulo
2022**

Eu Marta Moitinho Bezerra, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: _____ Data ___/___/___

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Bezerra, Marta Moitinho.

Monitoramento de agrotóxicos em solo de produção orgânica, convencional e hidropônica e correlação com o controle químico de hortaliças cultivadas em Ibiúna, SP. / Marta Moitinho Bezerra. - São Paulo, 2022.

46 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2023D.MB02

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Sanidade, gestão ambiental e qualidade de alimentos, produtos e processos na produção agropecuária sustentável.

Orientador: Eliane Vieira

Versão do título para o inglês: Soil pesticides monitoring in organic, conventional and hydroponic production and correlation with chemical control of cultivated vegetables grown in Ibiúna, SP.

1. Pesticidas 2. Olericultura 3. Contaminantes 4. Produção agrícola
5. Brasil I. Bezerra, Marta Moitinho II. Vieira, Eliane III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2023/02

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Marta Moitinho Bezerra

Título: Monitoramento de agrotóxicos em solo de produção orgânica, convencional e hidropônica e correlação com o controle químico de hortaliças cultivadas em Ibiúna, SP.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: / /

Banca Examinadora

Prof. Dra Eliane Vieira

Instituição: Instituto

Biológico Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof.. Dr. Jesus Guerrero Töfoli

Instituição: Instituto

Biológico Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Gabriel Vicente de Almeida Bitencourt Instituição: Companhia de
Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo- CEAGESP

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À Deus por toda força e sabedoria.

À minha orientadora Prof. Doutora Eliane Vieira (Instituto Biológico de São Paulo) pela disponibilidade em me orientar, pela confiança, ensinamentos e por todo apoio.

À Doutora. Anita Gutierrez que me introduziu ao mundo do Agronegócio e incentivou a minha matrícula no Mestrado.

Ao Professor Doutor Gabriel Bittencourt de Almeida e ao Professor Doutor Jesus Guerrino Tofolli por aceitarem o convite para a minha banca e pelos valiosos apontamentos e correções que me permitiram melhorar a Dissertação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio por todos os ensinamentos e incentivos.

Ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Biológico de São Paulo pela oportunidade de realização do mestrado.

Agradeço à Regina Cristina Batista Ferreira e Gisele dos Santos Souza, funcionárias do Laboratório de Ecologia de Agroquímicos do Instituto Biológico de São Paulo, por todo auxílio, ensinamentos e pelo tempo prazeroso de convivência durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Edvaldo José de Almeida pelo auxílio nas coletas.

Ao bibliotecário Roberto Tadeu da Silva pelo auxílio no levantamento dos dados.

À todos os amigos do Centro de Qualidade da CEAGESP: Bertoldo Borges, Claudio Fanalle, Dra. Fabiane Câmara, Dr. Gabriel Bittencourt de Almeida, Helio Watanabe, Lilian Yuema, Msc. Sabrina Leite Oliveira e Tiago Oliveira por todo aprendizado compartilhado.

Muito obrigada a todos.

AGRADECIMENTO PELO FINANCIAMENTO DO PROJETO

Agradeço a **Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradeço ao Fundo de Interesses Difusos -FID Secretária da Justiça do Estado de São Paulo. Convênio FID 006/2017, Pc. SJDC 000.664/2014.

**Dedico com muito amor aos meus pais, Terezinha e Martiniano e a minha irmã
Diana.**

RESUMO

BEZERRA, Marta Moitinho. **Monitoramento de agrotóxicos em solo de produção orgânica, convencional e hidropônica e correlação com o controle químico de hortaliças cultivadas em Ibiuna.** f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

O destino ambiental dos agrotóxicos tem sido estudado em ambientes aquáticos continentais, mas raramente em solos no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar as concentrações de resíduos de agrotóxicos na camada superior do solo em cultura de hortaliças, no município de Ibiúna, São Paulo. Coletas de amostras foram realizadas nas profundidades de 15 cm, em três áreas com plantação de hortaliças com diferentes tipos de manejo: orgânico, convencional e hidropônico. Na produção orgânica e convencional são realizadas rotações de cultura, e pousio das áreas. Foram coletadas amostras compostas durante dois anos. Resíduos de 40 agrotóxicos foram analisados através de cromatografia à gás com detector de massas e cromatografia líquida com detector UV. Foi detectado um total de 3 agrotóxicos, clorfenapir, difenoconazol e procimidona. Quando o cultivo foi manejado de forma orgânica não apresentou resíduos de agrotóxicos no solo. Baixas concentrações de resíduos de agrotóxicos no solo que pratica o manejo convencional demonstra que o agricultor está seguindo as boas práticas agrícolas. O sistema de cultivo hidropônico apesar de não utilizar o solo para produção apresentou uma combinação de até três agrotóxicos no solo abaixo e aos redores do sistema de produção. Não existe legislação com limites máximos de agrotóxicos estabelecidos para o solo no Brasil, entretanto a contaminação é uma preocupação devido à alta persistência de alguns princípios ativos no solo e sua toxicidade para organismos não alvo e seres humanos.

Palavras-chave: pesticidas, olericultura, contaminantes, produção agrícola, Brasil

ABSTRACT

BEZERRA, Marta Moitinho. **Monitoring of pesticides in organic, conventional and hydroponic production soil in Ibiúna, SP and correlation with chemical control of vegetables** f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

The environmental fate of pesticides has been studied in continental aquatic environments, but rarely in soils in Brazil. The objective of this study was to evaluate the concentrations of pesticide residues in the upper layer soil in vegetable crops, in the municipality of Ibiúna, in São Paulo. Sample collections were carried out at depths of 15 cm, in three areas with vegetable plantations with different types of management: organic, conventional and hydroponic. In organic and conventional production, crop rotations are carried out. Composite samples were collected during two years. Residues of 40 pesticides were analyzed by gas chromatography with a mass detector and liquid chromatography with a UV detector. A total of 3 pesticides, chlorfenapyr, difenoconazole and procymidone, were detected. When the crop was managed organically, there was no pesticide residues in the soil. Low concentrations of pesticide residues in the soil that practices conventional management demonstrates that the farmer is following good agricultural practices. The hydroponic cultivation system, despite not using the soil for production, presented a combination of up to three pesticides in the soil below and around the production system. There is no legislation with maximum limits for pesticides established for soil in Brazil, however contamination is a concern due to the high persistence of some active principles in the soil and their toxicity to non-target organisms and humans.

Key-words: pesticides, olericulture, contaminants, agricultural production, Brazil

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Comercialização das principais hortaliças folhosas na CEAGESP, tendo como origem Ibiúna	19
Figura 2 - Mapa de Ibiúna com indicação do local de coleta.....	26
Figura 3- Área de cultivo orgânico	27
Figura 4- Área de cultivo convencional.....	27
Figura 5- Área de cultivo hidropônico	27
Figura 6 - Produção orgânica no Brasil de 2011 a 2020 em hectares	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingrediente ativo, classe agrônômica, grupo químico e culturas registradas para os agrotóxicos analisados.....	28
Tabela 2 - Caracterização do solo	32
Tabela 3 - Agrotóxicos encontrados	33
Tabela 4 - Valores ecotoxicológicos dos agrotóxicos encontrados no monitoramento ...	33

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3.	REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1	Agrotóxicos.....	16
3.2	Solo.....	17
3.3	Sistemas de Produção Agrícola.....	18
3.3.1	Olericultura.....	18
3.3.2	Produção Orgânica.....	20
3.3.2	Produção Convencional.....	22
3.3.3	Produção Hidropônica.....	23
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1	Caracterização da área de estudo.....	26
4.2	Ingredientes Ativos dos Agrotóxicos Monitorados.....	28
4.3	Análise de resíduos de agrotóxicos em solo.....	30
4.4	Quantificação dos agrotóxicos.....	31
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1	Caracterização do solo.....	32
5.2	Agrotóxicos encontrados.....	32
5.3	Controle químico de pragas e doenças e monitoramento de alimentos.....	38
6.	CONCLUSÃO.....	41
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje uma superpotência mundial na produção de alimentos. Para manter as altas taxas produtivas, a agricultura praticada na maior parte do tempo, faz uso de sementes geneticamente modificadas, utilização de fertilizantes químicos, irrigação e controle químico de pragas e doenças.

O uso intensivo e, às vezes, indiscriminado de agrotóxicos, pode levar à contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas, e do ecossistema como um todo (NAWAZ et al., 2016). Na última década, o uso de agrotóxicos ultrapassou 4 milhões de toneladas por ano em todo o mundo (FAO, 2018). O grande desafio é reduzir a contaminação ambiental e ao mesmo tempo ter uma produção que possa atender à crescente demanda por alimentos, fibras e energia (MARTINELLI et al., 2010).

Em média um terço das substâncias orgânicas produzidas por atividades antrópicas, tem como destino final o solo (RIBEIRO; VIEIRA, 2010). Os agrotóxicos possuem ação em organismos alvos e não alvos. Desse modo, avaliar o comportamento destas substâncias no solo e os impactos no ecossistema são importantes para uma produção agrícola sustentável.

Ainda que o solo seja o destino final dos poluentes, os estudos de monitoramento de contaminantes nesta matriz são insuficientes. São poucas pesquisas que abordam a presença dos agrotóxicos no solo. Entretanto, esses dados são de extrema importância na análise dos riscos dos agrotóxicos. Ao redor do mundo, principalmente nos países de clima temperado o controle de poluentes é mais rotineiro. No Brasil os estudos de agrotóxicos em solo são escassos. Devido à grande importância do tema, se faz necessário que tenhamos mais estudos nesta área.

Não existem limites máximos permitidos para agrotóxicos no solo, ou valores de referência, talvez, devido a isso, os trabalhos nesta área sejam tão escassos. Entretanto, em áreas agrícolas o solo pode ser contaminado pelos agrotóxicos, e desse modo estes contaminantes podem ser transportados para águas superficiais agregados às partículas do solo, ou ainda, através do escoamento superficial através das águas das chuvas ou irrigação e, podem também, ser lixiviados e alcançar águas subterrâneas contaminando assim o lençol freático.

O solo pode ser impactado de diferentes maneiras a depender do manejo. A agricultura orgânica, que não utiliza agrotóxicos químicos sintéticos na produção, é o sistema ideal quanto a impactos positivos, já que esta forma de manejo proporciona um aumento da diversidade de microrganismos o que resultará em um solo mais saudável. O cultivo convencional faz uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos no solo, o que pode levar, quando o manejo não é realizado de maneira correta, a contaminação do solo. A hidroponia pode utilizar ou não agrotóxicos, entretanto, o cultivo se dá em substrato ou solução aquosa e não no solo.

Ainda que não tenhamos uma legislação para o controle dos resíduos de agrotóxicos em solo, o presente trabalho se faz necessário e, é extremamente importante, pois buscou monitorar a presença de agrotóxicos em solo em diferentes sistemas de produção de hortaliças na região de Ibiúna, São Paulo. Esses dados quando analisados de forma isolada não se tornam tão importantes, mas quando esses apontamentos são atrelados a outras informações, podem ser essenciais para tomadas de decisão quanto a preservação ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Monitorar a presença de agrotóxicos em solo nos sistemas de produção agrícola de hortaliças.

2.2 Objetivos específicos

Verificar a contaminação por agrotóxicos nos sistemas de manejo orgânico, convencional e hidropônico.

Verificar se os agrotóxicos encontrados no solo são permitidos para as culturas produzidas nos diferentes sistemas de produção.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Agrotóxicos

Segundo a Lei 7802 de 1989 os agrotóxicos 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; as substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento também são consideradas agrotóxicos (BRASIL, 1989; BRASIL, 2002).

No Brasil, ainda que encontremos controvérsias no emprego dos termos defensivos agrícolas, produtos fitossanitários, pesticidas, biocidas e agrotóxicos de acordo com a Lei nº 7.802/89 e os Decretos no 98.816/90 e 4.074/2002, ficou estabelecido pela legislação brasileira o emprego do termo agrotóxico. Os agrotóxicos, além de cumprirem o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, podem oferecer riscos à saúde humana e ao meio ambiente (SPADOTTO, et. al., 2010).

Os agrotóxicos são subdivididos, de acordo com as estrutura químicas que os constituem, principalmente em organoclorados, piretróides, organofosforados, carbamatos e triazinas, e são classificados de acordo com o potencial de periculosidade em: produtos altamente perigosos a pouco perigosos (FLOSS, 2015).

Os agrotóxicos são fundamentais para o manejo das culturas a fim de garantir viabilizar o modelo de exportações brasileiro pautado nas commodities agrícolas (IPEA, 2019). O PIB do agronegócio em 2019 representou 22% do PIB total brasileiro, isso nos leva a concluir, que a agricultura é muito importante para a economia do nosso país (CNA, 2021).

Para a obtenção de safras produtivas, o uso de agrotóxicos é fator muito importante. Em 2018, o uso desses defensivos, de acordo com dados do IBAMA, foi superior a 549 mil toneladas de ingredientes ativos (IBAMA, 2019). Tais produtos, atuam no controle e na eliminação de doenças e pragas que afetam diretamente a produtividade em campo, e conseqüentemente, a economia de modo geral. Dados da FAO (2018), revelam que cerca de 40% da produção agrícola mundial é perdida todos os anos em decorrência de infestações provocadas por pragas. As despesas gastas com o combate as pragas invasoras é de 70 bilhões

de dólares, além de contribuírem com a redução da biodiversidade e, anualmente, as doenças de plantas totalizam custos globais superiores a 220 bilhões de dólares (MONTUORI, 2020).

De acordo com dados fornecidos pelas empresas registrantes de insumos o consumo de agrotóxicos e afins é crescente (IBAMA, 2019). No ano de 2018, por exemplo, os valores de agrotóxicos e insumos comercializados foi superior a 549 mil toneladas. Com relação ao consumo, de acordo com dados do IBAMA, entre 2006 e 2018, o volume de agrotóxicos comercializados quase triplicou, evoluindo de 204,1 mil toneladas para 549 mil toneladas de ingredientes ativos.

O aumento do uso de agrotóxicos contribui para safras abundantes de alimentos e commodities produzidas no Brasil. Entretanto, no meio ambiente, essas substâncias seguem diferentes rotas e podem se comportar de maneiras adversas, contaminando solo, águas superficiais e subterrâneas, espécies não alvo, e inclusive o ser humano. Contudo, a produção agrícola é extremamente importante para garantir a segurança alimentar e fomentar, por meio das exportações agrícolas, o superávit na balança comercial (IPEA, 2019).

Com isso, é cada vez mais necessário e urgente estudos que analisem os riscos e as consequências da utilização de agrotóxicos para o meio ambiente e para a saúde humana, já que, mediante a posse dos dados gerados por esses estudos, os órgãos de regulamentação de agrotóxicos como o Ibama e a Anvisa terão como avaliar a viabilidade ou não do registro de algumas dessas substâncias.

3.2. Solo

Quando as pessoas pensam nas questões ambientais, dificilmente se lembram do solo. O solo é um ecossistema habitado por milhares de seres vivos distintos que colaboram com os ciclos globais, o que torna a vida na Terra possível. A contaminação dos solos pode impactar negativamente os ciclos biológicos, e os organismos não alvo por isso a importância de monitorarmos este compartimento ambiental.

No Brasil, os estudos de agrotóxicos no solo são raros. Pinheiro, Morais e Silva (2011) avaliaram a presença de 2,4D, alacloro, atrazina, diuron, azoxistrobina, metconazol, metalaxil, tebuconazole e lambda cialotrina em solos de produção de cebola em Ituporanga, SC. Os autores encontraram valores de até 252,8 mg.kg⁻¹ para atrazina e metalaxil. Noldin et al. (2001) analisaram o herbicida clomazone aplicado diretamente sobre a coluna d'água em

cultura de arroz irrigado em Itajaí-SC e observaram que o herbicida foi encontrado no solo até 24 dias após a aplicação.

Na Colômbia, Arias (2021), avaliou a presença de agrotóxicos em 32 amostras de solo em região com cultivo de tomate em 2014 e encontrou a presença de 15 agrotóxicos com valores de até 44,45 mg.kg⁻¹ para o dimetomorfe. Segundo o autor o monitoramento de agrotóxicos em solo na Colômbia é muito escasso e muitos poucos dados estão disponíveis.

Na Europa Silva et. al. (2019) analisaram 76 agrotóxicos em 317 amostras de solos provenientes da agricultura. Do total de amostras, em apenas 17% não foi detectado nenhum agrotóxico. Os agrotóxicos e metabólitos glifosato, AMPA, pp'DDE, boscalida, epoxiconazol, tebuconazol e ftalamida foram os princípios ativos mais encontrados. Em média foi encontrada a concentração de 0,15 mg.kg⁻¹ com um máximo de 2,87 mg.kg⁻¹.

3.3. Sistemas de produção agrícola

3.3.1 Olericultura

A olericultura é uma importante área do ramo da horticultura. É conhecida como prática agrícola muito antiga, responsável por produzir verduras e legumes é também uma atividade bastante diversa, pois envolve produtores familiares que desempenham suas atividades em áreas pequenas até produtores empresariais estabelecidos em grandes áreas geralmente utilizando alta tecnologia (BORGES; SALVADOR, 2019).

A olericultura é uma atividade essencial para produção de alimentos de alto teor nutritivo, que depende, na maioria das vezes, do solo para ser desenvolvida. É uma atividade muito praticada por agricultores familiares e pequenos produtores, que produzem para o próprio sustento (subsistência) e, principalmente, como fonte de renda.

Em 2017, o Censo Agropecuário levantou, que um total de 336 mil estabelecimentos desenvolveram a horticultura no Brasil. Ainda, de acordo com o Censo, a área ocupada no mesmo ano pelas 10 culturas levantadas pelo órgão, foi de 1,6 milhão de hectares que produziram um volume de 30,5 milhões de toneladas de hortaliças. Os levantamentos do Censo, constataram ainda, que as maiores áreas produtoras de hortaliças estavam localizadas na região Nordeste e correspondiam, em 2017, a uma extensão total de 524 mil ha (IBGE, 2019).

Por apresentar características peculiares, como por exemplo, um ciclo

produtivo curto, permitindo um retorno financeiro rápido, além, de poder ser desenvolvida em pequenos espaços, sem valor para os agricultores empresariais, a olericultura praticada por agricultores familiares, está diretamente atrelada ao elevado potencial de desenvolvimento socioeconômico no meio rural. (PRADO, 2012).

A região foco deste estudo, áreas localizadas no município de Ibiúna, tem como principal atividade a olericultura. E tem como principal destino dos seus produtos, o Entrepasto Terminal de São Paulo (CEAGESP). A CEAGESP é o maior Entrepasto da América Latina, que recebe diariamente produtos de uma média de 200 municípios e de 18 países.

Em média 60% de tudo que é consumido em hortícola e pescado na região da Grande São Paulo tem como origem a comercialização realizada na Ceagesp, ou seja, o entreposto tem uma função extremamente importante no abastecimento de alimentos (CEAGESP, 2022). Em 2021, a Ceagesp comercializou um volume total de 220.233 toneladas de hortaliças. Desse total, 109.177 toneladas eram compostas pelo conjunto das seguintes olerícolas: agrião, alface, cebolinha, couve, repolho e salsa. Sendo que, do total descrito anteriormente, 53.180, 11 toneladas tiveram como origem o município de Ibiúna. Com base nesses números, podemos notar a relevância da preservação do solo da área de estudo que foi, em 2021, responsável pelo fornecimento de uma média de 25% do total das principais olerícolas comercializadas na Ceagesp (Figura 1).

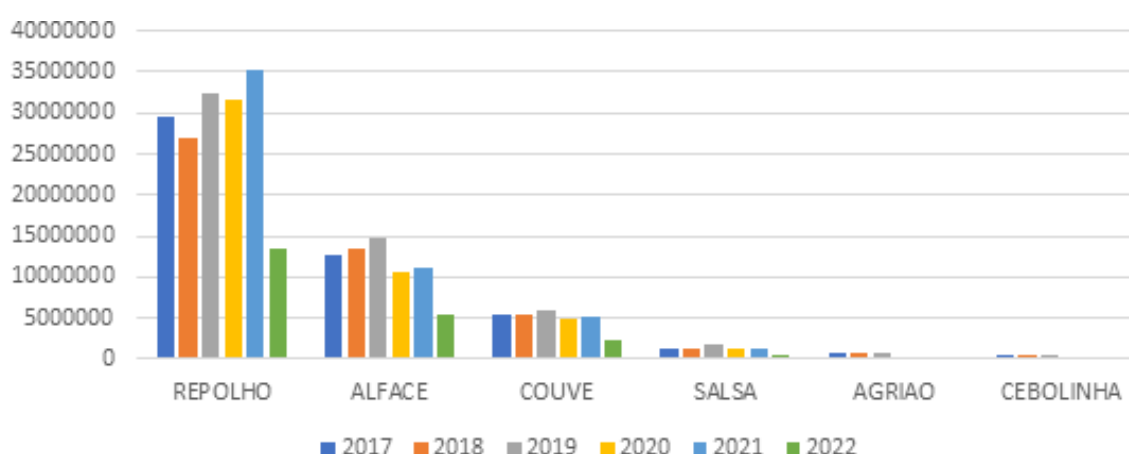


Figura 1. Comercialização das principais olerícolas na Ceagesp de São Paulo, tendo como origem Ibiúna. Fonte: CEAGESP- Siem, 2022

3.3.2 Produção Orgânica

A agricultura orgânica é uma técnica que minimiza ao máximo a utilização de produtos químicos no manejo. O conceito de sistema orgânico de produção abrange os sistemas: ecológico, biodinâmico, natural, regenerativo, biológico, agroecológico, permacultura e outros que atendam os princípios estabelecidos pela Lei 10.831 (BRASIL, 2007).

Segundo a Lei 10.831 (BRASIL, 2003) “ considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente”.

No Brasil, o sistema de cultivo orgânico, em bases tecnológicas, teve início, em pequena escala, no final da década de 1970 (SANTOS et. al., 2012), e vem crescendo ano a ano, frente a exigência de um segmento do mercado que prioriza uma alimentação mais saudável, livre de contaminantes além do foco na preservação do meio ambiente e biodiversidade. Somado a esses benefícios, a agricultura orgânica proporciona benefícios relacionados à geração de trabalho e renda. Entretanto, exige um maior envolvimento de mão de obra com possível consequência nos custos de produção o que pode tornar mais caro o produto final (SILVA e SILVA, 2016).

Em inúmeros países do mundo é crescente a busca por alimentos produzidos sem o uso de agroquímicos e livre de modificações genéticas. Esse contexto permitiu a expansão e desenvolvimento da agricultura orgânica em muitos países. De acordo com dados fornecidos pela Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) e pela International Federation of Organic Agriculture Movements referentes ao ano de 2016, em torno de 57 milhões de hectares de terra foram cultivados de forma orgânica no mundo todo. Desses total, 27 milhões de hectares foram cultivados na Oceania, 13, 5 milhões na Europa, 7, 1 milhões na América Latina, 3,1 milhões na América do Norte e 1,8 milhões de hectares foram cultivados dentro do modelo orgânico na África (WILLER et al., 2022). Na América Latina, por

exemplo, o país que mais produziu em acordo com o modelo de produção orgânica, foi a Argentina; a Austrália destinou 27, 4 milhões de hectares de terra para produção de acordo com esse modelo e passou a ser o país que mais possui terras com o cultivo orgânico no mundo (WILLER et al., 2022).

Dados ainda mais recentes da FiBL e IFOAM (2021), revelam que o Brasil possui perto de 1,3 milhões de hectares destinados à produção de orgânicos. Se tratando de extensão de área, o Brasil está na 3ª posição entre os países da América Latina e Caribe. Ainda, de acordo com o mesmo órgão, o Brasil participa do grupo dos dez países do mundo que apresentaram maior extensão de terras destinadas à agricultura orgânica em 2019, ficando em 9ª lugar (WILLER et al., 2022).

Entre todos os estados brasileiros, São Paulo, é o terceiro em produtividade de orgânicos. Entretanto, é o estado que apresenta maior consumo destes produtos (CODEPLAN, 2015). Dados do IBGE (2020), revelam que entre o total dos 188.620 produtores rurais do estado de São Paulo, somente 1,06% é produtor orgânico.

A agricultura orgânica é um sistema de produção muito importante do ponto de vista da preservação ambiental, pois o manejo utiliza ferramentas como os agentes biológicos para o controle de pragas e doenças, agentes polinizadores, ciclagem de nutrientes, entre outros, que são práticas importantes para a redução das taxas de contaminação ambiental e dessa maneira, importante para a manutenção do equilíbrio ecológico e da microbiota do solo (SANDHU et al., 2010).

Além dos benefícios ambientais gerados com o uso de tecnologias preservacionistas, esse modelo de manejo agrícola tem uma função socioeconômica extremamente importante, pois exige baixo investimento inicial e se apresenta como um modelo agrícola bastante viável, e que permite melhorias de vida tanto para agricultores familiares quanto para pequenos produtores rurais (ALVES; BOTELHO, 2014).

Dessa maneira, a agricultura orgânica, se torna importante aliada para que a Agenda 2030, alcance as metas que foram propostas em reunião da Cúpula de Desenvolvimento Sustentável na Conferência das Nações Unidas em 2015 (EMBRAPA, 2018).

Ainda assim, apesar dos benefícios gerados a partir do manejo agrícola orgânico, no Brasil, os produtores enfrentam muitos entraves para o desenvolvimento desse modelo de agricultura mais sustentável tanto do ponto de vista social, quanto ambiental, principalmente quanto a falta de conhecimento sobre sistemas adequados à gestão da cadeia produtiva de orgânicos e difícil acesso à certificação e isso demonstra o quão importante é o

papel do Estado , na missão de estabelecer estudos e políticas públicas específicas para esse importante setor (SANTOS, et al.,2012).

3.3.3 Produção Convencional

A agricultura passou por diversos processos de transformação ao longo da história (MAZOYER; ROUDART, 2002), todavia, foi apenas no século XX, que os países do ocidente passaram por uma importante transformação denominada revolução agrícola moderna. Esse processo foi de fato muito significativo, pois garantiu o início da mudança das práticas agrícolas em campo viabilizando o início do que se considera hoje a agricultura convencional.

No manejo das olerícolas, o solo é utilizado de forma intensa, pois as culturas apresentam ciclo curto, e também, por existir grande número de espécies de olerícolas que apresentam quantidade grande de cultivares adaptadas as variações climáticas que ocorrem ao longo de um mesmo ano. Dessa maneira, o solo não permanece sem manejo, sendo utilizado para o cultivo de olerícolas de diferentes espécies e cultivares, durante o ano todo (FILGUEIRA, 2013)

O manejo das olerícolas no modo convencional emprega materiais genéticos melhorados (cultivares e híbridos), realiza análise de solo o que permite um aporte nutricional mais preciso, faz o uso da irrigação por diferentes sistemas, mecanização, plantio direto e uso de agrotóxicos (PUIATTI, 2019). Sendo considerada atividade agrícola extremamente dinâmica, apresentando constantemente inovações técnicas e com grau de sofisticação elevado, o que obriga o produtor a estar em constante aperfeiçoamento.

Ainda, de acordo com Puiatti (2019), as máquinas e os equipamentos empregados no manejo das olerícolas precisam estar bem dimensionados para realizar o preparo do solo, pois do contrário, caso o solo apresente grau de umidade não adequado para a entrada das máquinas, há a possibilidade de resultar em sérios problemas para o meio ambiente, como por exemplo, a compactação do solo, disseminação de patógenos de solo e ervas daninhas.

A produção de hortaliças superou mais de 19 milhões de toneladas e movimentou mais de 24 milhões de reais, o setor está se profissionalizando cada vez mais e a produção e produtividade praticamente dobraram sem que houvesse aumento de área (CLEMENTE, 2015 p.13) . O aumento da produção praticamente dobrou entre os anos de

1995 e 2015 (CLEMENTE, 2015 p.13). Este aumento significativo da produção de olerícolas só pode ser atingido, devido ao emprego de novas tecnologias.

3.3.4 Produção Hidropônica

Hidroponia é um conjunto de técnicas que permite o cultivo de plantas em um meio livre de solo, a hidroponia utiliza soluções nutritivas, estáticas ou circulantes, observando as necessidades das plantas como temperatura, pH e nutrientes (BELTRANO e GIMÉNEZ, 2015). Nessa técnica de manejo agrícola, as plantas ficam com as raízes em contato com solução nutritiva preparada a base de água com elementos essenciais, tais como: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Zn), entre outros e oxigênio. A solução nutritiva percorre as calhas de irrigação por impulsos fornecidos por bombas elétricas, sendo então distribuída uniformemente a todas as plantas (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012; CORRÊA, 2018).

A prova de que a hidroponia realmente é um método viável para o cultivo, foi comprovada em 1699, a partir de testes com plantas de hortelã, realizados pelo cientista inglês Woodward em água com diferentes tipos de pureza, o qual ele comprovou que as plantas cresciam mais em água impura (BELTRANO; GIMÉNEZ, 2015). Ainda de acordo com os mesmos autores, em 1860 os estudiosos alemães da área de botânica, Julius von Sachs e Wilhelm Knop, comprovaram por meio de experimentos, que realmente era possível cultivar plantas substituindo a matriz solo por água acrescida de soluções de sais minerais.

Admite-se que o termo “hidroponia” foi empregado pela primeira vez em 1937, pelo Professor Gericke em artigo publicado na revista Science (MARTINS, 2009). Neste artigo, o professor dissertou sobre a utilização da hidroponia nos estudos de nutrição vegetal e foi pioneiro ao comprovar que as soluções nutritivas geravam excelentes resultados para cultivar tomates, alfaces, vegetais de raiz e tubérculos, bem como frutas e flores. Gericke foi o primeiro a transferir os conhecimentos de pesquisas laboratoriais para o campo, isto é, o emprego da hidroponia com fins comerciais (MARTINS, 2009).

Grande parte das espécies vegetais podem ser manejadas em técnica hidropônica, no entanto, nem todas são viáveis em termos agrônômicos e econômicos, a hidroponia apresenta melhor desempenho com culturas de pequeno porte (BEZERRA NETO, 2017).

A partir da década de 50, o inglês Allen Conquer, desenvolveu uma tecnologia chamada Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT), que contribuiu e possibilitou o desenvolvimento da hidroponia em muitos países do mundo, inclusive em locais desérticos, com pouca disponibilidade hídrica, altamente poluídos, ou seja, locais que anteriormente não seriam viáveis para o cultivo agrícola. Atualmente, países como Holanda, Alemanha, Espanha, Itália, Suécia, Austrália, Japão e Estados Unidos, utilizam muito a técnica hidropônica em escala comercial (BEZERRA NETO; BARRETO 2012)

No Brasil, as práticas do manejo agrícola hidropônico foram iniciadas no cinturão verde paulista, na década de 80, por produtores que trouxeram a técnica do Japão. Hoje, a hidroponia é muito importante para o aumento de produtividade em pequenas áreas agrícolas. A técnica de hidroponia proporciona a produção de hortaliças de ótima qualidade sanitária (BELTRANO; GIMÉNEZ, 2015).

O cultivo hidropônico é uma alternativa bastante interessante para a produção de hortaliças, pois é bastante vantajoso para o produtor rural e para o ambiente, por apresentar menor intervalo de ciclo produtivo, melhor controle do manejo nutricional da cultura, redução ou até eliminação do uso de agrotóxicos e, resultar em produto com aspecto visual excelente, maior tempo de prateleira, economia de em média 80% de uso de água e redução de mão de obra (POTRICH et al, 2012)

Entretanto, ainda que tenhamos inúmeros pontos benéficos ao empregarmos essa técnica, vê-se que o produtor pode encontrar alguns obstáculos, como a necessidade de conhecimento técnico especializado, bem como o difícil acesso ao comércio de insumos específicos e manutenção das estruturas. Ainda assim, para Bezerra Neto e Barreto (2012), de maneira geral, são fatores importantes que devem ser considerados nos sistemas de produção hidropônicos: o elevado custo de investimento inicial, a necessidade do uso de energia elétrica, e sobretudo, a disponibilidade de água. Vale ressaltar ainda que para que se obtenha bons resultados, o produtor precisa acompanhar diariamente o sistema hidropônico (PIVOTO; MARTELLETO 2015; FRESINGHELLI NETTO, 2017).

Parte considerável da produção hidropônica do país é produzida por agricultores familiares. A agricultura familiar responde por 38% do valor total da produção nacional (IBGE, 2015), revelando assim, a importância de pesquisas que viabilizem e fomentem políticas públicas voltadas para esse setor.

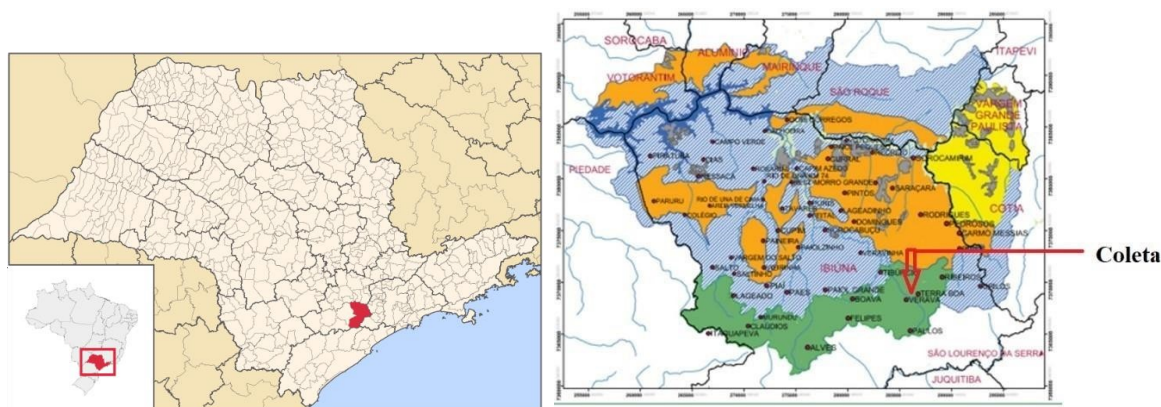
Nas últimas décadas, impulsionados por um estilo de vida mais saudável, muitas pessoas tem dado preferência aos produtos frescos, e de procedência conhecida. O consumidor final tem atribuído grande valor ao produto artesanal e familiar, levando em

consideração sua origem, produção e apresentação (CUNHA, 2015).

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 Caracterização da área de estudo

As coletas foram feitas no município de Ibiúna (Figura 2), localizado na região sudeste do estado de São Paulo, nas encostas da Serra do Paranapiacaba (Latitude S. 23' 39' 20' - Longitude W.Gr. 47' 13' 31'). O município é qualificado como estância turística e município agrícola. Ibiúna possui uma população de 71.228 habitantes, e 65% da sua população vive na zona rural, com 46.278 habitantes (PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE IBIÚNA, 2022).



a) Mapa de Ibiúna, SP, Brasil.

Fonte: Wikipedia.

b) Zoneamento de Ibiúna: local de coleta

Fonte: SOS Itupararanga

Figura 2- Mapa de Ibiúna com indicação do local de coleta.

A área do município é de 1.058 km², a altitude média é de 996 metros acima do nível do mar, sendo considerada a terceira cidade mais alta do Estado de São Paulo. A média de temperatura é de 27°C. O clima é temperado com inverno úmido. A umidade relativa do ar de um modo geral é alta, oscilando entre 60% e 90%, sendo que a área serrana é mais úmida, podendo chegar aos 120%. A maior parte da região agrícola é coberta com latossolo vermelho amarelo (PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE IBIÚNA, 2022).

Ibiúna apresenta 48, 2% de domicílios com esgotamento sanitário e 18,5% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE Cidades, 2022).

O rio Sorocabaçu nasce em Ibiúna, na região onde se localiza o Bairro Verava, percorre outros bairros e deságua na Represa Itupararanga (SOS ITUPARARANGA, 2022). As coletas foram realizadas próximo ao Rio Sorocabaçu, onde é captada a água que vai para a Sabesp e para o abastecimento da população que mora no centro da cidade e alguns bairros de

Ibiúna (SOS ITUPARARANGA, 2022).

As coletas foram realizadas em: área de cultivo orgânico (Figura 3)(S 23° 47,724'W 047° 06.243), área de cultivo convencional (Figura 4) (S 23° 47.529'W 047° 06.475) e área de cultivo hidropônico (Figura 5) (S 23° 46.718'W 047° 06.161) .



Figura 3- Área de cultivo orgânico



Figura 4- Área de cultivo convencional



Figura 5- Área de cultivo Hidropônico

Uma única vez, na área de cultivo dos pontos amostrados foi coletado cerca de 2kg de solo, com auxílio de um trado, em aproximadamente 15 cm de profundidade, para caracterização, conforme procedimento sugerido pelo Departamento de Ciência do Solo (ESALQ/USP). Após a secagem, sob temperatura ambiente, as amostras dos solos foram peneiradas (malha de 2 mm de diâmetro) e homogêneas. Cerca de 300 g de cada amostra foram encaminhados para a realização das análises granulométricas e químicas. Na análise granulométrica foram determinados os teores de areia, silte e argila. Na análise química foi analisado o teor de matéria orgânica e pH.

Para o monitoramento dos agrotóxicos, o solo foi coletado com um trado na camada superficial (15 cm), foi colocado em saco plástico e em caixa de isopor com gelo até chegar no laboratório. As amostras foram secas a temperatura ambiente e peneiradas em malha de 2mm de diâmetro e congeladas até o momento da análise. As amostras foram coletadas nos meses de: fevereiro, maio, setembro e dezembro de 2018 e maio, julho, setembro e novembro de 2019 e janeiro e fevereiro de 2020, em um total de 30 amostras.

4.2 Ingredientes ativos dos agrotóxicos monitorados

Foram selecionados quarenta ingredientes ativos de diferentes classes agronômicas e grupos químicos para monitoramento (Tabela 1). O método analisa produtos registrados para horticultura e não registrados. Alguns produtos constantes na Tabela 1 estão proibidos para uso no Brasil, entretanto os programas de monitoramento de agrotóxicos em alimentos monitoram estes princípios ativos (ANVISA, 2019). Como estes produtos não são utilizados, caso estejam presentes vão ter como origem o ambiente, especialmente o solo, por isso a necessidade do monitoramento.

Tabela 1 - Ingrediente ativo, classe agronômica, grupo químico e culturas registradas para os agrotóxicos analisados

Ingrediente Ativo	Classe Agronômica/Grupo Químico	Culturas registradas
Alacloro	Cloroacetanilida (H)	Não registrado para produtos da horticultura
Aldrim	Organoclorado	Produto com registro cancelado, não autorizado para uso no Brasil
Aletrina	Piretróide (I)	Não registrado para alimentos
Ametrina	Triazina (H)	Não registrado para produtos da horticultura

Atrazina	Triazina (H)	Não registrado para produtos da horticultura
Azoxistrobina	Estrobilurina (F)	Abóbora, abobrinha, acelga, agrião, alface, almeirão, batata, berinjela, beterraba, chicória, cebola, cenoura, couve-flor, espinafre, mostarda, pepino, pimentão, rúcula, tomate.
Bifentrina	Piretróide (I, A, Fo)	Acelga, agrião, alface, alho, almeirão, berinjela, brócolis, cebola, cenoura, chicória, couve, couve chinesa, couve de Bruxelas, couve flor, espinafre, jiló, mostarda, pepino, pimenta, pimentão, quiabo, repolho, rúcula, tomate.
Bioaletrina	Piretróide (I)	Não registrado para alimentos
Captana	Dicarboximida (F)	Alho, batata, cebola, pepino, tomate
Ciflutrina	Piretróide (I)Tria	Tomate
Cipermetrina	Piretróide (I, Fo)	Batata, cebola, mandioca, pepino, repolho, tomate
Ciproconazol	Triazol (F)	Alho
Clorfenapir	Análogo de pirazol(I,A)	Alho, batata, cebola. Couve, pimentão, repolho, tomate
Clorotalonil	Isoftalonitrila (F)	Abóbora, abobrinha, alface, batata, batata-doce, batata- yacon, berinjela, beterraba, brócolis, cebola, cenoura, chuchu, couve, couve chinesa, couve de Bruxelas, inhame, mandioca, andioquinha-salsa, maxixe, nabo, pepino, pimentão, rabanete, repolho, tomate
Clorpirifós	Organofosforado (I, Fo, A)	Batata, tomate
DDT (pp') e metabolitos	Organoclorado	Produto com registro cancelado, não autorizado para usono Brasil
Deltametrina	Piretróide (I, Fo)	Abóbora, abobrinha, alho, batata, berinjela, brócolis, cebola, chuchu, couve, couve-flor, jiló, maxixe, pepino, pimenta, pimentão, quiabo, repolho, tomate
Dieldrim	Organoclorado	Produto com registro cancelado, não autorizado para usono Brasil
Difenoconazol	Triazol (F)	Acelga, acerola, agrião, alface, almeirão, ch icória, couve, couve flor, espinafre, rúcula
Diuron	Uréia (H)	Não registrado para produtos da horticultura
Epoxiconazol	Triazol (F)	Mandioca
Esfenvalerato	Piretróide (I biológico)	Batata, cebola e tomate
Fenpropatrina	Piretróide (I,A)	Berinjela, cebola, jiló, pimenta, pimentão, quiabo, repolho, tomate
Fipronil	Pirazol (I, Fo, C)	Não registrado para produtos da horticultura
Heptacloro	Organoclorado	Produto com registro cancelado, não autorizado para usono Brasil
Hexaclorobenzeno (HCB)	Organoclorado	Produto com registro cancelado, não autorizado para usono Brasil
Hexaclohexano (HCH) e Metabólitos	Organoclorado	Produto com registro cancelado, não autorizado para usono Brasil

Imidacloprido	Neonicotinóide (I)	Alface, almeirão, brócolis, chicória, couve, couve-flor, repolho.
Iprodiona	Dicarboximida (F)	Alface, alho, batata, cebola, cenoura, pimentão, tomate
Lambda Cialotrina	Piretróide (I)	Abóbora, abobrinha, agrião, alface, alho, alho-porró, batata, batata doce, batata yacon, berinjela, beterraba, brócolis, cará, cebola, cebolinha, chuchu, coentro, couve, couve flor, inhame, jiló, mandioca, mandioquinha-salsa, maxixe, nabo, pepino, pimenta, pimentão, quiabo, rabanete, repolho, tomate
Metalaxil-M	Acilalaninato (F)	Alface, brócolis, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, repolho
Permetrina	Piretróide (I, Fo)	Couve, couve flor, repolho, tomate
Pirimifós metílico	Organofosforado (I,A)	Não registrado para produtos da horticultura
Procimidona	Dicarboximida (F)	Alface, alho, batata, cebola, cenoura, tomate
Profenofós	Organofosforado (I,A)	Batata, cebola, mandioca, pepino, repolho, tomate
Propiconazole	Triazol (F)	Alho, tomate
Tebuconazole	Triazol (F)	Abóbora, abobrinha, acelga, alface, alho, almeirão, batata, berinjela, beterraba, brócolis, cebola, cenoura, chuchu, couve, couve chinesa, couve de Bruxelas, couve flor, inhame, jiló, mandioca, mandioquinha-salsa, maxixe, mostarda, nabo, pepino, pimenta, pimentão, repolho, tomate
Tiametoxam	Neonicotinóide (I)	Alface, agrião, cebolinha, coentro, repolho
Trifloxistrobina	Estrobilurina (F)	Abóbora, abobrinha, acelga, alface, alho, almeirão, batata, berinjela, beterraba, brócolis, cebola, cenoura, chicória, chuchu, couve, couve chinesa, couve de bruxelas, couve flor, inhame, jiló, mandioca, mandioquinha-salsa, maxixe, mostarda, nabo, pepino, pimentão, rabanete, repolho, tomate
Trifluralina	Dinitroanilina (H)	Alho, berinjela, cebola, cenoura, couve, couve-flor, mandioca, pimentão, quiabo, repolho, tomate

A= acaricida; H = herbicida; F = fungicida, I= inseticida, Fo= formicida, C= cupinicida (Adaptado de ANVISA, 2021)

4.3 Análise de resíduos de agrotóxicos em solo

As análises de agrotóxicos em solo foram realizadas no Laboratório de Ecologia de Agroquímicos do Instituto Biológico de São Paulo. Foi utilizado o método QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) proposto por Anastassiades et. al (2003), modificado e utilizado na quantificação dos ingredientes ativos dos agrotóxicos em amostras de solo.

O solo (10g) pesado em tubo Falcon de 50 mL foi umedecido com 2 mL de água e agitado. O método de extração modificado baseou-se na adição de 2 g de acetato de sódio, 2 g de cloreto de sódio, 8 g de sulfato de magnésio, 20 mL de acetonitrila acidificado com 1% de ácido acético a 10 g de solo. A mistura foi agitada manualmente vigorosamente por 1 minuto e submetida à centrifugação pelo mesmo tempo, a 1500 rpm.

Seis mililitros do sobrenadante foram recolhidos e adicionados a 750 mg de sulfato de magnésio e 250 mg de Bondesil PSA (amina primária e secundária). A amostra foi agitada manualmente por 1 minuto e centrifugada. Três mililitros foram recolhidos, secados até 1mL e filtrados em membrana de 0,45 μ m.

4.4 Quantificação dos agrotóxicos

Para identificação e quantificação dos agrotóxicos imidacloprido e tiametoxam em solo foi utilizado o equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (LC-10AD Shimadzu) acoplado ao detector UV- Visível. Foi utilizada a coluna (C18 5 μ m x 250 mm x 4,6 mm) de 25 cm. Volume de injeção 20 μ L, fluxo 1 mL min⁻¹, temperatura do forno 40°C. Para determinação dos agrotóxicos organoclorados e piretroides foi empregado um cromatógrafo a gás Agilent, modelo 7020, com detector de massas. As separações foram realizadas em uma coluna capilar HP-5MS, (30 m x 0,25 mm d.i. e 0,25 mm de espessura de filme). As condições cromatográficas de análise foram: temperatura do injetor 300 °C, temperatura do forno da coluna 90 °C (2 min), com rampa de aquecimento de 20 °C/min até 200° C, seguida de rampa de 5 °C/ min até 20° C, sendo esta temperatura mantida por 5 min e temperatura do detector de 300 °C; vazão do gás de arraste(N₂) de 1, mL min⁻¹.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização do Solo

A caracterização do solo classifica o solo do manejo orgânico como argiloso e dos manejos convencional e hidropônico como médio arenoso (Tabela 2). A matéria orgânica varia consideravelmente no solo com manejo convencional.

Tabela 2- Caracterização do solo

	Solo Orgânico	Solo Convencional	Solo Hidropônia
pH H₂O	6,2	5,9	5,9
pH KCl	5,4	5	4,7
Matéria Orgânica g.dm⁻³	38	94	39
Carbono Orgânico g.dm⁻³	22	54	23
Areia Total g.kg⁻³	494	577	549
Silte g.kg⁻³	145	236	219
Argila g.kg⁻³	361	187	232
Classe de Textura	Argiloso	Médio arenoso	Médio arenoso

5.2 Agrotóxicos Encontrados

Os agrotóxicos encontrados ao longo dos meses foram o clorfenapir, difenoconazol e procimidona (Tabela 3).

Dos pontos de coleta amostrados, P2 é área de agricultura orgânica, onde não esperava-se encontrar contaminação por agrotóxicos e foi o que aconteceu. A produção nesta área é certificada, sob o selo Orgânicos Brasil. A agricultura orgânica não utiliza agrotóxicos e fertilizantes químicos e tem como foco a saúde do agricultor, do consumidor e do meio ambiente. Esta propriedade cultiva alface, coentro, couve, cebolinha, salsinha, hortelã, agrião. O sistema de produção adota a técnica de pousio, ou seja, o solo fica em descanso durante 3 meses a cada 3 ciclos de cultura, tempo para recuperação do solo, além disso faz uso de

rotação de culturas, estas práticas de manejo tem como objetivo melhorar a saúde do solo.

Tabela 3- Agrotóxicos encontrados

	Produção Orgânica mg.kg⁻¹	Produção Convencional mg.kg⁻¹	Produção Hidropônica mg.kg⁻¹
Fevereiro/2018	ND	ND	ND
Mai/2018	ND	ND	Clorfenapir 0,04 Procimidona 0,01 Difenoconazole 0,03
Setembro/2018	ND	ND	Clorfenapir 0,04 Difenoconazole 0,03
Dezembro/2018	ND	ND	Difenoconazole 0,01
Mai/2019	ND	Clorfenapir 0,02	ND
Julho/2019	ND	ND	Clorfenapir 0,04
Setembro/2019	ND	ND	Clorfenapir 0,03 Procimidona 0,01 Difenoconazole 0,01
Novembro/2019	ND	ND	ND
Janeiro/2020	ND	ND	ND
Fevereiro/2020	ND	ND	ND

ND: não detectado

A área de produção orgânica tem crescido no Brasil (Figura 6). Dados recentes demonstram que o Brasil possui 0,6% de sua área agropecuária com produção orgânica, apresentando um potencial enorme de crescimento. Na América Latina, a Argentina é o país que apresenta a maior proporção de terras destinadas a produção orgânica, com um total de 3% (WILLER et al., 2022).

O consumo de produtos orgânicos tem se caracterizado como um segmento diferenciado de mercado, no qual a segurança alimentar, aliada ao não uso de agrotóxicos constituem fatores que influenciam na decisão do consumidor (SANTOS et al., 2012). De forma que vem crescendo a conscientização da sociedade em relação à importância dos produtos oriundos da agricultura orgânica (SANTOS et al., 2012). Apesar do Brasil ter

implementado uma legislação específica para a produção orgânica (BRASIL, 2003), o que foi um marco importante para os produtores que atuam nessa área, ainda são insuficientes as políticas públicas voltadas para esse setor.

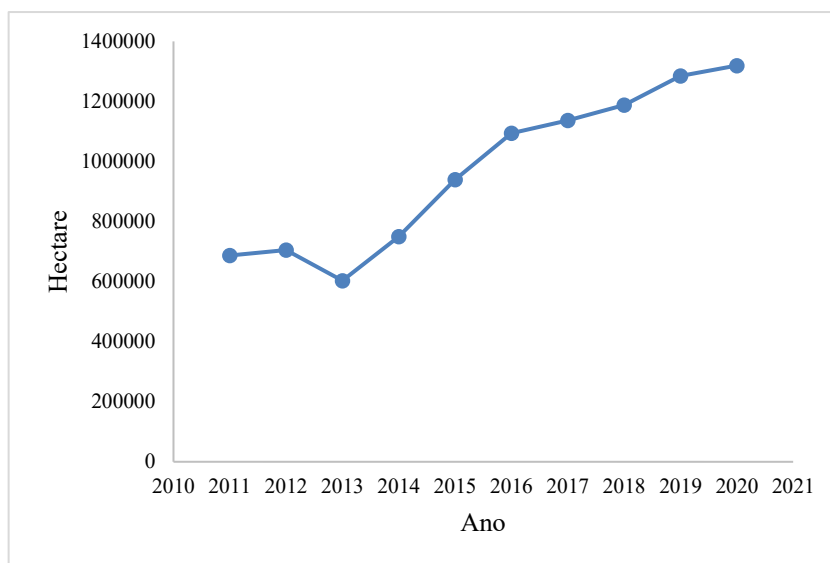


Figura 6- Produção orgânica no Brasil de 2011 a 2020 em hectares

Somente uma amostra apresentou resíduos de clorfenapir na área de agricultura convencional. A agricultura convencional faz uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos. Nesta área é produzido alface, agrião, couve, coentro, salsinha, cebolinha, pimenta. O clorfenapir tem autorização de uso para couve. A principal rota de decomposição dos agrotóxicos no solo é através da microbiota, o Brasil é um país de clima tropical, que tem sol o ano inteiro, logo a microbiota está sempre ativa, diferente do que ocorre nos países de clima frio onde os invernos rigorosos diminuem a atividade destes organismos no solo, logo o fato de ter sido encontrado uma baixa contaminação de agrotóxicos no solo pode ser devido a intensa decomposição. Outro fator importante é a composição do solo, que quando apresentam uma grande quantidade de matéria orgânica tem uma atividade microbiana elevada que pode acelerar a decomposição dos agrotóxicos. A área de cultivo convencional tem uma quantidade elevada de matéria orgânica no solo (Tabela 2).

O solo coletado da área de produção hidropônica foi o que apresentou a maior quantidade de agrotóxicos: clorfenapir, difenoconazol e procimidona. Difenoconazol tem uso autorizado nas culturas de: acelga, agrião, alface, almeirão, chicória, couve flor, espinafre e rúcula (Tabela 1). Procimidona tem uso autorizado para alface (Tabela 1).

A hidroponia não utiliza o solo para cultivo dos alimentos. O solo coletado se

encontrava abaixo e nos arredores do sistema de hidroponia. É um solo compactado, em muitos momentos, sem a presença de cobertura vegetal, o que acarreta em uma menor atividade microbiana e talvez, por esse motivo, o número de amostras contaminadas no período foi maior. Além disso, a solução utilizada na hidroponia acaba sendo descartada no próprio local o que pode acarretar em uma contaminação maior de agrotóxicos do que em uma pulverização. Apesar disso os valores encontrados foram baixos. Foram encontradas combinações de 2 ou 3 agrotóxicos na área (Tabela 3)

Bhandari, et. al (2020) encontraram uma variedade de combinações de agrotóxicos em solos de área de cultivo de vegetais no Nepal, trinta e nove combinações de pesticidas foram detectadas nos solos. Um único agrotóxico foi detectado em 25% das amostras de solo, enquanto vários resíduos estavam presentes em 35% das amostras (BHANDARI, et al ,2020). Neste mesmo estudo o número de resíduos variou com a profundidade do solo, e foram detectados com maior frequência na superfície.

Kosubova et al. (2020) monitorou 60 agrotóxicos e quatro produtos de degradação em 34 solos aráveis da República Tcheca entre 2014 e 2017, totalizando 136 amostras. Segundo os autores os herbicidas diflufenican, clorotoluron, etolaclor, pendimetalina e terbutilazina; os fungicidas azoxistrobina, carbendazim, fenpropidina, fenpropimorfo e procloraz e o inseticida metoxifenoazida foram encontrados em 20% dos solos em pelo menos uma campanha de amostragem.

Silva et al. (2019) analisaram 76 agrotóxicos em 317 solos agrícolas da União Européia, em 2015, foram coletadas amostras em 11 países em 6 tipos de culturas. Os autores encontraram 166 combinações diferentes de agrotóxicos, sendo o glifosato, AMPA, DDTs, boscalide, epoxiconazol e tebuconazol os princípios ativos mais encontrados.

Arias et al. (2021) monitorou 30 agrotóxicos em área de cultivo de tomate na Colômbia, 15 agrotóxicos foram encontrados em cultivo em campo aberto e 4 em casas de vegetação; ao menos um agrotóxico foi encontrado em todas as amostras em campo aberto. Pinheiro, Moraes e Silva (2011) avaliaram a presença dos agrotóxicos: 2,4D, alaclor, atrazina, diurom, azoxistrobina, metalaxil, metconazol, tebuconazol e lambda cialotrina em área de cultivo de cebola, em Ituporanga, SC. Os autores observaram que os agrotóxicos foram encontrados em diferentes alturas do solo e os fungicidas foram encontrados com maior frequência. Este trabalho de 2011 é um dos poucos trabalhos de monitoramento de agrotóxicos em solos do Brasil, encontra-se alguns estudos com princípios ativos específicos, um ou dois, em culturas em que o princípio ativo foi utilizado, mas campanhas de monitoramento em solos da agricultura são difíceis de serem encontradas. Não existem valores

máximos permitidos de agrotóxicos em solos no Brasil, no entanto o monitoramento de solos de áreas de agricultura é importante, para verificarmos o nível de contaminação e a possibilidade destes resíduos serem tóxicos para organismos não alvo e alcançarem águas superficiais ou subterrâneas. Os resultados encontrados foram comparados com os resultados de LC₅₀ (concentração de uma substância no meio que produz a morte de 50% de uma população) para minhocas *Eisenia Foetida* e valores para avaliar os microrganismos dos ciclos do nitrogênio e carbono (Tabela 4). Observa-se que os valores encontrados no monitoramento (0,01 à 0,04 mg.kg⁻¹) são muito inferiores aos valores que oferecem riscos aos organismos como minhocas e microrganismos do ciclo do nitrogênio e carbono (Tabela 4), portanto estes valores não oferecem risco.

Tabela 4- Valores ecotoxicológicos dos agrotóxicos encontrados no monitoramento

	LC₅₀ 14 dias minhoca (mg.kg⁻¹)	Microrganismos ciclo do nitrogênio	Microrganismos ciclo do carbono	Fonte
Clorfenapir	3,8	Valor não encontrado	Valor não encontrado	1
Difenoconazol	> 610	16,7 mg.kg ⁻¹ (28 dias) Resultados não claros	16,7 mg.kg ⁻¹ (28 dias) Efeitos adversos não significantes	2
Procimidona	>1000	20 mg.kg ⁻¹ Efeitos adversos não significantes	20 mg.kg ⁻¹ Efeitos adversos não significantes	2

1- IBAMA, 2020 ; 2- LEWIS et al., 2016

Todos os agrotóxicos encontrados tem uso autorizado para alguma hortaliça produzida na região. Na área de produção convencional, uma única amostra apresentou resíduos de clorfenapir. Este é um fato importante que demonstra que o agricultor está adotando as boas práticas agrícolas, ou seja, produzindo de forma mais sustentável e segura de forma a ofertar um produto mais saudável para o consumo.

É importante o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em solos de áreas agrícolas do Brasil. O solo é o destino final dos agrotóxicos, já que as pulverizações não alcançam unicamente as culturas agrícolas. Além disso, muitos produtos formulados são aplicados diretamente no solo. Após as chuvas, os agrotóxicos, por escorrimento das plantas, alcançam o solo. No solo, os agrotóxicos podem seguir diferentes caminhos, podem se

decompor, principalmente devido a ação dos microrganismos presentes neste meio, podem lixiviar e alcançar as águas subterrâneas, podem ser levados através do solo erodido para outros destinos, principalmente rios e córregos, ou podem ainda, se ligar ao solo sem decompor e permanecer tóxicos para os organismos. Devido a estes fatores é importante o monitoramento de resíduos de agrotóxicos no solo para identificarmos o nível de contaminação.

O tipo de cultura e práticas agrícolas interferem na quantidade de resíduos encontrados, o manejo integrado de pragas, por exemplo, diminuí a quantidade de resíduos de agrotóxicos encontrados em solo (BHANDARI, et. al., 2020, MANJARRES-LOPEZ, et al.,2021). Bhandari, et. al ,2020 estudaram solos de campos com manejo integrado de pragas e observaram um número significativamente menor de resíduos de agrotóxicos.

Segundo MANJARRES-LOPEZ, et. al.,2021, a concentração total de agrotóxicos não pode ser considerada para avaliar o nível de contaminação do solo, pois não há legislação que estabeleça limites ou padrões de qualidade para resíduos totais ou individuais de agrotóxicos em solo, ainda que este assunto deva ser abordado na caracterização da qualidade geral do solo.

No Brasil, não existe legislação com limites máximos permitidos para agrotóxicos em solo, mesmo para água potável ou águas superficiais, o número de agrotóxicos com limites máximos permitidos é bastante inferior aos mais de 500 princípios ativos registrados no país, o que dificulta o controle.

5.3 Controle químico de pragas e doenças e monitoramento de alimentos

O clorfenapir é um inseticida e acaricida análogo de pirazol (ANVISA, 2022), durante as análises, foi encontrado em uma amostra oriunda da área de produção convencional; este princípio ativo tem autorização para o uso em hortaliças folhosas para as culturas de couve e repolho. É eficaz no controle do curuquerê da couve ou lagarta da couve (*Ascia monuste orseis*) (AGROFIT, 2022). A lagarta da couve também ou curuquerê-da-couve é uma praga muito prejudicial que ataca as folhas. As lagartas são muito vorazes e altas infestações podem destruir plantios inteiros, ele ocorre também em outras culturas, como agrião, brócolis, canola, couve flor, mostarda, repolho (GABRIEL, 2016) .

O clorfenapir foi encontrado em quatro amostras oriundas da área de produção hidropônica onde havia o cultivo de agrião e alface. O clorfenapir não tem autorização para

uso nestas culturas. De acordo com os resultados publicados pelo Programa de Análise de Resíduos de agrotóxicos-PARA que realizou o monitoramento de resíduos de agrotóxicos nos anos de 2017-2018 em um total de 286 amostras de alface, o clorfenapir foi encontrado em 17 amostras, foi o segundo princípio ativo mais encontrado na categoria produtos não autorizados, o acefato foi o ingrediente ativo mais encontrado com uso não autorizado para a cultura da alface (ANVISA, 2019).

O procimidona, é um fungicida do grupo dicarboximida (ANVISA, 2022), foi encontrado nas amostras de solo coletadas na área de produção hidropônica e é utilizado no controle da podridão-de-Esclerotínia ou mofo-branco da alface (AGROFIT, 2022) que é causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*; esse fungo possui um grande número de hospedeiros ataca a alface em qualquer estágio de desenvolvimento, mas ocorrem, mais frequentemente, em plantas próximas à época de colheita (KIMATI et al., 1997, p.24). O mofo branco está entre as doenças fúngicas de maior potencial destrutivo para a cultura da alface, principalmente quando coexistem fatores como histórico de ocorrência da doença em safras anteriores, alta umidade, temperaturas amenas e o cultivo sucessivo com espécies suscetíveis (TOFOLI; DOMINGUES, 2017).

A podridão-de-Sclerotinia ou mofo branco inicia-se no caule, passando para a base das folhas, provocando apodrecimento (TOFOLI; DOMINGUES, 2017). A região do colo apresenta necrose, e na superfície de todos os tecidos próximos há a formação de micélios brancos, cotonosos, inicialmente de coloração branca, depois tornam-se pretos. Apesar de ser considerada uma doença típica de solo, a podridão-de-Sclerotinia ou mofo branco também pode ser observada em cultivo hidropônico (TOFOLI; DOMINGUES, 2017).

O difenoconazol é utilizado para controle de septoriose ou mal-das-folhas da alface (AGROFIT, 2022), causados pelo fungo *Septoria lactucae* Pass, é uma doença comum em regiões de clima ameno e épocas chuvosas (KIMATI, et.al., 1997, p.22) A septoriose causa lesões foliares que podem comprometer seriamente a estética e o potencial de mercado da alface (TOFOLI; DOMINGUES, 2017). Nos campos a doença causa seca das folhas, resultando em danos na formação de sementes (KIMATI, et.al., 1997, p.22).

Das 286 amostras de alface analisadas pelo PARA de 2017-2018, 106 não apresentaram resíduos, 94 continham agrotóxicos com valores inferior ou igual ao Limite Máximo de Resíduos-LMR, 31 amostras continham resíduos acima do LMR e 48 apresentaram produtos não permitidos para a cultura da alface. Os agrotóxicos mais encontrados em alface neste ciclo de monitoramento foram imidacloprido, difenoconazole e ditiocarbamatos. No presente estudo não foi encontrado o imidacloprido, os ditiocarbamatos

não foram analisados e o difenoconazole foi encontrado no solo da produção hidropônica.

No ciclo de monitoramento do PARA 2013-2015 foram analisadas um total de 448 amostras de alface, das quais, 222 não apresentaram resíduos, 63 continham agrotóxicos com valores menor ou igual ao Limite Máximo de Resíduos-LMR, 37 amostras continham resíduos acima do LMR e 153 amostras apresentaram resíduos de produtos não permitidos para a cultura da alface. Neste ciclo de análises foram encontrados 42 ingredientes ativos de 155 pesquisados. O princípio ativo mais encontrado foi o imidacloprido, seguido de difenoconazole e carbendazim. O clorfenapir foi encontrado em 1 amostra e não é permitido para cultura de alface, o difenoconazole foi encontrado em 62 amostras, sendo que 0,67% estavam acima do LMR e o procimidone foi encontrado em 3 amostras, dentro do limite máximo de resíduos permitidos.

A cultura da couve não foi analisada no PARA durante o ciclo 2017-2018. Entretanto, no ciclo de 2013-2015, foram analisados resíduos de agrotóxicos em 228 amostras de couve, em 127 não foram encontrados resíduos de agrotóxicos, 23 continham agrotóxicos com valores menor ou igual ao Limite Máximo de Resíduos-LMR, 20 amostras apresentaram resíduos acima do LMR e 70 tinham produtos não permitidos para a cultura da couve. Neste ciclo de análises foram encontrados 35 ingredientes ativos de 155 pesquisados. O princípio ativo mais encontrado foi o deltametrina, seguido de imidacloprido e lambda cialotrina, todos pertencem a classe dos inseticidas. O clorfenapir foi encontrado em 6 amostras dentro do LMR estabelecido para a cultura da couve, o difenoconazol foi encontrado em 7 amostras, e o procimidona foi encontrado em 2 amostras, de forma irregular já que não é permitido para cultura.

As demais culturas produzidas na agricultura orgânica, convencional e hidropônica não foram analisadas pelo PARA; também não foram encontrados outros estudos de monitoramento de resíduos de agrotóxicos nestas culturas, devido a isso não é possível fazer uma associação entre os ingredientes ativos encontrados no solo e as culturas cultivadas.

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA, é extremamente importante do ponto de vista do monitoramento do que está sendo utilizado no manejo dessas culturas em campo. Entretanto, esses dados por si só não são suficientes, pois existe a necessidade de políticas públicas que estabeleçam programas que permitam que a partir desses levantamentos, o produtor rural seja orientado para o que deve ser aplicado no manejo em campo.

Ademais é importante que tenhamos programas de análise de resíduos de

agrotóxicos em matrizes ambientais como o solo e a água que são os locais onde vivem os organismos não alvo da aplicação de agrotóxicos, pois só assim poderemos estimar o grau de contaminação destes compartimentos ambientais.

CONCLUSÃO

- As amostras de solo oriundas da área de manejo orgânico não apresentaram resíduos de agrotóxicos. Na área de manejo convencional, tivemos uma amostra de solo com resíduo de agrotóxico e, na área de hidroponia, apesar de não utilizar o solo para produção, foi encontrada uma combinação de até três agrotóxicos no solo abaixo e aos redores do local da produção.
- No manejo convencional foi encontrado o agrotóxico clorfenapir em uma única coleta. O solo amostrado foi de uma área onde é cultivada a cultura da couve e esse defensivo é autorizado para essa cultura. O número reduzido de amostras contaminadas, e ainda, sendo o produto encontrado com uso autorizado para cultura cultivada, nos leva a concluir que o agricultor está trabalhando dentro das boas práticas agrícolas.
- No sistema hidropônico de produção foram encontrados os agrotóxicos clorfenapir, difenoconazol e procimidona. Isso gera uma preocupação, pois a área de coleta das amostras de solo são utilizadas para o cultivo de alface e agrião, apesar do solo não ser utilizado para cultivo, e o clorfenapir não tem autorização para ser usado nessas culturas.
- Os valores de resíduos de agrotóxicos encontrados nas amostras de solo não causam problemas aos organismos do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. Consulta de Praga Doença: *Ascia monuste orseis*. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons!/ap_praga_detalhe_cons?p_id_cultura_praga=3003&p_tipo_janela=NEW. Acesso 16/03/2022.
- ALVES, M. A. S; BOTELHO, M. I. V. Agroecologia e novos meios de vida para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 2, p. 114-129, 2014.
- ANASTASSIADES, M.et al. J. **Journal of AOAC International**, v.86, p. 412-430, 2003.
- ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos- PARA: Relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018, 2019, 136p. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>. Acesso: 16/03/2022.
- ANVISA. Monografias de Produtos Agrotóxicos: Clorfenapir. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos/monografias/monografias-autorizadas/c/4239json-file-1>. Acesso: 16/03/2022.
- ARIAS, L. A. et al. Environmental fate of pesticides in open field and greenhouse tomato production regions from Colombia.**Environmental Advances**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100031>. Acesso: 26/03/2022.
- BELTRANO, J. ; GIMENEZ, D. O. **Cultivo en Hidroponía**. 1. ed. Argentina: Editora de La Universidade de La Plata, 2015. 178 p. v. 1.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.8, n.3, p.107-137, 2012.
- BEZERRA NETO, E. **Cadernos do Semiárido: Hidroponia. Riquezas & Oportunidades**. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia-PE. Diretoria Crea-PE/ Gestão, p.15-50,2017.
- BORGES, M.; SALVADOR, J.. Olericultura familiar na região de miracema do Tocantins ante as políticas de desenvolvimento rural: resistência a perpetuidade do atraso. **Revista Humanidades e Inovação** , v. 6, ed. 17, 2019.
- BHANDARI, G.; ATREYA, K.; SCHEEPERS, P. T. J.; GEISSEN, V. Concentration and distribution of pesticide residues in soil: Non-dietary human health risk assessment. **Chemosphere**, 253, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126594>. Acesso: 16/03/2022.
- BRASIL. **Decreto no 6.323, de dezembro de 2007**. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Brasília, 2007. Disponível em: . [L10831\(planalto.gov.br\)](http://L10831(planalto.gov.br)). Acesso: 06/02/2022
- BRASIL. **Decreto nº 4074, 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 República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm Acesso em: 15/01/2022.

BRASIL. **Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989**. DOU, 12/07/1989. 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm Acesso em: 15/01/2022.

CEAGESP- SIEM: **Sistema de Informática e Estatística de Mercado da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo**. São Paulo: CEAGESP, Seção de Economia e Desenvolvimento, 2022. Não publicado.

CLEMENTE, F. M.V.T. **Produção de hortaliças para Agricultura Familiar**. 2015. Embrapa, 106p.

CNA- Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil. PIB do Agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020. **Boletim - CNA**, [s. l.], . 2021. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/publicacoes/pib-do-agronegocio-alcanca-participacao-de-26-6-no-pib-brasileiro-em-2020>. Acesso em: 19/07/2022

CODEPLAN - Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **O Mercado de Produtos Orgânicos: Mecanismos de Controle**. 2015 Distrito Federal, Seplag. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/o-mercado-de-produtos-organicos-mecanismos-de-controle/>. Acesso: 22/07/2022.

CORRÊA, B. R. S. Aquaponia Rural. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) Brasília, Universidade de Brasília, (UnB), 2018.

CUNHA, Wellington Alvim da. Efeitos dos programas governamentais de aquisição de alimentos para a agricultura familiar no contexto local. 2015. 150 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015.

EMBRAPA. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods> . Acesso em 23.02.2022.

FAO -FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (org.) **Agricultural Trade, Climate Change and Food Security**. The State of Agricultural Commodity Markets 2018. Rome: FAO,2018.

FILGUEIRA, F.. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2013. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 421 p.

FLOSS, V. M. Determinação de multirresíduos de agrotóxicos em água empregando microextração líquido-líquido dispersiva (DLLME) e GC-MS/MS. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

FRESINGHELLI NETTO, J. **Produção de morangos sob sistema semi-hidropônico em ambiente protegido**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Alegrete, Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, 2017.

GABRIEL, D. **O curuquerê-da-couve *Ascia Monuste Orseis***. Documento Técnico 28, 2016.7p. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/dt/15442768-d73c-4ea0-9e06-9045304dd50f.pdf>. Acesso 08/10/2022.

HERRMANN, L.; LESUEUR D. Challenges of formulation and quality of biofertilizers for successful inoculation. **Applied Microbioly Biotechnology**, v. 97, n .20, p. 8859-73, 2013.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Consumo de agrotóxicos e afins dos anos 2000-2018**. 2019. Disponível em: file:///C:/Users/vieir/Downloads/grafico%20-%20Consumo%20agrototoxicos%202000-2018.pdf . Acesso em: mai. 2018.

IBAMA, 2020. **Perfil ambiental Clorfenapir 122453-739**.Disponível em: file:///C:/Users/vieir/Downloads/Perfil%20Ambiental%20-%20Clorfenapir%20-%202002_10_2019.pdf. Acesso em: 20/04/2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades 2012**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ibiuna/panorama>. Acesso em: 01/08/ 2022.

IPEA. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. 2019. Brasília.

KOSUBOVÁ, P. et al. Spatial and temporal distribution of the currently-used and recently banned pesticides in arable soils of the Czech Republic. **Chemosphere**, v. 254, p. 1-10, 2020.

LEWIS, K.A. et al. An international database for pesticide risk assessments and management (2016) . **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, 22(4), 1050-1064. DOI: [10.1080/10807039.2015.1133242](https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242)

MANJARRES-LOPES, et al. Assessment of pesticide residues in waters and soils of a vineyard region and its temporal evolution. **Environmental Pollution**, v. 284, p.1-10, 2021

MARTINS, C. M.et al. Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.123-128, 2009.

MAZOYER, M.; ROUDART, L.. **Histoire des agricultures du monde: Du néolithique à la crise contemporaine**. 1. ed. atual. França: Le Seuil, 2002. 695 p.

MONTUORI, M. Recognising the importance of plant health in today's world. **South African Journal of Science**, v. 116, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17159/sajs.2020/8966> .

NAWAZ, M; ABBASI, M W; HISAINDEE, S. Synthesis, characterization, antibacterial, anti fungal and nematicidal activities of 2-amino-3-cyanochromenes. **Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology**, v. 164, p. 160–163, 2016.

NOLDIN, J. A et al. Persistência do herbicida clomazone no solo e na água quando aplicado na cultura do arroz irrigado, sistema pré-germinado. **Planta Daninha**, v. 19 (3), 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582001000300013> .

PINHEIRO, A.; MORAES, J. C. S.; SILVA, M. R. Pesticidas no perfil de solos em áreas de plantação de cebolas em Ituporanga, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.533-538, 2011.

PIVOTO, H. C.; MARTELLETO, L. A. P. Avaliação de Diferentes Meios Semihidropônicos

Orgânicos para Cultivo do Morangueiro. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, n.4, p.1-5, 2015

POTRICH, A. C. G.; PINHEIRO, R. R.; SCHMIDT, D. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p.38-48, 2012.

PRADO, N. B. do. **Apostila de Olericultura**. Instituto Formação. Curso técnico em agricultura, 2012. . Acesso em : 28/12/2022

PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE IBIÚNA, 2022. **Números e dados**. Disponível em: <https://turismo.ibiuna.sp.gov.br/numeros-e-dados/>. Acesso: 22/01/2022.

RIBEIRO, D. H. B.; VIEIRA, E. **Avaliação do potencial de impacto dos agrotóxicos no meio ambiente**. Documento Técnico, nº 124, 2010. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/publicacoes/comunicados-documentos-tecnicos/comunicados-tecnicos>. Acesso em 22.03.2022

SANDHU, H.S.; WRATTEN, S.D.; CULLEN, R. . Organic agriculture and ecosystem services. **Environmental Science & Policy**, v.. 13, 1-7, 2010.

SANTOS, J. O. E t a l. Evolução Da Agricultura Orgânica. **Revista Brasileira De Gestão Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 35-41, 2012.

SILVA, Á.; SILVA, S.. Panorama da agricultura orgânica no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 23, p. 1031-1040, 2016.

SILVA, V. et al. Pesticide residues in European agricultural soils ? A hidden reality unfolded. **Science of the Total Environment**, v. 653, p. 1532-1545, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.441>. Acesso em: 31/01/2022.

SOS ITUPARANGA. Apa de Itupararanga: Informações técnicas sobre a represa de Itupararanga. Disponível em: <http://apa.de.itupararanga-sos.itupararanga>. Acesso: 02/04/2022.

SPADOTTO, C. A. et al. **Documentos 78: Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos**. 2010. Embrapa Monitoramento por Satélite Campinas, SP, 46p. Disponível em : <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31128/1/Doc-78.pdf>. Acesso em 08/10/2022.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. **Doenças causadas por fungos**. In COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L. R. Aspectos Fitossanitários da Cultura de Alface. Instituto Biológico, 2017, 28-33.

WILKIPEDIA. **Mapa de Ibiúna, SP, Brasil**. Disponível em: [Ficheiro:SaoPaulo Municip Ibiuna.svg – Wikipédia, a enciclopédia livre \(wikipedia.org\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Mapa_de_Ibiuna,_SP,_Brasil). Acesso: 02/04/2022.

WILLER, H. et al. (Ed.) . **The word of Organic Agriculture: Statistics & Emerging Trends 2022**. 2022. Research Institute of Organic Agriculture FiBL. Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. 341p. Disponível em: <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2022.html>. Acesso: 26/03/2022.