

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – *CAMPUS* DE CASCAVEL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**INVESTIGAÇÃO DE RESIDUAL AGROQUÍMICOS NO SOLO EM PROPRIEDADES COM  
PECUÁRIA LEITEIRA**

**REGIANE RODRIGUES DO AMARANTE**

**CASCAVEL – PR – BRASIL**

**JULHO – 2017**

**REGIANE RODRIGUES DO AMARANTE**

**INVESTIGAÇÃO DE RESIDUAL AGROQUÍMICOS NO SOLO EM PROPRIEDADES COM  
PECUÁRIA LEITEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Sistemas Biológicos e Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Furlan Maggi

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Silvia Renata  
Machado Coelho

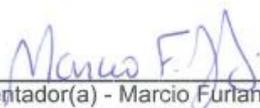
CASCADEL – PARANÁ – BRASIL

JULHO – 2017

## REGIANE RODRIGUES DO AMARANTE

Investigação de Residual de Agroquímicos no Solo em Propriedades com Pecuária  
Leiteira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra  
em Engenharia Agrícola, área de concentração Sistemas Biológicos e  
Agroindustriais, linha de pesquisa Geoprocessamento, Estatística Espacial e  
Agricultura de Precisão, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



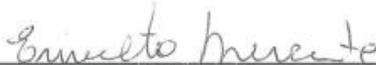
\_\_\_\_\_  
Orientador(a) - Marcio Furlan Maggi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



\_\_\_\_\_  
Suzana Costa Wrublack

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Francisco Beltrão (UTFPR)



\_\_\_\_\_  
Eriuelto Mercante

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Cascavel, 18 de julho de 2017

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

AMARANTE, REGIANE RODRIGUES DO  
INVESTIGAÇÃO DE RESIDUAL AGROQUÍMICOS NO SOLO EM  
PROPRIEDADES COM PECUÁRIA LEITEIRA / REGIANE  
RODRIGUES DO AMARANTE; orientador(a), MARCIO FURLAN  
MAGGI, 2017.  
59 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do  
Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de  
Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola, 2017.

1. RESIDUAL AGROQUIMICO. I. MAGGI, MARCIO FURLAN  
. II. Título.

## **BIOGRAFIA**

Regiane Rodrigues do Amarante, nascida em 26/04/1986 natural de Lindoeste – Paraná. Concluiu o curso de graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental, pela União Educacional de Cascavel – UNIVEL, no ano de 2014. No ano de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Engenharia de Sistemas Biológicos e Agroindustriais, sob a orientação do Prof. Dr. Márcio Furlan Maggi e coorientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Silvia Renata Machado Coelho, estudando o tema: Contaminação por pesticidas no solo em propriedades rurais, com pecuária leiteira em Cascavel – PR.

Saber a gente aprende com os mestres e com os livros.  
A sabedoria se aprende é com a vida e com os humildes.  
Cora Coralina

## AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida, por ter iluminado sempre minha vida;  
Ao meu orientador, professor Dr. Márcio Furlan Maggi, pelos ensinamentos; incentivos, auxílios e compreensão durante a realização deste trabalho;  
À Professora Silvia, pela orientação, ensinamentos e amizade;  
À Suzana, que me orientou, ajudou e incentivou nos momentos de dúvidas;  
À Luciene pelo seu tempo e toda ajuda e conhecimento transmitido;  
À Professora Mariângela, pela amizade, dicas e incentivos;  
Aos meus colegas, Isaque e Marcos, que apesar dos dias frios, com geada, estavam comigo coletando solo. À Cris, à Kathleen, enfim, a todos os meus amigos e colegas que, de alguma maneira, colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho;  
Aos Produtores, que abriram as porteiras de suas propriedades para a realização desta pesquisa;  
À Unioeste, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de aprendizagem e crescimento profissional. À CAPES, pela bolsa concedida durante a realização desta pesquisa;  
Em especial, a minha família, por ser meu porto seguro. Ao meu esposo, Rony, que sempre me apoia em todas as minhas escolhas. Ao meu filho, que nos pegou de surpresa, e encheu nossas vidas de amor e alegria;  
Agradeço a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho, MUITO OBRIGADA.

# INVESTIGAÇÃO DE RESIDUAL AGROQUÍMICOS NO SOLO EM PROPRIEDADES COM PECUÁRIA LEITEIRA

## RESUMO

O uso intensivo de agroquímicos na produção agrícola tem gerado preocupação com a contaminação que podem causar, tanto nos cultivos como no meio ambiente, além do potencial de bioacumulação e por apresentarem fatores resistentes à degradação. A agropecuária leiteira está presente em muitas propriedades na região Oeste do Paraná e a cultura do milho está presente e é o principal alimento do rebanho em forma de silagem. Assim, este trabalho teve como objetivo a mensuração de residual agroquímico no solo em áreas de propriedades pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Cascavel, com sistema de produção de bovinocultura de leite que utilizam silagem de milho safrinha. O estudo foi realizado em propriedades rurais do município de Cascavel, correspondente às coordenadas geográficas na Latitude 24° 57' 21" Sul e Longitude 53° 27' 19", onde o solo é Latossolo Vermelho Distroférrico. As análises foram realizadas após a coleta de amostras compostas de solo nas áreas, das dez propriedades selecionadas que tinham o cultivo do milho. O fator determinante na seleção das propriedades foi a base na agricultura familiar. As amostras compostas de solo foram constituídas de 12 amostras simples. Também foram identificadas informações sobre o manejo de produtos agroquímicos nas propriedades e o conhecimento dos responsáveis sobre os riscos desses produtos. Para a extração, identificação e quantificação das possíveis moléculas de residual agroquímico, foi adotada a metodologia descrita pelo método QuEChERS. Durante este estudo, foram identificadas e quantificadas as moléculas de compostos em ppb: organoclorados: Alacloro, Bicyclo (2.2.1), DDE, Dimetano, Endrin, Endrin Aldeído, Endrin Ketone, Heptacloro, Heptacloro Ep., Hexacloro benzeno, Hexacloro cycl., Methoxychlor, Metolachlor, Mitotane, Simazine. E organofosforados: Azinphos-methyl, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Disulfoton sulfato, Ethoprophos, Methyl Paraoxon, Mevinphos, Ronnel Fenchlorvos. Algumas dessas moléculas encontradas já tiveram o uso suspenso há mais de dez anos, mas ainda se encontram presentes no solo. Outras estão em comercialização para culturas como a soja, entretanto, as concentrações encontradas estão de acordo com a Resolução nº 420, estabelecida pelo CONAMA para o solo agrícola, a qual foi publicada em 2009.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo agroquímico, produção animal, Recursos Naturais.

## RESEARCH AGROCHEMICALS IN THE SOIL IN PROPERTIES WITH DAIRY CATTLE

### ABSTRACT

The intensive use of agrochemicals in agricultural production has generated concern about the contamination that can cause, both in crops, as well as in the environment, besides the potential for bioaccumulation and have factors resistant to degradation. Dairy farming is present in many properties in the western region of Paraná and the corn crop is present as the main food of the herd in the form of silage. This work had the objective of measuring residual agrochemical soil in areas of properties belonging to the Cascavel river basin, with a system of production of milk cattle using corn silage. The study was carried out on rural properties in the municipality of Cascavel, corresponding to the geographical coordinates in Latitude 24° 57 '21 "South and Longitude 53° 27' 19", where the soil is Red Latosol Distroferric. The analyzes were carried out after the collection of samples composed of soil in the areas, of the ten selected properties that had corn cultivation. The determining factor in the selection of properties was the basis in family agriculture. The soil samples consisted of 12 simple samples. It was also sought to identify information on the management of agrochemicals on properties and the knowledge of those responsible about the risks to these products. For the extraction, identification and quantification of possible residual agrochemical molecules, the methodology described by the QuEChERS method was adopted. With the accomplishment of this study was identified and quantified in ppb the molecules of compounds: organochlorines: Alachlor, Bicyclo (2.2.1), DDE, Dimethano, Endrin, Endrin Aldehyde, Endrin Ketone, Heptachlor, Heptachlor Ep., Hexachloro benzene, Hexachloro cycl Methoxychlor, Metolachlor, Mitotane, Simazine. And organophosphates: Azinphos-methyl, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Disulfoton sulfate, Ethoprophos, Methyl Paraoxon, Mevinphos, Ronnel Fenchlorvos. Some of these molecules have already been suspended for more than ten years, but are still present in the soil, others are in commercialization for crops such as soybeans, however the concentrations found are in accordance with Resolution No. 420 established by CONAMA for soil published in 2009.

**KEY-WORDS:** Agrochemical residue, Animal production, Natural Resources.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	1
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo Geral.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 Atividade Agropecuária na Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel.....	4
3.2 Sistema de Bovinocultura de Leite.....	5
3.3 O Solo.....	6
3.4 Uso de Defensivos Agrícolas .....	7
3.5 Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas.....	9
3.6 Riscos da Contaminação Ambiental por Agroquímicos.....	11
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
4.1 Local do Estudo .....	14
4.2 Levantamento de Informações.....	15
4.3 Coleta de Dados e das Amostras de solo .....	16
4.4 Armazenagem e preparo das Amostras para Análises de Identificação dos Contaminantes.....	17
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
5.1 Caracterização das Propriedades.....	19
5.2 Características Física e Química do Solo.....	20
5.3 Índices Residual de Agroquímicos no Solo .....	28
6 CONCLUSÕES .....	40
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	41
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Classificação Toxicológica dos Agrotóxicos .....	11
TABELA 2 Valores limites de Compostos Organoclorados em solo.....	12
TABELA 3 Estatística descritiva Macroporosidade, Densidade, Porosidade Total e Microporosidade. ....	25
TABELA 4 Comportamento do Fósforo (P) no solo.....	27
TABELA 5 Comportamento do Potássio (K) no solo. ....	27
TABELA 6 Comportamento do Cálcio (Ca) no solo.....	27
TABELA 7 Comportamento do Magnésio (Mg) no solo.....	28
TABELA 8 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P1.....	29
TABELA 9 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P2.....	30
TABELA 10 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P3.....	31
TABELA 11 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P4.....	32
TABELA 12 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P5.....	33
TABELA 13 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P6.....	34
TABELA 14 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P7.....	35
TABELA 15 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P8.....	36
TABELA 16 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P9.....	37
TABELA 17 Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P10.....	38

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Localização das propriedades no município. ....	15
FIGURA 2 Média da Resistência Mecânica do Solo nas áreas P1 e P2 .....	21
FIGURA 3 Média da Resistência Mecânica do Solo nas áreas P3 e P4 .....	22
FIGURA 4 Média da Resistência Mecânica do Solo nas áreas P5 e P6 .....	22
FIGURA 5 Média da Resistência Mecânica do Solo nas áreas P7 e P8 .....	22
FIGURA 6 Média da Resistência Mecânica do Solo nas áreas P9 e P10 .....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS

Al	Alumínio
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
B	Boro
C	Carbono
Ca	Cálcio
Cl	Cloro
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Cu	Cobre
DDD	Diclorodifenildicloroetano
DDE	Diclorodifenildicloroetileno
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
Fe	Ferro
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K	Potássio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
MO	Matéria Orgânica
N	Nitrogênio
P	Fósforo
S	Enxofre
Zn	Zinco

## 1 INTRODUÇÃO

As questões que envolvem o uso intensivo de produtos sintéticos tais como os defensivos agrícolas na produção agropecuária são múltiplas, cujo intuito de maximização da produtividade e, conseqüentemente, dos resultados econômicos. Estudos (FAY; SILVA, 2002; PESSOA, et al., 2006; GOMES, 2014) advertem que esses produtos contaminam não somente o cultivo, mas também o meio ambiente. O excesso de pesticidas utilizados nos sistemas produtivos causa impactos ambientais e afeta todo o ecossistema. Vale acrescentar que o solo equilibrado em nutrientes é essencial para a boa produção agrícola, mas torna-se dependente do manejo adequado para a própria conservação.

Segundo Chiarello et al. (2017) e Clasen et al. (2017), o Brasil já assumi condição de grande consumidor desses produtos, principalmente os herbicidas e inseticidas. O uso consorciado do plantio direto e a utilização de herbicidas são as práticas mais empregadas pelos produtores rurais. Pesquisas realizadas indicam elevadas taxas residuais de agroquímicos em águas, solo, ar e também sua possível função acumulativa no ambiente, considerando ainda a resistência a fatores de degradação (SILVA; TONIAL, 2004; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; PORTILHO et al., 2014). Por outro lado, o aumento significativo da produção agrícola brasileira deve-se à adoção de técnicas eficientes e ao consumo de agroquímicos (NINAUT e OLIVEIRA, 2010).

Nos últimos anos, houve a adoção do cultivo da soja na primeira safra e na segunda (safrinha), cultivou-se o milho. Assim, o milho permite a rotação de culturas e cria o sistema de sucessão soja/milho. Comumente, esse manejo é muito utilizado para a produção de silagem para vacas leiteiras, por ser nutritivo e energético (COSTA et. al, 2015). Muitos agropecuaristas investem em variedades diferenciadas para melhor nutrir os animais e elevar a produção de leite. Além disso, a silagem armazenada é a garantia de alimento aos animais confinados. Entretanto, o plantio da monocultura proporciona o desenvolvimento e a propagação de inúmeras pragas (EMBRAPA, 2011). E, na tentativa de proteger suas lavouras, o produtor aplica agroquímicos e acrescenta também a prática de sucessão intercalando com outras plantas, tais como feijão, considerando que assim o produtor proporciona uma rotação de cultivos desejável para o solo que minimiza a ocorrência das pragas.

Na região Sul, essa pratica também é adotada na bovinocultura de leite, e o estado do Paraná é o terceiro maior produtor do País (SEAB, 2017; ZOCCAL, 2017). Está vinculada à agricultura familiar e é considerada uma das atividades relacionadas à cultura da população de muitas regiões (OLIVEIRA et al., 2012), além de ser a principal fonte de renda mensal para as famílias. Esses sistemas alavancaram grande avanço no quesito

tecnológico, desde o próprio manejo das leitárias até os programas de incentivos à inseminação artificial para melhoramento genético, os quais demandam cuidados com a alimentação dos animais que se tornam mais exigentes quanto à nutrição para produção de leite (CAMILO, 2013).

Diante da necessidade do aumento da produção de alimentos e conseqüentemente de manejo adequado das culturas, do solo e a proteção dos recursos naturais, a disseminação de informações sobre as práticas corretas a partir dos conceitos da Tecnologia da Aplicação deve ser relevante na tomada de decisão sobre as técnicas empregadas. Busca-se, portanto, redução do potencial de contaminação do meio ambiente, redução dos casos de intoxicação, proteção da saúde do trabalhador rural e aumento da produtividade.

Assim como o monitoramento dos efeitos que possíveis compostos químicos utilizados na agropecuária podem ocasionar, iniciando-se com potenciais contaminantes a partir do solo, o qual é considerado destino final de grande parte dos agroquímicos, faz-se necessária a investigação da presença dessas moléculas para conservar o equilíbrio ambiental em todo ecossistema e garantir continuidade da produção agropecuária nessas áreas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Mensurar o residual agroquímico no solo em propriedades pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Cascavel, com sistema de produção de bovinocultura de leite que utiliza silagem de milho safrinha.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Realizar caracterização do solo de cada propriedade em relação aos atributos físicos e químicos;

Analisar a presença de residual agroquímico nas áreas em estudo;

Identificar e quantificar as moléculas encontradas que possam ser potencialmente contaminantes ao solo.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Atividade Agropecuária na Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel**

O início de um sistema de produção agrícola ocorre pela retirada da cobertura vegetal e implantação de monocultivos e pecuária. Essas atividades, quando inadequadas em uma bacia hidrográfica, refletem em alterações danosas ao meio ambiente como suscetibilidade à erosão, lixiviação de nutrientes e pesticidas, compactação da camada superficial do solo entre outros (PELLEGRINI, 2013).

O estado Paraná caracteriza-se pela forte presença da agricultura e pecuária. No município de Cascavel, a economia é gerada em torno do agronegócio produzindo os principais grãos como soja, milho e trigo, e outros produtos pecuários, como frango de corte, carne, e leite (IPARDES, 2016).

A bacia hidrográfica do Rio Cascavel encontra-se inicialmente em área densamente urbanizada, cujas nascentes estão na área central do município e ao longo de seu curso passa por bairros, áreas industriais até atingir propriedades rurais com diversas atividades agropecuárias, das quais, algumas se localizam próximas à estação de captação de água para o abastecimento. Isso caracteriza uma forte fragilidade aos riscos de contaminação (TONIN, 2005; COVATI, 2006). Para Prado et al. (2015), a diminuição da qualidade e da quantidade de água nas bacias hidrográficas, assoreamentos dos rios e poluição são consequências da mudança do uso do solo, e o excesso de agroquímicos e fertilizantes pode diminuir a produção agrícola e empobrecer a fertilidade do solo.

O desequilíbrio gerado pelo manejo inadequado do solo em bacias hidrográficas afeta diretamente a dinâmica ecológica, causa implicações para a população e o meio produtivo e, com a revolução tecnológica iniciada pelo sistema do plantio direto, ainda utiliza grandes quantidades de agroquímicos, que são depositados no solo (PELLEGRINI, 2013).

A Agropecuária se destacou nos últimos anos e um dos reflexos deste progresso são as exportações de produtos ligados ao setor com históricos técnico-científicos, além de uma política agrária vinculada às exigências internacionais, a padrões de qualidade do produto e ambiental (NAVARRO, 2001; MARTHA JUNIOR, 2015).

Novas tecnologias vêm sendo adotadas pelo produtor para aumentar a produtividade e minimizar os danos ao meio ambiente. Técnicas relacionadas ao manejo correto do solo com aplicação de insumos à taxa variável, assim como a redução do volume de calda na aplicação de defensivos, maquinários eficientes, melhoramento genético das culturas e da pecuária têm alavancado a produtividade em várias cadeias produtivas (BERNARDI et al., 2017). Entretanto, pesquisadores como Clasen et al, (2017) afirmam que essa produtividade

demanda cada vez mais o uso de produtos agroquímicos, o que pode ocasionar sérios problemas para a saúde e danos ambientais. Um dos principais desafios para o setor será a continuidade do crescimento da produção e a redução dos impactos ao meio ambiente.

### **3.2. Sistema de Bovinocultura de Leite**

Considerada uma das atividades mais difundidas no meio rural no País, a pecuária leiteira apresenta aproximadamente 5,2 milhões de propriedades de acordo com o último censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2011). Destes, 114.488 mil produtores são do Paraná (BAZOTTI et al., 2012), dos quais há predominância da agricultura familiar está localizada nas regiões Sul e Centro-Oeste. As razões dessa expansão estão relacionadas à questão financeira, pois há mercado garantido que permite uma renda mensal aos produtores (ZOCCAL et al., 2005).

Cerca de 70 % dos alimentos disponíveis provêm da agricultura familiar, onde a utilização da mão-de-obra dos membros da família gera o desenvolvimento para sua localidade e torna-se indispensável tanto para economia brasileira como para a segurança alimentar do País. É também considerada importante para os fatores histórico-culturais (OLIVEIRA et al. 2012).

A produção de leite em propriedades familiar exerce função fundamental para a continuidade dessas famílias no campo, permite estabilidade financeira e proporciona melhor condição de vida, além de ser fonte de alimento (FILIPPSEN, 1999; OLIVEIRA, 2004; RÖDER; SILVA, 2013).

Segundo dados publicados pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) no ano de 2014, o Brasil participou da produção mundial com 33,3 bilhões e é um dos maiores produtores de leite do Planeta. Seu crescimento anual foi de 3,07% e está na frente dos Estados Unidos (1,84%), que ocupa o terceiro lugar e da União Europeia com 0,63%, o maior produtor mundial com 144,7 bilhões de litros (SEAB, 2014).

O país obteve um avanço de 54% na produção de leite na última década, e as regiões que mais se destacaram foram o Sudoeste e o Sul com produção de 35% e 34%, respectivamente (IBGE, 2014). Os três estados mais representativos em produção são Minas Gerais com 27%, seguido pelo Rio Grande do Sul com 13% e Paraná com 12,6%. Já no ano de 2015, o Paraná atingiu a produção de 4,660 bilhões de litros, 60 bilhões de litros de leite a mais que o Rio Grande do Sul, com produção de 4,599 bilhões, ficando assim no segundo lugar com maior produção do País (SEAB, 2017; ZOCCAL, 2017).

O Paraná possuía um rebanho leiteiro de 2,5 milhões de animais e deste 1,7 milhões

de vacas em lactação, segundo estatísticas apresentadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014). O sistema é tido como tradição e é uma das principais atividades econômicas da região Oeste (OLIVEIRA et al., 2012; PELLEGRINI et al., 2016). Segundo dados divulgados pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), três bacias produtoras de leite destacam-se no estado: as do Centro-Oriental, Oeste e Sudoeste, com produção de 53%, representando 48,5% dos produtores (IPARDES, 2010). Essas regiões são as que mais aumentaram a produção anual: a região Oeste foi de 1,120 bilhão de litros de leite, o Sudoeste, com 1,099 bilhão de litros de leite e a região Centro Oriental produziu cerca de 620 milhões de litros/ano (ZOCCAL, 2017).

No município de Cascavel, a produção, em 2015 e 2016, foi de 98.900 e 99.890 mil litros de leite (IBGE, 2015; IPARDES, 2017).

A produção de leite é uma das principais fontes de renda da propriedade e garante renda mensal para as despesas domésticas, cujas tarefas de ordenhar e cuidar dos animais são distribuídas para todos da família (OLIVEIRA, 2004).

Para Bazotti et al. (2012), as regiões Oeste e Sudoeste são promissoras no que se refere à produção de leite, pois têm evoluído muito na questão tecnológica e possuem características necessárias para atender à demanda de mão-de-obra para a atividade.

Em seu estudo, Silva et al. (2015) indicaram o milho como a cultura mais recomendada para a produção de silagem para a alimentação do rebanho, por manter as qualidades nutricionais além de oferecer aumento da produção em quilo ao dia.

O milho é produzido normalmente em duas safras no Brasil: a safra de verão e a safrinha plantada normalmente após a soja (COSTA et al, 2015). A partir da safrinha, o milho é inserido em outras cadeias produtivas como a do leite, onde se utiliza a silagem para alimentação dos animais em lactação (EMBRAPA, 2011). E parte da modernidade sobre o setor de bovinocultura de leite também sofreu influência da cadeia produtiva do milho. A cultura do milho está difundida em todas as regiões do país. É produzida para vários fins, e conseqüentemente, o uso da tecnologia já é sinônimo de boa produção (EMBRAPA, 2011).

### **3.3 O Solo**

É necessário que o solo seja fértil para o desenvolvimento das culturas, todavia, é também dependente de fatores físicos, químicos e biológicos, dos quais a presença de água, de oxigênio, de que haja determinada temperatura e resistência mecânica à penetração (LETEY, 1985), além de ser rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio (MORAES et al., 2016) e possuir microbiota diversificada (VEZZANI, 2011).

Ao longo do tempo, ocorreram alterações tais como histórico de cultivos, manejo, rotação de culturas, aplicação ou não de nutriente e contato com máquinas agrícolas (solo-pneu) (MORAES et al., 2016).

Segundo Bottega et al. (2013), a partir das amostragens de solo, obtém-se a representação de suas características. Assim, é possível mensurar as práticas adotadas de manejo e estabelecer a relação causa-efeito com a produção (SANTI et al., 2012).

Ao longo do tempo, as alterações sofridas pelo solo podem levar à degradação da qualidade dos mesmos. A frequência de produção de silagem nas mesmas áreas resulta em pouca palhada de proteção, todavia, muitos produtores ainda ignoram a umidade presente no solo, a qual intensifica o nível de compactação (PELLEGRINI, et al., 2016), reduz a porosidade total, macroporosidade, capacidade de infiltração de água e leva ao escoamento superficial de nutrientes e agroquímicos (MORAES, 2016).

Assim, as mudanças sofridas pelo solo devido à compactação alteram sua estrutura, aumentam a densidade e a resistência mecânica e são preponderantes para o crescimento das plantas, tendo-se como referência 2Mpa, o qual quando está acima deste valor, o solo pode ou não estar compactado ou apenas apresentar baixa umidade (PELLEGRINI, et al., 2016).

A variação das características do solo influencia o comportamento e o destino de um pesticida e pode ocasionar contaminações das águas superficiais, subterrâneas e das plantas (CLASEN et al., 2017). Longos períodos de uso de pesticidas podem levar a modificações na estrutura do solo. Podem eliminar a microbiota presente e levar à mineralização da matéria orgânica, conseqüentemente comprometer o desenvolvimento das plantas. Assim, a matéria orgânica é provedora da degradação dos contaminantes, por meio de ligações químicas que atuam na determinação da quantidade de água no solo e nos compostos originais e seus metabólitos (FELIX, 2007).

### **3.4 Uso de Defensivos Agrícolas**

Houve melhorias também nas técnicas de proteção das culturas com o desenvolvimento da agricultura. A evolução dessas técnicas contra pragas acompanhou os meios de produção, nos quais o homem empregou produtos orgânicos e químicos para resguardar a produção de alimento (CHAIM, 2008), difundida após a grande guerra em um processo que ficou conhecido como Revolução Verde (SPADOTTO, 2006).

Oliveira (2004) exhibe as várias terminologias para definição desses produtos, como os mais usados e conhecidos, defensivos, produtos fitossanitários, agroquímicos, pesticidas,

praguicidas e agrotóxicos. No Brasil, a lei nº 7. 802 de 11 de julho de 1989 expõe em seu artigo 2º no inciso I, a definição de agrotóxicos e afins como produtos e agentes que podem ser físicos, químicos e biológicos, utilizados para a proteção desde culturas agrícolas até florestas, nos diversos ambientes sem apresentar malefícios aos seres vivos (BRASIL, 1989).

A finalidade dos agroquímicos volta-se para a proteção dos cultivares das pragas, insetos, doenças e plantas daninhas. Porém, o mau uso daqueles afeta todo o ambiente. Segundo Spadotto (2006), erros na metodologia quanto à aplicação dos produtos causam perdas econômicas, são fontes potenciais de contaminação e não terão o efeito esperado, visto que a técnica mais empregada é por via líquida, em que os agrotóxicos são diluídos em água e aplicados na área de interesse por gotas através da pulverização.

Autores como Braibante; Zappe (2012) consideram que o uso dos agrotóxicos é responsável pelo aumento da produção agrícola, mas também ressaltam suas consequências no uso. Com o aumento da produção, conseqüentemente, observou-se aumento das pragas pela quantidade de alimentos disponíveis.

A tecnologia de produção e utilização dos agroquímicos iniciou com a revolução industrial, quando parte da mão-de-obra do campo migrou para os grandes centros. Assim, foi necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para atender ao aumento da produção (CHAIM, 2008). Outro fator relevante foi a introdução dos monocultivos, os quais evidenciaram os problemas fitossanitários, além de terem alavancado o uso de agroquímicos na agricultura. Isso ocorreu na década de 40 com a descoberta do DDT, os organoclorados e seus usos fitossanitários (SPADOTTO, 2006; CHAIM, 2008).

Savoy (2011) cita que os produtos organoclorados são compostos à base de carbono com radicais de cloro, além de serem considerados altamente resistentes à decomposição por fatores biológicos. Há proibições em vários países, os mais conhecidos são: BHC, lindano, aldrin, dieldrin, heptacloro, endossulfan, DDT (diclorodifeniltricloroetano), dodecacloro, toxafeno. Os carbamatos apresentam estrutura fundamental do ácido N-metilcarbâmico, são eles carbaril (sevin), carbofuran e propoxur, altamente tóxico, empregado para controle de moscas, mosquitos, baratas, formigas, percevejos e escorpiões. Já os organofosforados derivam de compostos orgânicos do ácido fosfórico, tiosfosfórico ou ditiosfosfórico e são utilizados para controle de vários insetos. Os piretroides apresentam estruturas semelhantes às piretrinas, normalmente são usados em controle de pragas urbanas como mosquitos (SAVOY, 2011). Porém, a utilização de agroquímicos, principalmente os organoclorados, já possui restrições no país desde a década de 90. Entretanto, ainda se encontram resíduos no meio ambiente, seja em solo, seja em águas superficiais e subterrâneas e sedimentos devido a sua persistência e o uso clandestino (FLORES, 2000).

Em seu estudo, Portilho et al. (2014) expõem que em um sistema de produção em uma mesma safra, geralmente são feitas várias aplicações de um mesmo produto e, com a presença de matéria orgânica residual presente, pode influenciar na sorção de moléculas agroquímicas no solo.

Considerado como um dos maiores consumidores desses produtos, o Brasil utiliza 19% da produção mundial (ANVISA, 2015). Porém, a falta de informação e a consciência dos produtores somam-se ao rendimento econômico imposto pela comercialização dessa produção (PRADO et al., 2015).

As condições climáticas também influenciam a qualidade da aplicação, pois se recomenda o início da manhã, o fim de tarde e, em alguns casos, à noite, quando a umidade relativa do ar é maior do que a temperatura, e o vento está mais brando (ANTUNIASSI, 2005). O estado do Paraná consumiu um total de 96.097.142 kg de agroquímicos (IPARDES, 2012), distribuídos em herbicidas, inseticidas e fungicidas, sendo que somente o consumo em herbicidas foi de 43.776.550 kg (IPARDES, 2012). Só no município de Cascavel, em 2013, consumiu 24,93 kg ha<sup>-1</sup> de agroquímicos (JANKOSKI, 2016).

### **3.5 Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**

O conceito adotado pelo uso de técnica associada à tecnologia de aplicação é o emprego de conhecimentos científico para uma adequada colocação do produto no alvo em quantidades necessárias para que se evitem perdas econômicas e contaminação ambiental (MATUO, 1990; SHIRATSCHI, 2002). O objetivo é de utilizar parâmetros como o tamanho da gota, volume de aplicação com relação ao alvo, se diminua a produção de deriva, e assim melhore sua eficácia (ANTUNIASSI, 2005). Segundo Spadotto (2006), qualquer quantidade de produto que não atinja seu alvo é perda econômica e fonte de contaminação, logo, a adequação do equipamento é essencial para uma aplicação eficiente.

As condições climáticas também influenciam a qualidade da aplicação, pois se recomenda o início da manhã, o fim de tarde e em alguns casos à noite, quando a umidade relativa do ar é maior do que a temperatura, e o vento está mais brando (ANTUNIASSI, 2005).

O destino do agroquímico após aplicação é determinado por vários fatores e processos físicos, químicos e biológicos que podem sofrer sorção e absorção, degradação, deriva, volatilização, lixiviação, dentre outros. Fator que condiciona o potencial contaminante é o efeito deriva, cujas gotículas de água e o agroquímico são transportados para outras localidades pelo vento ou até mesmo permanecem retidos na atmosfera sendo movidos a

partir da ação da chuva (SPADOTTO, 2006).

Desta forma, deve-se considerar o tipo de produto a ser aplicado para o tamanho da gota a ser produzida, como alguns fungicidas e inseticidas que normalmente utilizam um volume de calda maior para uma produção de nuvem de gotas satisfatória para atingirem o alvo. Entretanto, o cuidado da utilização de gotas muito pequenas pode ser susceptível à evaporação e à formação de deriva (ANTUNIASSI, 2005).

A desconsideração do tamanho da gota, caso ela seja grande demais, pode ocasionar o processo inverso do objetivo, pois quando se chocam com as folhas da planta-alvo escorrem para o solo e potencializam o risco de contaminação. Além disso, a falta de conhecimentos sobre as técnicas de aplicação e treinamentos torna-se fator limite para eficiência e boa qualidade no resultado final (CHAIM, 2008).

De modo geral, a tecnologia de aplicação de agroquímicos aborda princípios de interação entre os fatores, cultura, as pragas, planta daninha, doenças, produtos, equipamentos e o ambiente, no qual, busca eficiência, redução de custos e minimização dos riscos de contaminação ambiental (VARGAS; GLEBER, 2005).

Para Reis et al. (2010), o foco ocorre no produto a ser utilizado e devido à pouca importância dada à técnica empregada, o que pode levar ao fracasso da aplicação e prejudicar até mesmo a cultura, com superdosagens e subdosagens.

A busca constante por novas tecnologias, segundo Machado et al. (2014), é expressiva, todavia, o desempenho não garante efetividade no campo, principalmente no que se refere aos equipamentos relacionados à técnica de aplicação de defensivos (CASALI et al., 2014), em que o equipamento e a falta de informação sobre o uso correto podem comprometer o resultado esperado. Tais respostas fazem com que Reis et al. (2010) afirmem que grande parte do que é pulverizado na cultura seja desperdiçada na aplicação.

Outro fator determinante quanto à eficiência da aplicação está no nível de conhecimento do trabalhador responsável por esta função. Em um estudo, Casali et al. (2014) perceberam que quando o nível de capacitação dos operadores é baixo o resultado é a dificultada em operar o equipamento e isso pode comprometer a aplicação bem como oferecer riscos de contaminação e intoxicação.

### 3.6 Riscos da Contaminação Ambiental por Agroquímicos

O Brasil passou a ser o maior consumidor de agroquímico e essa demanda nos trouxe consequências à saúde e degradação dos recursos naturais não renováveis (PARANÁ, 2013). O consumo médio desses produtos foi 5,2 kg por habitante (INCA, 2015) e ocasionou inúmeros casos de intoxicação na população do meio rural, sendo a segunda causa de acidentes, já que a primeira são os animais peçonhentos (OLIVEIRA, 2004; CARNEIRO et al., 2012).

Segundo Neves e Bellini (2013), os agroquímicos são classificados segundo seu alvo, inseticidas, herbicidas, fungicidas, entre outros, e apresentam toxicidade (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação Toxicológica dos Agrotóxicos.

Classes	Grupos	DL50 (mg/kg)	Cor da faixa
I	Extremamente tóxicos	≤ 5	Vermelha
II	Altamente tóxicos	5 – 50	Amarela
III	Medianamente tóxicos	50 – 500	Azul
IV	Pouco tóxicos	50 – 5000	Verde

Fonte: Savoy, 2011.

Os agroquímicos podem ser persistentes, móveis e tóxicos no solo, na água e no ar, pois caso acumulem-se no solo e na biota, podem levar resíduos até às águas superficiais por escoamento superficial e às subterrâneas por lixiviação (BRASIL, 2012). A possível contaminação do solo incide variações consideráveis nas populações de organismos não alvos, os quais contribuem para fertilidade do solo (CHAIM, 2008) (BARBOSA; SILVA, 2014). Fatores como presença de matéria orgânica, variabilidade das propriedades físicas e químicas, pH e concentração de argila exercem influência na adsorção, biodegradação e na mobilidade no solo (MURAKAMI et al., 2014; PORTILHO et al., 2014).

Em casos de contaminação, consideram-se também os efeitos a longo prazo, já que muitos compostos possuem características acumulativas e podem afetar o equilíbrio de um ecossistema além de eliminar alguns indivíduos (OLIVEIRA, 2004). Além disso, o solo contaminado pode contaminar águas que, muitas vezes, servem para abastecimento humano dessedentação de animais.

A falta de informação sobre os possíveis danos causados pelos agroquímicos é desconhecida ou ignorada por parte dos agricultores e muitos não seguem os cuidados recomendados nem utilizam EPIs (Equipamento de Proteção Individual) (OLIVEIRA, 2004). Porém, quando questionados sobre os riscos ambientais e à saúde, poucos consideram esses produtos perigosos (GREGOLIS et al., 2012).

As preocupações referentes às consequências para a saúde humana devido ao

efeito de contaminação de moléculas provenientes de agroquímicos citam a capacidade de bioacumulação das substâncias químicas no organismo, as quais podem ser transmitidas para vários outros indivíduos, além de potencializar efeitos cancerígenos, mutações, neurotoxicidades, alterações imunológicas, reprodutivas e endócrinas. Quanto à fauna silvestre exposta, podem ocasionar morte de populações e comprometer o funcionamento da cadeia alimentar (SPADOTTO, 2006).

Os processos pelos quais os agroquímicos devem se submeter para degradação no meio ambiente são a decomposição química, a fotodecomposição e a degradação biológica. Os compostos presentes são transformados em dióxido de carbono, água e sais minerais, no entanto, algumas moléculas permanecem persistentes no ambiente e tornam-se tóxicas quanto a sua origem (SPADOTTO, 2006; MURAKAMI et al., 2014).

Como o solo é o destino final de grande parte dos pesticidas por vários fatores, a microbiota presente, a partir de adaptações, realiza a degradação de moléculas ou parte delas, em determinada escala de tempo. Por isso, é essencial compreender o comportamento desses pesticidas no solo para minimizar seus efeitos (CARDOSO, 1992).

O estabelecimento de normas que estipulam o valor limite para alguns compostos químicos, como os organoclorados, é definido pela Resolução nº 420 do CONAMA publicada no ano de 2009, a qual orienta sobre a qualidade dos solos e das águas subterrâneas. Dispõe sobre o gerenciamento de áreas contaminadas, entretanto, a diversificação de substâncias ainda é baixa quando relacionada aos agroquímicos (CHIQUETT, 2013). Os valores estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores limites de compostos organoclorados em solo

<b>Substâncias</b>	<b>*CAS nº</b>	<b>Prevenção (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Solo Agrícola (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>
Aldrin	309-00-2	0,015	0,003
Dieldrin	60-57-1	0,043	0,2
Endrin	72-20-8	0,001	0,4
HexacloroBenzeno	118-74-1	0,003	0,005
DDT	50-20-3	0,010	0,55
DDD	72-54-9	0,013	0,8
DDE	72-55-9	0,021	0,3
HCH beta	319-85-7	0,011	0,03
HCH gama -lindano	58-89-9	0,0003	0,01
TOTAL	-	0,0003	0,01

Fonte: CONAMA, 2009.

\*Número CAS (*Chemical Abstract Service Registry*) do ingrediente ativo em produtos químicos.

O grupo de compostos organoclorados como DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) e seus metabólitos DDE (2,2-bis-*p*-clorofenil-1,1-dicloroetileno), e DDD (2,2-bis-*p*-clorofenil-1,1-dicloroetano), esses derivados do DDT, são mais resistentes à degradação e

persistentes nos seres vivos. O BHC (hexaclorobenzeno), o grupo dos hexaclorocicloexanos ( $\alpha$ -HCH,  $\beta$ -HCH,  $\delta$ -HCH e  $\gamma$ -HCH ou lindano); os ciclodienos (aldrin, dieldrin, endrin, clordano, nonaclor, heptaclor e heptaclor-epóxido) e os hidrocarbonetos clorados (dodecacloro, toxafeno, e clordecone) são considerados os pesticidas mais estudados desde sua fabricação e utilização. Os índices desses resíduos têm sido encontrados em locais distantes da aplicação, pois são volatilizados e carregados para outros lugares, lixiviados para as águas, além de serem volatilizados e absorvidos por microrganismos e vegetais (PUIGNAU; DÍAZ, 1997; D'AMATO et. al., 2002; FAY; SILVA, 2002).

Entre os estudos que abordam essa temática, enfatiza-se a importância das pesquisas relacionadas ao monitoramento dos recursos naturais, como água e solo, as quais são indispensáveis para melhorar o manejo e permitir bons resultados no campo, além da adoção de práticas conservacionistas e redução do uso de agroquímicos (RÖDER; SILVA, 2013).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Local de estudo

O estudo foi realizado em propriedades rurais pertencentes à Bacia do Rio Cascavel na zona rural do município de Cascavel, localizadas no Oeste do estado do Paraná, cujas coordenadas geográficas são: Latitude: 24° 57' 21" Sul e Longitude: 53° 27' 19" Oeste com altitude de aproximadamente 800 metros (IPARDES, 2016). O relevo do município apresenta variações tais como: o norte é ondulado, constituído por colinas amplas e baixa declividade e o sul apresenta de média à alta declividade com relevo acidentado. O clima é subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e chuvosos e invernos com geadas com pouca frequência. As precipitações são bem distribuídas sem incidência de seca definida. A umidade relativa do ar é próxima a 75% e os ventos vão de nordeste/sudoeste e leste/oeste com velocidade média que varia de 33 km a 46 km (CASCAVEL, 2013). O solo é formado principalmente por Latossolos Vermelhos Distroférricos (EMBRAPA, 2013). A vegetação predominante é Floresta Ombrófila Mista Montana, com presença de Floresta Estacional Semidecidual Submontana e Floresta Ombrófila Mista Submontana (CASCAVEL, 2013; EMBRAPA, 2013).

O uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Cascavel apresenta diversas atividades econômicas. A área rural contém agricultura consolidada de grãos e pecuária de leite e corte. As propriedades em estudo pertencem à área de drenagem da bacia, que representa o principal manancial de abastecimento do município.

As dez propriedades selecionadas se localizam nas proximidades do curso do rio e/ou com afluentes adjacentes às áreas do cultivo de milho. O número de propriedades para a realização das análises de verificação de resíduos contaminantes de origem agroquímicas foi determinado por apresentarem critérios comuns entre si, como características da Agricultura familiar, da qual, os trabalhos a serem realizados são distribuídos pelos integrantes da família do produtor. Outro fator determinante foi a variação de produção de leite nas propriedades, que correspondem de 15 a 30 litros de leite por animal por dia, já que os produtores possuem animais de raças específicas e bons equipamentos para manejo de seu rebanho.

A atividade leiteira nas propriedades selecionadas é tida como a principal fonte de renda das famílias. O plantel de animais em ordenha variou de 10 e 100 vacas em lactação, e como principal determinante, a utilização da silagem a partir do milho safrinha (milho de 2ª safra), onde foram feitas as coletas de solo para a realização das análises propostas. A Figura 1 representa a localidade das propriedades onde foram coletadas as amostras de

solo no município de Cascavel.

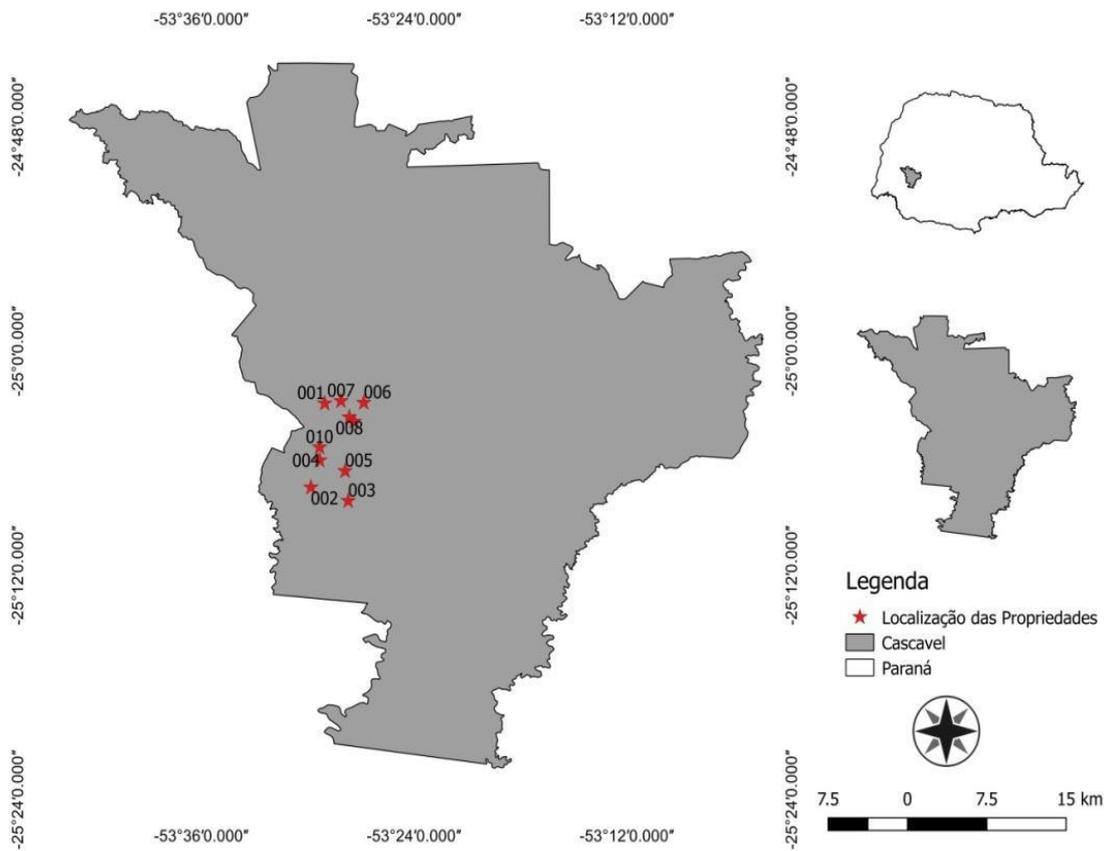


Figura 1. Localização das propriedades no município. Fonte: IGBE; Autor, 2017.

Assim, estipulou-se a identificação como P para (Propriedade) e um algoritmo para identificar propriedades que participaram deste estudo. Os resultados foram apresentados como P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10.

#### 4.2 Levantamento de Informações

As informações sobre o manejo das áreas em estudo foram obtidas e realizou-se uma breve caracterização das propriedades, a partir de uma conversa com os produtores. Assim, os produtores comentaram sobre o histórico do manejo de produção. Com esse contato inicial, foi feito o registro das informações de interesse e foi solicitada a permissão para as coletas de solo.

A conversa e a primeira coleta de solo foram realizadas entre os dias 03/03/2016 e 20/03/2016. Os produtores visitados pertencem às comunidades: Peroba, Rio Diamante, Rio 47, São Mateus, Bom Retiro e Nossa Senhora dos Navegantes.

### 4.3 Coleta de dados e das amostras de solo

As coletas foram realizadas em dois períodos de tempo: Março, após o plantio do milho e em Junho, depois de feita a silagem no ano de 2016. No mês de março, foram coletadas apenas amostras compostas de solo para análises química (Al, Fe, Ca, P, Cu, Mg, Mn, K, Zn, pH, H<sup>+</sup> Al e matéria orgânica) e de residual agroquímico (compostos organoclorados e organofosforados). Já no mês de junho, o solo foi coletado para as análises física (resistência mecânica à penetração, macro e microporosidade, densidade e umidade), química e de residual agroquímico.

A resistência do solo foi determinada pelo Penetrômetro de Stolf, para determinar um ponto em cada área e foram realizadas cinco medições em raio de aproximadamente dois metros. Foram verificadas as profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, obtidas as médias para que, posteriormente, fossem gerados os gráficos a fim de indicar os níveis de resistência.

Ainda, para a análise física, foram coletadas cinco amostras de solo não deformadas no mesmo ponto em que foi feita a medição da resistência à penetração. Assim, amostras foram obtidas em anéis volumétricos e submetidas à saturação por 24 horas em água com um terço da altura dos anéis para a determinação de macroporosidade, microporosidade e porosidade total.

Após esse período, as amostras foram drenadas utilizando-se a mesa de tensão equivalente a 0,006 Mpa. O método do volume conhecido do teor de água contida no solo foi utilizado para determinar a densidade das amostras também com a mesa de tensão. E para a determinação da umidade do solo, cerca de 20 gramas de solo foram coletados e acondicionados em embalagem vedada para preservação das características. As amostras foram encaminhadas para o laboratório onde foram divididas em triplicata, cada uma delas com cinco gramas e transferidas para uma lata de alumínio de peso conhecido. As amostras foram pesadas e transferidas para estufa a 105-110 °C por 24 horas. Em seguida, foram transferidas para o dessecador e pesadas novamente. Depois, foi calculada a média dos valores e o resultado expresso em porcentagem conforme indica a literatura (EMBRAPA, 1997).

As amostras compostas foram constituídas de 12 amostras simples e cada amostra simples foi formada por quatro partes do ponto de referência indicado pelo GPS (Sistema de Posicionamento Global). As amostras foram coletadas nas áreas de até três hectares como indicado pela Embrapa (2014). O solo foi coletado com auxílio do trado tubular em cada ponto. Em seguida, todos os pontos foram homogeneizados em cada propriedade, armazenados em sacos plásticos especiais e levados ao resfriamento até a realização das

análises. Cada amostra foi removida aleatoriamente em profundidade que variou entre 0 e 20cm de solo, com o máximo 500 gramas de solo. A determinação dos pontos aleatórios de coleta foi gerada pelo software QGIS 2.6.1. O número de amostras em cada período de tempo foi de 10 e cada amostra representou uma propriedade, totalizando 20 amostras, as quais referem-se aos dois períodos de tempo: março e junho.

#### **4.4 Armazenagem e preparo das Amostras para Análises de identificação dos contaminantes**

O acondicionamento das amostras foi no Laboratório de Mecanização Agrícola e Agricultura de Precisão (LAMAP) onde ficaram sob refrigeração até a realização das análises. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Agroambientais (LAAA).

Para a extração, identificação e quantificação das moléculas de residual agroquímico, foi adotada a metodologia proposta por Fernandes et al. (2013), na qual se inicia o método de preparo das amostras com peneiramento do solo (peneira de plástico) com malha de 63 µm, utilizando apenas a fração de silte/argila (WHO, 1982).

A análise descrita pelo método QuEChERS utiliza a extração por acetonitrila (C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>N) 99,99%, 99,99% e ocorre da seguinte forma: para a extração das moléculas de interesse, cinco gramas da amostra de solo, 10ml de acetonitrila e 3ml de água destilada foram adicionados em um tubo Falcon de 50ml e, em seguida, toda a solução foi agitada em vortex por um minuto. Em seguida, foi adicionado o QuEChERS e levado para agitar novamente por mais um minuto. A Figura 2 ilustra a metodologia utilizada.

Os kits QuEChERS são comercializados prontos para uso individual. Os reagentes presentes no QuEChERS são 4 gramas anh. MgSO<sub>4</sub>, 1g NaCl, 1g Na<sub>3</sub> Cit. 2H<sub>2</sub>O, 0,5g Na<sub>2</sub>Cit. 1,5 H<sub>2</sub>O. E o arraste da fase sólida (d-SPE), o composto é 150mg MgSO<sub>4</sub>, 50mg C18 e 150mg PSA. Em seguida, o tubo Falcon foi colocado em banho de ultrassom por cinco minutos e depois na centrífuga a 3000 rpm por cinco minutos; Após essas etapas, 1,5ml do conteúdo foi transferido para o d-SPE para eppendorf de 3ml e agitado em vórtex novamente por mais um minuto. Em seguida, o conteúdo foi centrifugado a 4000 rpm por cinco mais minutos.

Para leitura no Cromatógrafo gasoso acoplado a espectro de massa (CG-MS), foram utilizados 500 µL do conteúdo em um vial e para a separação do material, foi utilizada coluna capilar RTX® - 5MS da Restek (30m x 0,25mm x 0,25 µm). A temperatura do forno da coluna foi de 150 °C e a temperatura de injeção de 250 °C com volume de 1 µL. O gás de arraste foi o Hélio com tempo aproximado de 42 minutos. A identificação foi feita pela

comparação do tempo de retenção dos íons com o padrão.

A partir dessa metodologia, e com os padrões de análises dos QuEChERs prontos, seria possível identificar as seguintes moléculas de organoclorados, caso estivessem presentes na amostra em parte por bilhão (ppb): Alachlor, Aldrin, Bromacil, Cyanazine, DDT, DDE, DDD, Dieldrin, Endosulfan I, Endossulfan Sulfato, Endrin, Endrin Aldeído, Endrin Ketone, Heptachlor, Heptachlor Epoxide, Hexachlorobenzeno, Hexaclorociclo , Methoxychlor, Metolachlor, Simazine e Trifluralin. E organofosforados: Azinphos-methyl, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Disulfoton sulfato, Ethoprophos, Menvinphos, Methyl Paraoxon, Mevinphos, Ronnel Fenclorvos.

Haja vista parte desses compostos, tais como: Aldrin, DDT, Endrin, Heptacloro, Lindani, Endosulfan, Metoxicloro serem proibidos para comercialização, distribuição e uso desde a publicação da portaria nº 329 de setembro de 1985 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1985).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização das Propriedades

O levantamento das informações sobre as propriedades foi a partir de um “bate papo” com cada produtor. Desta forma, os produtores ficaram à vontade para conversar sobre seus cultivos, manejo adotado e um pouco da sua história na região.

As propriedades pesquisadas têm como base a agricultura familiar e, em alguns casos, há troca de serviços entre os familiares na comunidade e/ou contratação de pessoal para auxiliar nos afazeres da propriedade.

Nas áreas cultivadas em estudo, 80% são proprietários e responsáveis pela aplicação do defensivo agrícola. Em uma propriedade, o responsável é um funcionário e outra possui ajuda da associação da comunidade para a aplicação no campo.

Os responsáveis pela aplicação dos produtos, na maioria das propriedades, têm entre 18 e 50 anos, como recomenda a legislação e, três produtores estão acima de 51 anos de idade. As áreas das propriedades selecionadas possuem uma variação entre 16 a 200 hectares, e nas áreas em estudo, além do milho para a silagem, normalmente são produzidos outros tipos de cultivos comerciais, tais como soja, milho (em grão), feijão e aveia (para pré-secado ou feno), com a utilização da prática de sucessão de culturas. Haja vista o milho de segunda safra ser dependente da cultura anterior, ele possui tempo médio de 110 dias para o corte. Alguns produtores iniciam seu plantio por volta da segunda quinzena de janeiro e outros ainda plantam até o início de março, considerando a silagem a partir da primeira quinzena de maio até o mês de junho.

Esses sistemas de produção já estão por muito tempo nas propriedades, na sua maioria, há mais de uma década, e estão na segunda geração, entretanto, outras estão apenas com três anos de produção na bovinocultura leiteira.

Para a realização do plantio do milho, cinco dos dez produtores revelaram a necessidade de se utilizar algum defensivo antes do plantio, no qual o produto utilizado por todos foi o glifosato. E, após o plantio, todos os produtores comentaram que houve aplicação de algum agroquímico, e o mais mencionado foi o com princípio de Atrazina em que todos utilizaram em algum momento até a colheita do milho. Foi possível perceber durante a conversa com os produtores que, nas propriedades em estudo, os produtos mais usados têm como princípio ativo o Glifosato e a Atrazina.

Em contrapartida, nessa época do ano, as pragas mais citadas que acometem o milho foram a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e o percevejo (*Leptoglossus zonatus*).

Ao tratar do conhecimento sobre os riscos durante o manejo dos agroquímicos e da vestimenta especial para a aplicação, todos relataram que já participaram em algum momento de palestras e cursos que informavam a maneira correta de utilização e cuidados com os produtos. Mas, ainda há o descaso com a própria saúde, pois apenas um produtor comentou que utiliza o Equipamento de Proteção Individual (EPI) completo. Os outros utilizam partes dele e, às vezes, não utilizam proteção alguma.

No que tange à quantidade de produto que utilizam, afirmam seguir o receituário agrônomo e fazer manutenções periódicas em seus equipamentos de pulverização, para reduzir riscos de deriva e contaminação nas proximidades. Os produtores foram seguros em afirmar que, até o momento, não houve algum caso de intoxicação com agroquímicos em sua família e nem com os animais. Os resultados obtidos pelas análises química e física do solo serão repassados para os produtores para acompanhamento da qualidade ambiental do solo.

## **5.2 Características Física e Química do solo**

A caracterização do solo de cada propriedade de onde as amostras foram retiradas ocorreu com o objetivo de que se realizassem as análises física e química. Os dados para análise física foram obtidos apenas no mês de junho após a colheita da silagem, na qual foram observadas a resistência mecânica à penetração do solo, a macroporosidade, a microporosidade, a porosidade total, a densidade e a umidade.

A umidade gravimétrica do solo foi determinada em cada propriedade juntamente com a realização da resistência à penetração. As médias dos valores de umidade de cada propriedade foram P1 - 29,42%, P2 - 26,90%, P3 - 26,14%, P4 - 29,08%, P5 - 25,97%, P6 - 29,05%, P7 - 29,94%, P8 - 29,49%, P9 - 25,81% e P10 - 31,67%.

A resistência à penetração foi obtida com auxílio do Penetrometro de Stolf, em um ponto de cada área, cujo raio foi de aproximadamente 2 metros nas profundidades de 0 a 50 cm. Em relação à camada até cinco centímetros, a propriedade que apresentou maior média foi a P6 com valor de 5,36MPa e a menor foi P2 com 1,45MPa. Na camada de 5 a 10 cm, a maior média foi registrada na propriedade P1 com valor de 4,53MPa e a menor média ocorreu na propriedade P5 com 2,55MPa.

Já na próxima camada, na faixa entre 10 e 15 cm de profundidade, a média mais alta também foi na propriedade P1 com valor de 3,82MPa e a menor média nesta camada foi P5 com 2,08MPa.

Na camada entre 15 e 20 cm ocorreu na propriedade P7 com 3,76MPa, e a menor

média ocorreu na P3 com valor de 2,03 MPa.

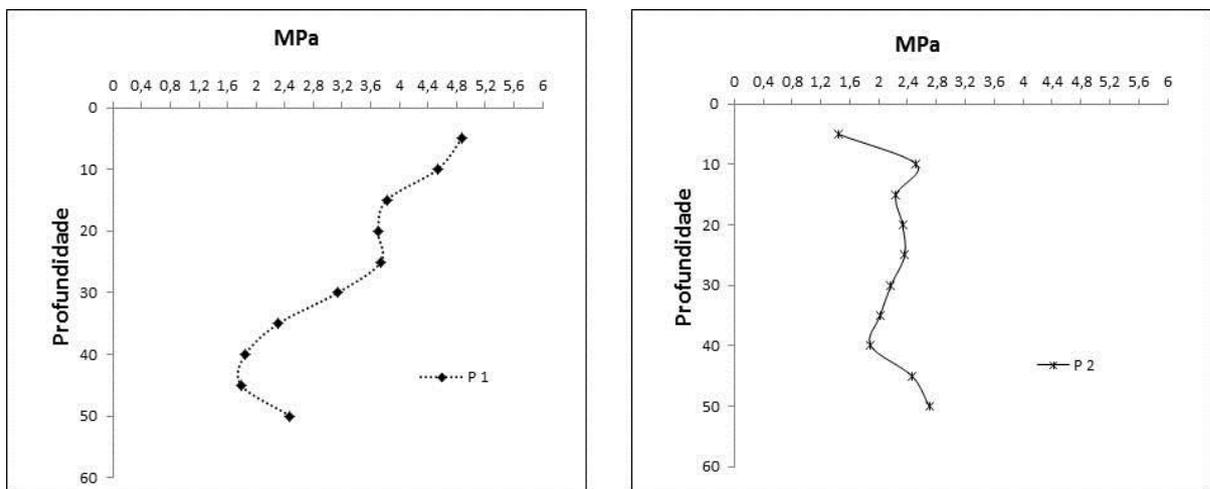
Na camada entre 20 e 25, a média mais alta entre as dez propriedades foi registrada na propriedade P1 com 3,74MPa, e a menor média foi observada na propriedade P3 com 2,22MPa.

Na camada entre 25 a 30 cm foi a propriedade P1 com valor de 3,14MPa de média sendo a mais alta nesta camada de solo, e a propriedade P2 registrou média de 2,17Mpa, considerada como a menor. A próxima, entre 30 e 35 cm, a média que se mostrou maior entre as estudadas foi a propriedade P1 com 2,31MPa e a menor observada foi a propriedade P3 com média de 1,62MPa.

De 35 a 40cm a maior média foi registrada na propriedade P3 com média de 2,37MPa e a menor na propriedade P9 com 1,55MPa. A P2 apresentou a maior média, 2,46MPa e a P9 com média de 1,57MPa na faixa de solo entre 40 e 45 cm de profundidade.

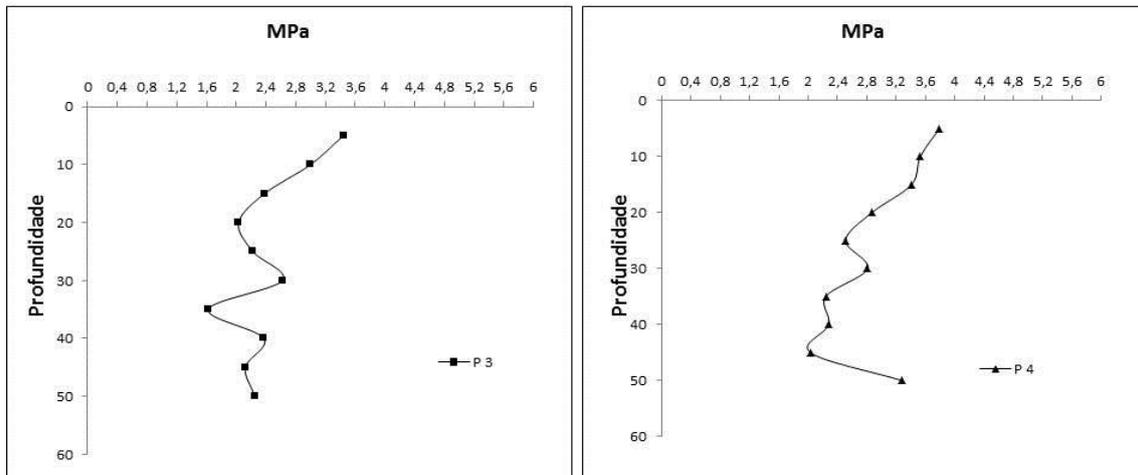
E na profundidade entre 45 a 50cm, a P4 com 3,28MPa e a menor na P7 com 1,86MPa. As médias das áreas em cada camada de solo foram expressas nas Figuras 2 até a Figura 6.

Figura 2: Médias da Resistência mecânica do solo nas áreas P1 e P2.



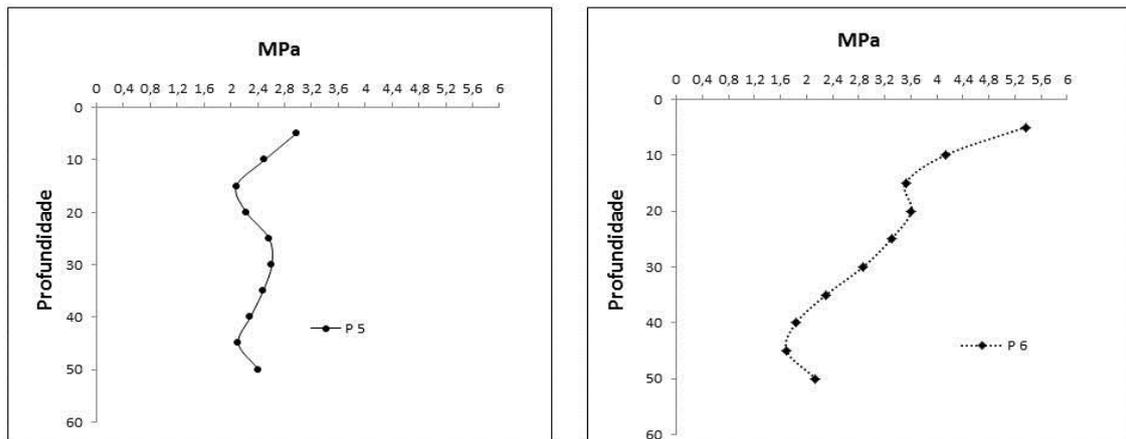
Fonte: Autor, 2017.

Figura 3: Médias da Resistência mecânica do solo nas áreas P3 e P4.



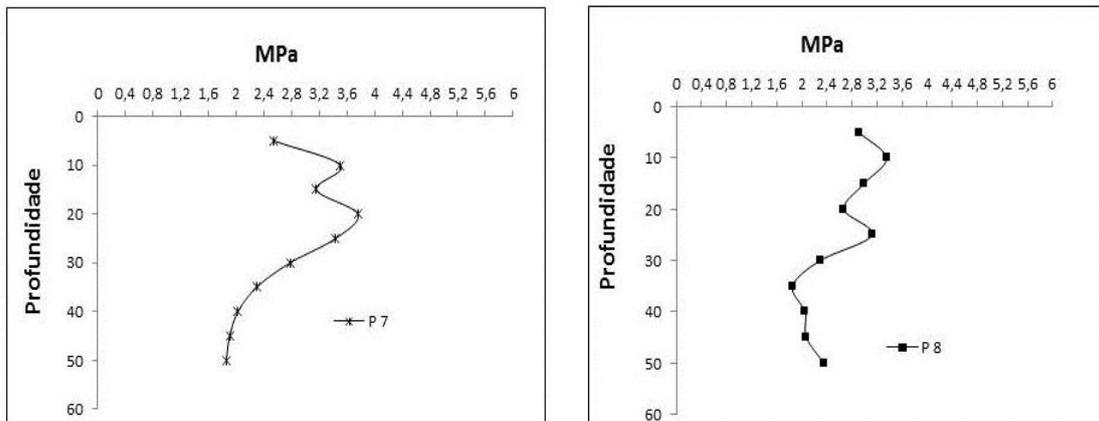
Fonte: Autor, 2017.

Figura 4: Médias da Resistência mecânica do solo nas áreas P5 e P6.



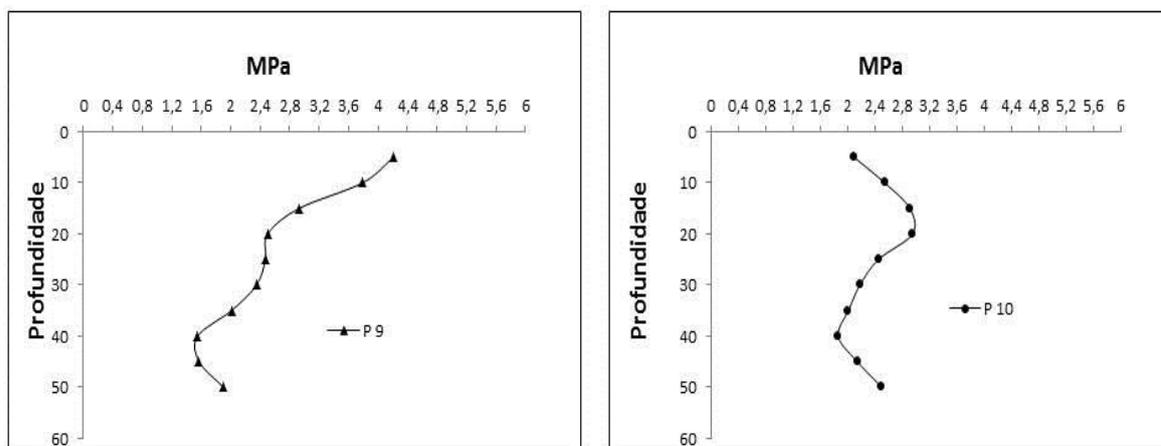
Fonte: Autor, 2017.

Figura 5: Médias da Resistência mecânica do solo nas áreas P7 e P8.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 6: Médias da Resistência mecânica do solo nas áreas P9 e P10.



Fonte: Autor, 2017.

Silveira et al. (2010) indicam valores acima de 2,5 Mpa e podem representar algumas limitações para o desenvolvimento radicular das plantas ou compactação do solo. Podemos observar no gráfico que apenas P2, P7 e P10 apresentam valores abaixo de 2,5Mpa na camada de 0 a 10 no solo, e P1, P3, P4, P5, P6, P8, P9 podem indicar grau de compactação já que a média de umidade todas as propriedades foi 28,35%.

As diferenças entre as profundidades avaliadas e valores muito acima do limite crítico de 2,5 MPa podem esclarecer os valores do coeficiente de variação, tendo em vista que pequenas alterações no conteúdo ou na disponibilidade de água determinam grandes variações na resistência à penetração (SILVEIRA et al., 2010). Nas camadas mais profundas, a partir de 30 cm, as medições ficaram entre 1,6 MPa e 2,8 MPa. Entretanto, Tavares et al. (2001) constataram que, para a cultura do milho, valores 3,54 MPa de resistência à penetração, nos primeiros 15 cm de solo, não restringem o desenvolvimento radicular dessa cultura, apenas alteram sua distribuição estrutural.

Consequências da compactação do solo podem afetar os aspectos produtivos e ambientais, dos quais, a redução dos macroporos e o aumento da resistência do solo à penetração nas raízes das plantas diminuem a quantidade de água disponível no meio, onde parte dos nutrientes essenciais às culturas permanece em camadas próximas à superfície do solo (PELLEGRINI et al., 2016).

De acordo com Moraes (2016), a compactação é apontada como a principal causa de degradação dos solos, pois aumenta a densidade e a resistência mecânica bem como diminui fatores relacionados à porosidade, densidade, matéria orgânica, capacidade de infiltração de água, entre outros. Conseqüentemente, eleva-se a quantidade de poluentes que podem ser conduzidos para outros lugares por escoamento superficial (SILVEIRA et al.,

2010; PELLEGRINI et al., 2016).

Os resultados das análises de macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade foram obtidos a partir da análise estatística descritiva, para a obtenção de média, desvio-padrão, coeficiente de variação, valor mínimo, valor máximo.

Outros indicadores de possível compactação do solo são a densidade e a macroporosidade, as quais são consideradas limitantes para o bom desenvolvimento de uma cultura. Quando a macroporosidade apresenta valor abaixo de  $0,10 \text{ m}^3$ , tal resultado pode ser considerado crítico, pois reduz as trocas gasosas no solo aproximando-se a totalidade de microporos. O valor baixo está diretamente ligado à qualidade da estrutura do solo (PELLEGRINI, et al 2016).

Também, valores apresentados na Tabela 3 quanto à densidade e à porosidade do solo refletem o impacto sofrido pelo solo pelo sistema de preparo, pela não mobilização e pelo tráfego das máquinas agrícolas, cujos resultados são valores mais elevados. Em sistemas de plantio direto, há a redução da porosidade total, da distribuição da macroporosidade e microporosidade, todavia, não ocorre alteração significativa nesta última, como se pode observar na tabela (TORMENA et al., 2004).

A Tabela 3 apresenta as respostas da macroporosidade, densidade, porosidade total e microporosidade do solo nas dez propriedades:

Tabela 3. Estatística descritiva da Macroporosidade, Densidade, Porosidade Total e Microporosidade.

Identificação											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Macroporosidade %	Média	7,54	10,91	9,17	-2,26	18,61	18,67	0,98	17,11	24,84	1,92
	DP	6,41	5,51	4,00	7,18	3,32	2,68	6,89	4,01	3,28	14,08
	CV (%)	84,89	50,53	43,67	-318,25	17,84	14,34	705,33	23,43	13,31	733,64
	Mínimo	0,87	4,52	4,62	-12,73	13,64	14,34	-7,60	12,62	20,18	-13,22
	Máximo	16,39	15,68	14,42	6,89	22,52	21,10	10,03	20,85	28,87	24,82
Densidade	Média	3,71	3,71	3,67	3,47	3,91	3,94	3,55	3,91	4,08	3,55
	DP	0,13	0,14	0,09	0,15	0,06	0,05	0,19	0,08	0,07	0,24
	CV (%)	3,58	3,67	2,48	4,31	1,44	1,20	5,38	2,07	1,72	6,72
	Mínimo	3,54	3,56	3,57	3,42	3,83	3,87	3,36	3,81	3,97	3,28
	Máximo	3,90	3,84	3,78	3,65	3,98	4,00	3,76	3,98	4,15	3,93
Porosidade Total	Média	40,06	39,98	38,57	31,00	47,41	48,79	34,16	47,37	53,82	33,98
	DP	4,98	5,13	3,44	5,64	2,12	1,78	7,21	3,05	2,64	9,01
	CV (%)	12,43	12,84	8,91	18,19	4,48	3,65	21,11	6,44	4,90	26,51
	Mínimo	33,45	34,35	34,58	23,36	44,48	46,20	26,83	43,66	49,91	23,88
	Máximo	47,16	45,00	42,61	38,06	50,41	50,90	41,90	50,09	56,66	48,49
Microporosidade %	Média	32,52	29,07	29,41	33,26	28,80	30,12	33,19	30,25	29,19	32,17
	DP	1,52	0,81	0,72	1,83	1,47	1,02	1,12	1,25	1,05	5,09
	CV (%)	4,68	2,79	2,43	5,50	5,09	3,39	3,38	4,14	3,61	15,87
	Mínimo	30,77	28,03	28,19	31,17	27,60	29,24	31,87	28,79	28,00	23,66
	Máximo	34,32	30,01	29,96	36,09	30,86	31,86	34,42	31,91	30,27	37,11

Fonte: Autor, 2017.

O Coeficiente de variação (CV) foi considerado muito alto no fator da macroporosidade em 50% das propriedades (P1, P2, P3, P6 e P7) com valores de 30%. As propriedades P5, P6 e P9 apresentaram valores de CV considerados intermediários, pois foram superiores a 10% mas inferiores a 20%. Um fato isolado ocorreu com a propriedade P4, que apresentou valor negativo.

O que tange aos resultados referentes à densidade, 100% das propriedades apresentaram CV menor que 10%. A variação de valores também ocorreu no fator porosidade total, no qual, 50% das propriedades (P3, P5, P6, P8 e P9) apresentaram CV menor que 10%, valor classificado como baixo, 30% das propriedades (P1, P2 e P4) apresentaram CV médio, entre 10% e 20%, e duas propriedades (P7 e P10) apresentaram CV considerado elevado, entre 20% e 30%. O CV representado pelo fator da microporosidade apresentou semelhança entre os valores em 90% das propriedades em estudo, porém, apenas P10 foi classificada como CV médio,  $10% < CV \leq 20%$ .

O modelo de classificação utilizada é descrito por Pimentel Gomes (1985) em seus estudos, que determina que, para  $CV \leq 10%$  é considerado baixo; é considerado médio quando  $10% < CV \leq 20%$ , é considerado alto quando  $20% < CV \leq 30%$  e muito alto quando  $CV > 30%$ .

Assim, Pellegrini et al. (2016) afirmam que, para se obter boa produtividade, deve-se contribuir para a conservação do solo, atender as demandas de nutrientes e manter a qualidade física do solo. A partir de uma análise de solo, é possível acompanhar o equilíbrio nutricional para: o desenvolvimento das culturas, necessidade de correção de pH e a quantidade certa de nutrientes para cada cultura, além de verificar os possíveis riscos a contaminações (BRUNETTO et al., 2016).

Os macronutrientes são classificados pela quantidade que a planta retira do solo para atingir seu ciclo. Os nutrientes são nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Os micronutrientes são requeridos em menor quantidade, tais como boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) (RONQUIM, 2010). Esses nutrientes quando ausentes ou em níveis baixos no solo, a reposição é feita por manejo específico quanto à quantidade para cada cultura.

Para a cultura do milho, a demanda é maior para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, mas, há pouca demanda para os micronutrientes. Todavia, caso haja deficiência em algum, pode ocorrer efeito na desorganização de processos metabólicos e redução da produtividade (COELHO et al., 2010). Nas propriedades em estudo, os nutrientes do solo foram avaliados antes e depois da produção de silagem. Os macronutrientes e micronutrientes, de forma geral, tanto na primeira amostragem quanto na segunda, apresentaram bons percentuais e atenderam o mínimo necessário à fertilidade tanto do solo quanto da cultura.

Segundo Coelho et al. (2010), ao se tratar da exportação dos nutrientes para a cultura do milho, aproximadamente 75 a 85% do P disponível no solo é translocado para o grão, 70 a 80% do N, 60% do enxofre, 45 a 70% do Mg, e 25 a 40% do K e entre 3 a 7% de Ca vão para a palhada. No entanto, quando se prepara a silagem, não há retorno desses nutrientes para o solo, visto que também a parte vegetativa é colhida.

Nas propriedades, ao se tratar do P, no primeiro momento, 40% das propriedades (Tabela 7) apresentaram deficiência nesse nutriente, com valor abaixo do recomendado, mínimo 15mg/dm<sup>3</sup>, e 80%, no segundo momento após a colheita da silagem, indicando o consumo feito pela cultura.

Tabela 4. Comportamento do Fósforo (P) no solo.

Período	Identificação									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Março	15,60	24,40	21,20	6,04*	13,70*	12,80*	16,00	34,00	36,70	8,76*
Junho	10,70*	22,80	6,32*	9,16*	3,92*	6,82*	8,54*	19,30	12,70*	7,98*

\*Valores abaixo da referência >15mg/dm<sup>3</sup>

Fonte: Autora, 2017.

As amostras de março foram analisadas para determinar o teor de potássio no solo e observou-se que 100% das propriedades apresentaram o valor mínimo recomendado de potássio. Já nas amostras de junho, 30% das propriedades apresentaram teor de potássio abaixo do recomendado.

Tabela 5. Comportamento do Potássio (K) no solo.

Período	Identificação									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Março	0,43	0,95	0,45	0,97	0,51	0,82	1,00	0,48	0,77	0,61
Junho	0,27*	0,97	0,40	0,64	0,60	0,54	0,47	0,30*	0,28*	0,63

\*Valores abaixo da referência >0,4Cmolc./dm<sup>3</sup>

Fonte: Autora, 2017.

Já em relação ao Ca no mês março apenas a P3 o valor do nutriente foi abaixo do mínimo, em junho a P3 e P5.

Tabela 6. Comportamento do Cálcio (Ca) no solo.

Período	Identificação									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Março	6,20	6,03	3,08*	6,23	5,88	5,98	7,98	8,03	7,08	7,33

\*Valores abaixo da referência >5 Cmolc./dm<sup>3</sup>

Fonte: Autora, 2017.

Os dois períodos de tempo estudados nesta pesquisa apontaram que o magnésio apresentou resultados mínimos recomendados em 100% das propriedades.

Tabela 7. Comportamento do Magnésio (Mg) no solo.

Período	Identificação									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Março	1,98	1,75	1,02	2,87	2,53	2,29	2,06	3,30	2,53	2,04
Junho	2,45	1,51	1,97	2,99	1,54	1,65	1,91	3,06	1,76	2,35

\*Valores abaixo da referência >1 Cmolc./dm<sup>3</sup>

Fonte: Autora, 2017.

Os nutrientes cobre, ferro, magnésio e zinco apresentaram valores adequados em 100% das propriedades nos dois períodos de tempo de amostragem. Mas, em relação à acidez, o Latossolo normalmente tem pH entre 4,0 e 5,5, considerados ácidos (SOUSA; LOBATO, 2007). Na primeira amostragem, as áreas de estudos apresentaram pH mais ácido nas propriedades P3 (3,98) e na P7 (5,35). Na segunda amostragem, a propriedade P3 continuou com pH mais ácido 4,49 e a P7 também continuou com o pH mais próximo do ideal para o desenvolvimento das culturas.

Outra característica dos Latossolo é a baixa fertilidade e alta saturação de alumínio, portanto, nas áreas avaliadas, as P7, P8, P9, P10 não apresentaram o elemento Alumínio na primeira coleta, na amostragem realizada em junho nas P1, P7 e P10. Porém, as propriedades P2, P3, P4 e P5 apresentaram valores considerados elevados, ou seja, maiores que <0,1 - o valor de referência. Em março, a P3 apresentou o valor mais elevado (2,10 molc.dm<sup>3</sup>) nos dois períodos de coleta mas, em junho, o valor foi de 0,55 molc.dm<sup>3</sup>, recomendável para fazer aplicação de calcário.

A matéria orgânica presente em todas as amostras nos dois períodos de tempo foi considerada boa, pois os valores se apresentaram superiores ao recomendável, cerca de 50% a mais. É considerada a variável mais importante no solo, pois além de determinar a fertilidade do solo também contribui para definir o destino de agroquímicos presentes (FELIX, 2007).

### 5.3 Índice Residual de Agroquímicos no solo

O resultado das análises de verificação de residual agroquímica foi expresso em partes por bilhão (ppb) dos compostos: organoclorados: Alachlor, Bicyclo (2.2.1), DDE, Dimetano, Endrin, Endrin Aldeído, Endrin Ketone, Heptachlor, Heptachlor Ep., Hexachlor benzeno, Hexachlor cycl., Methoxychlor, Metolachlor, Mitotane, Simazine e dos organofosforados: Azinphos-methyl, Chlorpyrifos, Dichlorvos, Disulfoton sulfato,

Ethoprophos, Methyl Paraoxon, Mevinphos, Ronnel Fenclorvos.

Entretanto, moléculas de Aldrin, Bromacil, Cyanazine, DDT, DDD, Dieldrin, Endosulfan I, Endossulfan Sulfato e Trifluralin não foram encontradas nas amostras analisadas.

Os valores das moléculas estão expostos nas tabelas abaixo (11 a 20) e cada tabela representa uma propriedade P com as moléculas identificadas e a quantidade expressa em ppb. Os valores também foram convertidos em mg/kg e mesmo sendo considerado valor baixo ppb e/ou mg/kg, há a presença desses compostos no solo analisado.

Tabela 8. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P1.

P1				
Organoclorados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor	0,8695	0,0008		
Endrin	0,9742	0,0009		
Endrin Aldeído	0,4454	0,0004		
Heptachlor			0,6428	0,0006
Heptachlor Ep.	0,7089	0,0007	0,72095	0,0007 <sup>1</sup>
Hexachlor benzeno	0,5725	0,0005	0,5721	0,0005
Hexachlor cycl.	2,9648	0,0029	2,9756	0,0029 <sup>1</sup>
Methoxychlor			1,8462	0,0001
Simazine	0,7288	0,0007		
Organofosforados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Disulfoton sulfato	2,1318	0,0021	2,1424	0,0021 <sup>1</sup>
Methyl Paraoxon	3,2729	0,0032	3,2810	0,0032 <sup>1</sup>
Mevinphos			1,5525	0,0015

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

O princípio ativo de Alachlor foi registrado em 90% das amostras em alguns dos períodos. Nos períodos de março e junho, o alachlor estava presente nas amostras das propriedades 5, 7 e 10, visto que, o valor deste herbicida foi reduzido em relação à primeira e à segunda amostra. P1 e P4 registraram a presença do alachlor na primeira coleta de solo, em março e nas propriedades P2, P6, P8, e P9. A molécula do herbicida também estava presente na segunda amostragem no mês de junho. O Alachlor é um herbicida pré-emergente com classificação toxicológica III e ainda é utilizado nas culturas de algodão, amendoim, café, cana-de-açúcar, girassol, milho e soja. Para o milho, o Limite Máximo de Resíduo (LMR) do alachlor é de 0,2 mg/kg e, para soja, o LMR é de 0,05 mg/kg (ANVISA, 2017).

Tabela 9. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P2.

P2				
Organoclorados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor			0,8701	0,0008
Heptachlor	1,1309	0,0011	1,1319	0,0011
Heptachlor Ep.	0,8969	0,0009	0,7749	0,0007 <sup>2</sup>
Hexachlor benzeno	0,5714	0,0005		
Methoxychlor	1,8465	0,0018		
Metolachlor	0,8969	0,0009		
Organofosforados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Disulfoton sulfato			2,1362	0,0021
Methyl Paraoxon	3,2793	0,0032	3,2882	0,0032 <sup>1</sup>
Mevinphos			1,5872	0,0015

<sup>1</sup> Aumentou em relação a primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação a primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

As moléculas do hexachlor benzeno e do hexachlor cycl. estão presentes em quase todas as amostras. O Hexachlor benzeno foi muito utilizado na agricultura no mundo todo na aplicação em sementes para prevenção de surgimento de fungos (CETESB, 2015; FELIX, 2007). O hexachlor benzeno apareceu somente na propriedade P2 nas amostras de março. Todavia, estava presente nas propriedades P3, P4, P6, P8 e P9 durante as coletas realizadas em junho. Já nas propriedades P1 e P10, o hexachlor benzeno foi identificado nos dois períodos de tempo, visto que, em P1, o valor deste composto em junho reduziu quando comparado ao valor no mês de março e na P10, o valor do hexachlor benzeno obteve um aumento.

Devido à degradação lenta, o hexaclorobenzeno é disseminado no ambiente e persiste durante muito tempo no solo, cuja meia vida chega até 22 anos (GEF, 2006), logo, é considerado potencialmente um bioacumulador (CETESB, 2015). As moléculas da cadeia do hexachlor cycl. foram utilizadas como inseticida (BRAGA, 2012), classificado na classe I, como extremamente tóxico. Identificado nas amostras das propriedades P1, P3, P4, P6, P7, P8, P9 nos dois períodos, cujo valor aumentou no segundo período. E nas propriedades P5 e P10, o aumento ocorreu apenas em junho.

Tabela 10. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P3.

P3				
Organoclorados		Junho		
Molécula	Março	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Endrin Aldeído	0,8625	0,0008	0,4442	0,0004 <sup>2</sup>
Heptachlor Ep.	0,7852	0,0007	0,8873	0,0008 <sup>1</sup>
Hexachlor benzeno			0,57140	0,00057
Hexachlor cycl.	2,9635	0,0029	2,9731	0,0029 <sup>1</sup>
Metoxychlor			1,8480	0,0018
Organofosforados		Junho		
Molécula	Março	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Dichlorvos			1,4188	0,0014
Disulfoton sulfato			2,1450	0,0021
Methyl Paraoxon	2,4148	0,0024	3,4500	0,0034 <sup>1</sup>
Mevinphos	1,5647	0,0015	1,6183	0,0016 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

O Heptachlor e seu metabolito também estiveram presentes em 90% das amostras. O inseticida teve seu uso proibido na década de 80 (BRASIL, 1985) e era muito utilizado para conter as pragas no solo, tratamento de sementes do milho (FELIX, 2007).

Nas amostras, o heptachlor esteve presente nas propriedades P2, P5, P8 e P10 nos dois períodos de tempo, porém, nas propriedades P5, 8 e 10, o valor do heptachlor diminuiu quando comparado à primeira amostra e na propriedade P2, o valor aumentou. Já nas propriedades P4, P6, P7 e P9, princípio ativo foi identificado apenas nas amostras coletadas no mês de junho. O heptachlor ep. foi detectado nas amostras de P1, P3 e P7 com valor mais elevado em junho. Nas propriedades P2, P6 e P9, o valor quantificado diminuiu quando comparado à primeira amostragem.

Na propriedade P5, o valor do heptachlor ep. manteve-se nos dois períodos de tempo e nas propriedades P8 e P10, heptachlor ep. foi identificado apenas em março e na P4 apenas em junho. Esses produtos são considerados altamente tóxicos, persistentes no ambiente e bioacumuláveis. No solo, eles se apresentam na forma estacionária e ao sofrerem oxidação resultam em heptachlor ep., que é ainda mais persistente (FELIX, 2007; GEF, 2006).

Outro princípio ativo proibido, o endrin e seus metabólitos, foram utilizados como inseticida, rodenticida e avicida por serem de toxicidade aguda, principalmente nas lavouras de algodão, trigo e maçã (FELIX, 2007). Foi identificado nas amostras da propriedade P1 em março e P6 em junho. Já o Endrin Aldeído foi encontrado nas propriedades P1, P6, P7 e P8 nas amostras referentes ao primeiro período. Em junho, o endrin foi identificado na propriedade P9, e nos dois períodos em estudo foi identificado apenas na propriedade P3,

com valor cerca de 50% a menos em junho em relação a março. O Endrin Ketone, nas propriedades P6 e P7 em março e, nas propriedades P1 e P10 o endrin foi identificado em junho.

Tabela 11. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P4.

P4				
Organoclorados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor	0,8689	0,0008		
Heptachlor			1,1284	0,0011
Heptachlor ep.			0,7198	0,0007
Hexachlor benzeno			0,5722	0,0005
Hexachlor cycl.	2,9633	0,0029	2,9709	0,0029 <sup>1</sup>
Organofosforados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Dichlorvos	1,4174	0,0014		
Disulfoton			2,6208	0,0026
Disulfoton sulfato	2,13910	0,00214		
Methyl Paraoxon	3,3099	0,0033	3,4226	0,0034 <sup>1</sup>
Mevinphos			1,5843	0,0015
RonnelFenchlorvos	0,3221	0,0003	0,3216	0,0003

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

Um herbicida ainda considerado de uso liberado é o simazine, classificado na Classe III de toxicidade. Ele é geralmente usado nos cultivos de abacaxi, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citros, maçã, milho, pinus, seringueira, sisal, sorgo e uva. No milho, a LMR é de 0,02 mg/kg, sem determinação de intervalo de segurança (ANVISA, 2017). Nas amostras, o simazine foi encontrado apenas na propriedade P1, no período de março.

O metoxichlor, inseticida também proibido pela Portaria nº 329 de setembro de 1985 (BRASIL, 1985), foi identificado nas propriedades P1, P3, P5 e P7, no período da segunda coleta, e apenas na propriedade P2 na primeira coleta.

A propriedade P2, no período de março, foi a única que registrou a presença do metolachlor, um herbicida de classificação toxicológica III, indicado para culturas de cana-de-açúcar, milho e soja. No milho, a LMR é de 0,2 mg/kg (ANVISA, 2017).

Tabela 12. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P5.

P5				
Organoclorados		Junho		
Molécula	Março	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Aalachlor	0,8700	0,0008	0,8697	0,0008
Heptachlor	1,1322	0,0011	1,1299	0,0011
Heptachlor ep.	0,9904	0,0009	0,9904	0,0009
Hexachlor cycl.			2,9748	0,0029
Metoxichlor			1,8471	0,0018
Organofosforados		Junho		
Molécula	Março	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Azinphos-methyl			2,8597	0,0028
Disulfoton			2,6211	0,0026
Disulfoton sulfato	2,1331	0,0021		
Methyl Paraoxon	3,2898	0,0032	3,3268	0,0033 <sup>1</sup>
Mevinphos			1,6058	0,0016
RonnelFenchlorvos	0,3219	0,0003		

<sup>1</sup> Aumentou em relação a primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação a primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

O methyl paraoxon é um inseticida e acaricida com classificação toxicológica I, utilizado em aplicação foliar nos cultivos de algodão e soja, foi proibido em 2015 pela Resolução RDC nº 56, de 11 de dezembro de 2015. Seu LMR é de 0,3 mg/kg para o algodão, e 0,1 mg/kg para soja com intervalo de segurança de 15 dias para ambas culturas (ANVISA, 2017). Segundo Cunha (2016), ainda há um produto com permissão para aplicação no milho com esse princípio ativo possui um intervalo de 14 dias com máximo de quatro aplicações e para soja apenas uma aplicação. Essa molécula foi encontrada nos dois períodos de coleta de amostra de solo nas propriedades P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8 e P10 com a segunda coleta com valores elevados quando comparados à primeira. Na propriedade P9, o valor reduziu, e na P7, a molécula de methyl paraoxon foi identificada apenas em junho.

Disulfoton e disulfoton sulfato inseticida, acaricida e fungicida, tem classificação toxicológica de Classe I, com permissão de uso. A aplicação desse inseticida no solo é para proteção das culturas de café e em sementes de algodão (ANVISA, 2017). O Disulfoton foi identificado nas propriedades P4, P5 e P6 no mês de junho, ou seja, na segunda coleta. Entretanto, na P8, nos dois períodos em que foi realizada a amostragem, o valor reduziu em junho. Já o Disulfoton sulfato foi detectado nas P1 e P9 com aumento do valor na segunda amostragem. Mas, houve redução dele na P7. Nas P4 e P5, foi identificada a presença do disulfoton apenas no mês de março, e nas P2, 3 e 10, apenas no mês de junho.

Tabela 13. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P6.

P6				
Organoclorados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor			0,8719	0,0008
Endrin			0,9895	0,0009
Endrin Aldeído	0,8240	0,0008		
Endrin Ketone	0,6426	0,0006		
Heptachlor			0,0092	0,0000
Heptachlor ep.	0,9141	0,0009	0,7066	0,0007 <sup>2</sup>
Hexachlor benzeno			0,5705	0,0005
Hexachlor cycl.	2,9609	0,0029	2,9844	0,0029 <sup>1</sup>

Organofosforados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Disulfoton			2,6209	0,0026
Ethoprophos	1,1647	0,0011		
Methyl Paraoxon	3,3260	0,0033	3,3775	0,0033 <sup>1</sup>
Mevinphos			1,5925	0,0015
RonnelFenchlorvos	0,3216	0,0003		

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

Mevinphos, inseticida e acaricida, tem classificação toxicológica na Classe I. A aplicação é de forma foliar nas culturas de alface, cebola, couve, espinafre, feijão, melão, morango e tomate (ANVISA, 2017). Na propriedade P3, o mevinphos foi identificado nos períodos de março e junho com aumento do valor deste inseticida na segunda coleta. Entretanto, nas propriedades P1, P2, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10, o mevinphos foi identificado apenas na primeira coleta, em março.

A molécula do Dichlorvos é um inseticida de classificação toxicológica Classe II. A comercialização ocorre por venda livre 1 %, entidades especializadas 2 %, iscas 2 %, pós e granulados 5 % para volatilizantes não é permitido (ANVISA, 2017). A molécula do dichlorvos esteve presente nas propriedades P3, P8 e P10 no mês de junho e o mesmo foi registrado em março nas propriedades P4 e P7.

Ronnel fenchlorvos esteve presente nos dois períodos apenas na P4. Nas propriedades P5 e P6 na primeira amostragem e nas propriedades P7, P8 e P9 na segunda amostragem, em junho. Este inseticida é normalmente utilizado para pragas urbanas, com classificação III. Seu uso está proibido nas culturas abacaxi, alface, alho, arroz, banana, café, citrus, feijão, maçã, mamão, manga, melão, milho, morango, pimentão, soja, tomate, trigo e uva (ANVISA, 2017).

Tabela 14. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P7.

P7				
Organoclorados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor	0,8693	0,0008	0,8692	0,0008
Endrin Aldeído	0,4486	0,0004		
Endrin Ketone	0,6350	0,0006		
Heptachlor			1,1354	0,0011
Heptachlor	0,7150	0,0007	0,7523	0,0007 <sup>1</sup>
Hexachlor cycl.	2,9532	0,0029	2,9773	0,0029 <sup>1</sup>
Metoxichlor			0,0519	0,0000

Organofosforados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Chlorpyrifos			1,6043	0,0016
Dichlorvos	1,4192	0,0014		
Disulfoton sulfato	2,1339	0,0021	2,1313	0,0021
Methyl Paraoxon			3,4846	0,0034
Mevinphos			1,6076	0,0016
RonnelFenchlorvos			0,3216	0,0003

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

Azinphos-methyl foi detectado nas propriedades P5 e P10 no segundo período, junho, e na propriedade P8 no primeiro, em março. O inseticida já foi multi-utilizado, mas hoje está suspenso no Brasil.

A P6, na amostragem realizada em março, foi a única propriedade que identificou o Ethoprophos, ainda utilizado como nematicida e inseticida, com classificação toxicológica de Classe I. Com a aplicação no solo, principalmente na cultura da batata, com LMR de 0,05 e intervalo de segurança de 61 dias (ANVISA, 2017; CUNHA, 2016).

O mesmo caso ocorreu na P7, no período de junho referente ao Chlorpyrifos, que segundo os dados da ANVISA (2017), ainda é usado como inseticida, formicida e acaricida e possui classificação toxicológica Classe II. Normalmente, é feita aplicação foliar nas culturas de algodão, batata, café, cevada, citros, feijão, maçã, milho, pastagem, soja, sorgo, tomate (com uso autorizado apenas para tomate rasteiro, com destinação a indústrias) e trigo. Também pode ser aplicado, de forma localizada na cultura da banana (saco para proteção do cacho). E pode ser aplicado no solo nas culturas de batata e milho.

Aplicação no controle de formigas ocorre apenas na forma de isca granulada, conforme aprovação em rótulo e bula. No milho, o LMR foliar é de 0,1mg/kg com intervalo de segurança de 21 dias, e o mesmo valor de LMR para aplicação no solo, mas sem determinação de algum intervalo de segurança. Ainda segundo Cunha (2016), o Chlorpyrifos foi o inseticida mais vendido na região de Cascavel para as culturas da soja e do milho.

Tabela 15. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P8.

P8				
Organoclorados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor			0,8703	0,0008
Endrin Aldeído	0,4431	0,0004		
Heptachlor	1,1291	0,0011	0,0092	0,0000 <sup>2</sup>
Heptachlor Ep.	0,78048	0,00078		
Hexachlor benzeno			0,5740	0,0005
Hexaclor cycl.	2,9547	0,0029	2,9793	0,0029 <sup>1</sup>

Organofosforados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Azinphos-methyl	2,8592	0,0028		
Dichlorvos			1,4140	0,0014
Disulfoton	2,6209	0,0026	2,6208	0,0026
Methyl Paraoxon	3,4081	0,0034	3,4322	0,0034 <sup>1</sup>
Mevinphos			1,5679	0,0015
Ronnel Fenclorvos			0,3216	0,0003

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

Já os princípios ativos de Dimethano, o qual foi identificado nas propriedades P4 em junho e P3 em março, os princípios ativos do DDE na P4 em março e, na P10, ele foi identificado em junho. O Mitotane foi identificado em junho nas P4 e P5, e o Bicyclo (2.2.1) foi identificado na P7 em junho, houve identificação das presenças dos princípios ativos acima citados. Entretanto, em quantidades muito baixas, por isso não foi possível fazer sua quantificação com precisão.

Mitotane e Bicyclo (2.2.1) não possuem referências de LMR até o momento por serem utilizados em produtos e medicamentos veterinários (CUNHA, 2016), que podem ser relacionados com as propriedades, que apresentam sistema de produção de bovinocultura de leite.

Tabela 16. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P9.

P9				
Organoclorados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor			0,8698	0,0008
Endrin Aldeído			0,4467	0,0004
Heptachlor			1,1288	0,0011
Heptachlor Ep.	0,8837	0,0008	0,7058	0,0007 <sup>2</sup>
Hexachlor benzeno			0,5704	0,0005
Hexachlor cycl.	2,9621	0,0029	2,9800	0,0029 <sup>1</sup>

Organofosforados	Março		Junho	
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Disulfoton sulfato	2,1344	0,0021	2,1367	0,0021 <sup>1</sup>
Methyl Paraoxon	3,2826	0,0032	3,2399	0,0032 <sup>2</sup>
Mevinphos			1,6004	0,0016
RonnelFenchlorvos			0,3217	0,0003

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

Ainda, segundo Cunha (2016), uma hipótese de muitas moléculas serem identificadas na região é a proximidade de fronteira com o Paraguai, cujo uso é liberado, mas muitos desses produtos são proibidos no Brasil. Como é possível observar, vários dos princípios ativos encontrados são considerados prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente e que podem ser bioacumulativos na cadeia alimentar (CUNHA, 2016; BASTOS et al., 2015; BRAGA, 2012; FELIX, 2007).

Um solo bem estruturado é fator determinante para o grau de contaminação de culturas, infiltração e lixiviação de poluentes (FELIX, 2007), por isso, está se tornando uma das principais preocupações referentes aos agroquímicos, por ter potencial acumulativo que gera desequilíbrio ambiental e problemas de saúde pública (BRAGA, 2012; FLORES et al., 2004).

Segundo Felix et al. (2007), Carreiro e Nunes (2016), os compostos organoclorados ainda são encontrados em várias partes do mundo apesar de restrições como no Brasil que proibiu a comercialização, distribuição e uso desde a publicação da portaria nº 329 de setembro de 1985 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1985).

Tabela 17. Quantificação dos princípios ativos presentes nas amostras da P10.

P10				
Organoclorados		Março		Junho
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Alachlor	0,8732	0,0008	0,8705	0,0008
Endrin Ketone			0,62989	0,00063
Heptachlor	1,1306	0,0011	0,0110	0,0000 <sup>2</sup>
Heptachlor Ep.	0,8048	0,0008		
Hexachlor benzeno	0,5705	0,0005	0,5709	0,0005
Hexachlor cycl.			2,9803	0,0029

Organofosforados				
		Março		Junho
Molécula	PPB	Mg/Kg	PPB	Mg/Kg
Azinphos-methy			2,8596	0,0028
Dichlorvos			1,4172	0,0014
Disulfoton sulfato			2,1284	0,0021
Methyl Paraoxon	3,2761	0,0032	3,2810	0,0032
Mevinphos			1,5542	0,0015

<sup>1</sup> Aumentou em relação à primeira coleta. <sup>2</sup> Diminuiu em relação à primeira coleta.

Fonte: Autora, 2017.

Dos compostos identificados DDE, Endrin, Heptachlor e Hexachlor apresentam elevado potencial de contaminação por possuírem pouca mobilidade no solo, logo, tendem a se concentrar, principalmente, naqueles com consideráveis teores de matéria orgânica. Além disso, também possuem propriedades lipofílicas e são bioacumulativas, que podem se acumular na cadeia trófica (CARREIRO; NUNES, 2016).

Nas propriedades em estudo, duas delas (P4 e P10) apresentaram o DDE metabólito do DDT, que é ainda mais resistente aos fatores de degradação. Em relação aos fatores químicos do solo, as propriedades possuem altas concentrações de matéria orgânica.

De modo geral, as propriedades apresentaram quantidades de moléculas semelhantes entre si, e as propriedades P1, P4, P8 e P10 apresentaram 13 princípios ativos nos dois períodos de tempo, março e junho, enquanto as P9, P7, P5 e P3 apresentaram 12 compostos. A P2 apresentou a menor quantidade: dez compostos e P6 identificou a maior quantidade de princípios ativos - 14.

Oliveira e Brighenti (2011) consideram que os solos ricos em matéria orgânica possuem maior diversidade em sua biota e isso pode acelerar os processos de degradação de materiais, além de afetar, indiretamente, as características físicas do solo tais como densidade, porosidade, infiltração, etc. Ainda para esse autor, a profundidade das camadas do solo está diretamente ligada à presença ou não de moléculas e valores reduzidos de matéria orgânica. Para Pellegrini (2013), a maior parte dos problemas ambientais está relacionada ao manejo e ao uso do solo, cujas práticas conservacionistas como controle da erosão, plantio na palhada e rotação de culturas são as principais técnicas empregadas.

No que tange à matéria orgânica disponível, a P2 revelou respostas opostas quando comparadas às respostas encontradas por Carreiro e Nunes (2016) em seu estudo, pois apresentam nos dois períodos de tempo os índices mais baixos de matéria orgânica (MO): 29,26 g/dm<sup>3</sup> em março e 34,25 g/dm<sup>3</sup> em junho. Já a propriedade P6 apresentou valores acima de 2,5 Mpa e isso pode representar propensão à compactação das camadas aráveis do solo, assim como também a P4.

## 6 CONCLUSÕES

As propriedades apresentaram bons resultados em relação às características químicas, apesar da colheita da silagem restar pouca palhada para a proteção do solo, portanto, os produtores investem em fertilizantes e corretivos para o solo quando necessário, portanto, o acompanhamento técnico é indispensável para o manejo correto do solo.

A resistência à penetração do solo foi observada em grande parte das propriedades que se encontram em processo de compactação. Em algumas áreas, as camadas superficiais já apresentam elevada resistência, mas ainda não é prejudicial para o desenvolvimento da cultura do milho, por exemplo.

De acordo com a metodologia de utilização dos QuEChERS, foi possível identificar e quantificar várias moléculas de pesticidas, das quais algumas já se encontram com seu uso restrito há mais de duas décadas, ou seja, há indícios de lenta degradação e persistência desses agrotóxicos no meio ambiente.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho, constatou-se a presença de contaminantes no solo de propriedades rurais com sistema de bovinocultura de leite. Os contaminantes estudados já foram indicados em vários estudos como bioacumulativos e podem afetar a saúde humana, assim, recomenda-se a continuidade de estudos com monitoramento das áreas, já que foi observado que alguns princípios ativos se mantiveram sem alteração no solo.

Também foi identificado que os produtos mais utilizados pelos produtores das áreas em estudo utilizam moléculas de atrazina e glifosato, o que caberia outro estudo referente a essas moléculas no solo.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R. **Qualidade em Tecnologia de Aplicação de Defensivos**. FCA/UNESP. V Congresso Brasileiro de Algodão - 29 de agosto a 01 de setembro. 2005. Disponível em:

[http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba5/354.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/354.pdf)

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 329 de setembro de 1985**. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=568> Acesso em 17/04/2016.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos> Acesso em 17/01/2017.

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Listas de ingredientes ativos com uso autorizado e banidos no Brasil. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas>. Acesso 05/05/2017.

BARBOSA, R. M.; SILVA, M. J. S. da. **Uso sustentável da manipueira como agente inseticida**. Congresso Técnico Científico de Engenharia e da Agronomia – CONTECC. 2014

BAZOTTI, A.; NAZARENO, L. R.; SUGAMSTO, M. Caracterização Socioeconômica e Técnica da Atividade Leiteira do Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. n. 123, p. 213-234, Curitiba. jul./dez. 2012.

BOTTEGA, E. L.; QUEIROZ, D. M. de.; PINTO, F. A. C.; SOUZA, C. M. A. de. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. **Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 1-9, 2013.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Revista Química Nova na Escola** – Química e Sociedade. v. 34, n. 1. p. 10-15. Fevereiro de 2012.

BRASIL, **Lei nº 7.802 de 11 de Julho de 1989**. Dispõe sobre Agrotóxicos e afins. 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm).

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano mais Pecuária/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília. MAPA/ACS. p 32. 2014.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. Estudos e Pesquisas**. Informação Geográfica, n. 9. Rio de Janeiro: IBGE; 2012.

BRUNETTO, G.; ROZANE, D. E.; MELO, G. W. B. de. et al. **Manejo da fertilidade de solos em pomares de frutíferas de clima temperado**. In TIECHER, Tales (Ed.). Manejo e Conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando à conservação do solo e da água. Porto Alegre, 186p. il. UFRGS, 2016.

CAMILO, P. J. **A Dinâmica Espacial do Transporte na Consolidação da Cadeia Produtiva do Leite no Sudoeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Oeste do Paraná – Unioeste – Campus

Francisco Beltrão. 2013.

CARDOSO, E. J. B. N. Microbiologia do solo. Coordenado por E. J. B. N. Caroso, S. M. Tsai e M. C. P. Neves. **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**. 360p. Campinas/SP. 1992.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M. et al. **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: ABRASCO, 1ª Parte. 98p. 2012.

CASCADEL, **Plano Municipal de Saneamento do Município de Cascavel**. 114p. 2013. Disponível em: <http://www.cascavel.pr.gov.br/secretarias/>. Acesso em: 29/07/2014.

CHAIM, A. **Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos**: Fatores que Afetam a Eficiência e o Impacto Ambiental. Embrapa Meio Ambiente. Capítulo 8. 29p. 2008. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio.pdf>

CHIQUETTI, S. C. **Deteção de Metamidofós em solos por métodos ecotoxicológico e cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas sequencial (LC-MS/MS)**. Tese (Doutorado). 109f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Química. Natal, RN, 2013.

CLASEN, B.; MURUSSI, C. R.; FORGIARINI, F. R. BAGGIOTTO, C. **Atividades agropecuárias e a contaminação da água e peixes com agrotóxicos**. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: impacto das atividades agropecuárias na contaminação do solo e da água/ Organizador Tales Tiecher. – Frederico Westphalen: RS. 181 p , 2017.

COELHO, A. M. et al. **Nutrição e Adubação do Milho**. Sistema de Produção. Embrapa Milho e Sorgo, 6ª edição. Sete Lagoas, MG set., 2010.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420**, de 28 de dezembro de 2009.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A. F.; LOPES, K. S. M.; LIMA, A. E. da S. Custo da produção de silagens em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Ceres**. v. 62, n. 1, p. 9-19. Fev., 2015. Disponível em: <http://search.scielo.org/?q=cultivo+de+milho+para+silagem&lang.pdf> Acesso em 24/02/2016.

COVATTI, J. A. C. **Caracterização Quali-Quantitativa da Água do Rio Cascavel**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, campus Cascavel. Jul., 2006.

D'AMATO, C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano): Toxicidade e Contaminação Ambiental. **Revista Química Nova**, v. 25, n. 6, São Paulo. Nov./dec., 2002.

DUARTE, M. A. I. **Poluentes Orgânicos Persistentes**. Monografia - Escola Politécnica da Universidade do Brasil – UFRJ. Rio de Janeiro. 2002.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos et al. 3ª ed. Rev. Ampl. 353p. il. Color. – Brasília, DF, 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil** / editores técnicos, Rubens

Augusto de Miranda, Antônio Martinho Arantes Lício. – Sete Lagoas: 102p. il. (Documentos/Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518- 4277; 168). Embrapa Milho e Sorgo, 2014.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Milho**. Sistema de Produção. Embrapa Milho e Sorgo. 7ª ed. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica. Set., 2011 Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/index.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/index.htm). Acesso em 15/02/2016.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo para Fins de Fertilidade**. Murilo Rodrigues de Arruda et al. Documento 115. 18p. - ISSN 1517-3135. Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus - Junho, 2014.

FERNANDES, V. C.; DOMINGUES, V. F.; MATEUS, N.; DELERUE-MATOS, C. Multiresidue Pesticides Analysis in Soils using modified QuEChERS with disposable pipette extraction and dispersive solid-phase extraction. **Journal of Separation Science**. v. 36, p. 376-382, Jan 2013.

FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. de S. **Comportamento e destino de pesticidas nos ambientes solo-água**. Pesticidas: visão ambiental. 1ª ed. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2002.

FILIPPSEN, L. F. **Cadeia Produtiva do Leite** – Prospecção de Demandas Tecnológicas do Agronegócio Paranaense. Laerte F. Filippesen; Tiago Pellini. Londrina: IAPAR, 56p. ilustr. Documento 19. Série CDD 338.1771.1999.

FLORES, A. V., M. S. **Determinação de resíduos de organoclorados em águas e sedimentos**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Agroquímica. Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais, 2000.

GOMES, M. A. F. **Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de origem Agrícola no Brasil: cenário 1992/2011**. Marco Antônio Ferreira Gomes; Robson Rolland Monticelli Barizon. Jaguariúna, SP / Embrapa Meio Ambiente. Documento 98, 35p. 2014.

GREGOLIS, T. B. L.; PINTO, W. de J.; PERES, F. Percepção de Riscos do uso de Agrotóxicos por Trabalhadores da Agricultura Familiar do Município de Rio Branco, AC. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. São Paulo, n. 37, p. 99-113, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbso/v37n125/a13v37n125.pdf>

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabulações especiais do censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – v. 42. p 139. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/biblioteca/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2014\\_v42\\_br.pdf](http://www.ibge.gov.br/biblioteca/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf).

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Indicadores ambientais por bacias hidrográficas do Estado do Paraná**. Curitiba, 2010.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico do Município de Cascavel**. Fevereiro, 2016. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio> . Acesso em 01/02/2016.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, v. 1, p. 277–294, 1985.

MARTHA JUNIOR, G. B. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na Agropecuária. **Revista de Política Agrícola**. Ano XXIV – Nº 2 – Abr./Maio/Jun. 2015. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/viewFile/1016/958>. Acesso em 16/02/2016.

MATUO, T. **Técnicas de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP. 140p. 1990.

MORAES, M. T. de et al. Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. In TIECHER, Tales (Ed.). **Manejo e Conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre, 186p. il. UFRGS, 2016.

MURAKAMI, L. Y.; FERREIRA, R. C. B.; SOUZA, G. S.; LUCHINI, L. C. Mineralização e Sorção do Fungicida Fluopicolida de Amostras de Solos Neossolo e Latossolo em áreas Preservadas e áreas Tratadas. **Revista Pesticidas – Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. v. 24. P. 33-42. Curitiba, jan./dez 2014.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento Rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Revista Estudos Avançados** – v. 15 nº 43. São Paulo. Set./Dez. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-401420> . Acesso em 16/02/2016.

NEVES, P. D. M.; BELLINI, M. Intoxicações por agrotóxicos na mesorregião norte central paranaense, Brasil - 2002 a 2011. **Revista Ciência saúde coletiva** [online]. v. 18, n. 11, p. 3147-3156 p. 2013.

NINAUT, E. S.; OLIVEIRA, M. O. M. de. Defensivos Agrícolas: seus efeitos na produtividade agrícola brasileira. **Revista Agroanalysis**. Especial OCB – junho. 2010. Disponível: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article> Acesso: 24/02/2016.

OLIVEIRA, M. L. F. **Vulnerabilidade e Cuidado na Utilização de Agrotóxicos por Agricultores Familiares**. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas. 2004.

OLIVEIRA, L. F. T.; SILVA, S. P. Mudanças Institucionais e Produção Familiar na Cadeia Produtiva do Leite no Oeste Catarinense. **Revista Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba - SP, v. 50, nº 4, p. 705-720, Out./Dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/resr/v50n4/a07.pdf> Acesso em set/2015.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Saúde. **Protocolo de Avaliação das Intoxicações Crônicas por Agrotóxicos**. Superintendência de Vigilância em Saúde - Centro Estadual de Saúde do Trabalhador. Curitiba. 75 p. 2013.

PARANÁ, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. **Revista Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica**. 140p . Curitiba, 2010.

PELLEGRINI, A. **Índices de Desempenho Ambiental e comportamento Hidrossedimentológico em duas Bacias Hidrográficas Rurais**. 108f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. RS. 2013.

PELLEGRINI, A.; MEINERZ, G. R.; KAISER, D. R. **Compactação do solo em sistemas intensivos de integração lavoura-pecuária leiteira**. In TIECHER, Tales (Ed.). Manejo e Conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando à conservação do solo e da água. Porto Alegre, 186p. il. UFRGS, 2016.

PESSOA, M. C. P. Y.; GOMES, M. A. F.; SCRAMIN, S.; SILVA, A. de S.; GUSSAKOV, K. C. Vulnerabilidade Natural das Grandes Bacias Hidrográficas Brasileiras à Tendência de Contaminação de Água por Agrotóxico em Função dos Tipos de Solos Predominantes. **Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente/Pesticidas**. V. 16. p. 39-52. Curitiba. Jan/Dez, 2006.

PETERS, L. P. **Efeito dos Herbicidas Ametrina e Clomazone no sistema antioxidante bacteriano**. 12f Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ. Piracicaba, 2011.

PIMENTEL, G. F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 467p. 1985.

PORTILHO, I. I. R.; SCORZA JÚNIOR, R. P.; DORES, E. F. G. de C. Determinação de Resíduos dos Agrotóxicos Tiametoxam, Bifentrina e Permetrina em Amostras de solo. **Revista Pesticida – Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. v. 24. P. 1-12. Curitiba, jan./dez 2014.

PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; FERREIRA, J. N. et al. Pesquisas em serviços ecossistêmicos e ambientais na paisagem rural do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 08, número especial IV. SMUD p. 610-622, 2015. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbqfe/index.php/revista/article>. Acesso em 16/02/2016s 20:30h.

PUIGNAU, J. P.; DÍAZ, C. Livro Verde: **Elementos para uma Política Agroambiental en el Cono Sur**. Programa Recursos Naturales y Sostenibilidad Agrícola/PROCISUR. 206p. Montevideo, 1997.

RÖDER, E. dos S. F. S.; EDNA L. da. Agricultura Familiar e as Teses de Doutorado no Brasil. **Revista TransInformação**. Campinas, nº 25, p. 111-126. Mai./ago., 2013.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Embrapa Monitoramento por Satélite. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 8. 26 p.: il. 2010.

SANTI, A. L. et al. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1346-1357, set. 2012.

SAVOY, V. L. T. **Classificação dos Agrotóxicos**. Biológico. São Paulo, v. 73, n. 1, p. 91-92. Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Proteção Ambiental – Palestra. 2011.

SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL - Departamento de Economia Rural. **Conjuntura Agropecuária: Bovinocultura de Leite - Análise da Conjuntura Agropecuária Leite - ano 2014**. Divulgado em fevereiro de 2015. Responsável: Fábio P. Mezzadri. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo>. Acesso em: janeiro de 2016.

SEAB, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. **Agrotóxicos no Paraná**.

2016. Disponível em: <http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar>. Acesso em 21/04/2016.

SHIRATSCHI, L. S. **Tecnologia de Aplicação de Herbicidas**. Luciano S. Shiratschi; José Roberto Antônio Fontes. Embrapa Cerrados. Planaltina –DF. 29 p. 2002

SILVA, M. R. da.; TONIAL, I. B. Verificação dos Teores de Agroquímicos Organoclorados em Sedimentos de Superfície no Rio Chopim e seus Afluentes; Rio Caldeiras, Rio Bandeira e Rio Lontras no Município de Palmas – PR. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** (RBRH). v. 9, n. 4, p. 57-66. Out./Dez., 2004.

SILVA, G. M.; SILVA, F. F. da.; SCHIO, A. R.; MENESES, M. A.; BALISA, D. L.; SOUZA, D. D. de.; SOARES, M. S.; SILVA, L. G.; VIANA, P. T.; CAIRES, R. S. Fatores antiqualitativos em silagens: Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**. ISSN: 1982-1263 [www.pubvet.com.br](http://www.pubvet.com.br). Maringá, v. 9, n. 12, p. 502-510, Dez., 2015.

SILVEIRA, D. de C.; MELO FILHO, J. F. de.; SACRAMENTO, J. A. A. S do.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 34, p. 659-667, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n3/07.pdf>.

SOUSA, D. M. G. de.; LOBATO, E. **Latossolos**. Agência Informação Embrapa – Embrapa Cerrado. 2007. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_96\\_10112005101956.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html)

SOUZA, C. K.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; PEREIRA, G. T. Influência do relevo e erosão na variabilidade espacial de um LATOSSOLO em Jaboticabal - SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 27, p. 1067-1074. 2003.

SPADOTTO, C. A. **Influência das Condições Meteorológicas no Transporte de Agrotóxicos no Ambiente**. Boletim SBMET – Embrapa Meio Ambiente. Abril, 2006.

\_\_\_\_\_. Abordagem Interdisciplinar na Avaliação Ambiental de Agrotóxicos. **Revista Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar**. São Manuel. p. 9, 2006. Disponível em: [http://www.fmr.edu.br/npi\\_2.php.9](http://www.fmr.edu.br/npi_2.php.9).

TAVARES F. J.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M.; FONSECA, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (*zea mays*) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 25, p. 725-730, 2001.

TORMENA, C. A.; VIDIGAL, F.; GONÇALVES, Pedro S.; ARAUO, Antônio C. A.; PINTRO, José C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 65-71, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. 2004.

TOSIN, G. A. S. **Caracterização Física do Uso e Ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Cascavel**. 48f. Dissertação (Mestrado – Universidade Estadual do Oeste do Paraná). Cascavel, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2005.

VARGAS, L.; GLEBER, L. Sistema de Produção de Ameixa Europeia. Embrapa Uva e Vinho. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos**. Sistema de Produção, nº 7, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>

WHO, World Health Organization. **Micropollutants in river sediments**. World Health Organization, Copenhagen. 1982. 85 p.

VEZZANI, F. M. **O solo como sistema**. Curitiba. Ed. Dos autores, 104 p. il. 2011.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial do pH, teores de matéria orgânica e micronutrientes em profundidades de amostragem num Latossolo Vermelho sob semeadura direta. **Revista Ciência Rural**, v. 37, n. 4, jul.-ago., p. 1000-1007. Santa Maria. 2007.

ZOCCAL, R.; SOUZA, A. D.; GOMES, A. T. Produção de Leite na Agricultura Familiar. Juiz de Fora – MG. Embrapa Gado de Leite – **Boletim de Pesquisa**, n. 17. 20p. 2005.