

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ANGELA CAROLINA BOARETTO**

**DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE  
AGRICULTURA FAMILIAR DO SUDOESTE PARANAENSE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ANGELA CAROLINA BOARETTO**

**DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE  
AGRICULTURA FAMILIAR DO SUDOESTE PARANAENSE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

ANGELA CAROLINA BOARETTO

**DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE  
AGRICULTURA FAMILIAR DO SUDOESTE PARANAENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr.: José Ricardo da Rocha Campos.

PATO BRANCO

2018

**Boaretto, Angela Carolina**  
**Diagnóstico da fertilidade do solo em áreas de agricultura familiar**  
**do Sudoeste Paranaense / Angela Carolina Boaretto.**  
**Pato Branco. UTFPR, 2018**  
**39 f. : il. ; 30 cm**

**Orientador: Prof. Dr.: José Ricardo da Rocha Campos.**  
**Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade**  
**Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco,**  
**2018.**

**Bibliografia: f. 33 – 37**

**1. Agronomia. 2. Agricultura Familiar. 3. Geoprocessamento. 4.**  
**Fertilidade do Solo. I. da Rocha Campos, José Ricardo. Universidade**  
**Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. III. Título.**

**CDD: 630**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Pato Branco  
Departamento Acadêmico de Ciências Agrárias  
**Curso de Agronomia**



**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**Trabalho de Conclusão de Curso - TCC**

**DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE AGRICULTURA  
FAMILIAR DO SUDOESTE PARANAENSE**

por

ANGELA CAROLINA BOARETTO

Monografia apresentada às 8 horas 20 min. do dia 20 de novembro de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÔNOMA, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof. Dr. Edson Roberto Silveira**  
UTFPR Câmpus Pato Branco

**Prof. Dr. Regis Luis Missio**  
UTFPR Câmpus Pato Branco

**Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos**  
UTFPR Câmpus Pato Branco  
Orientador

**Prof. Dr. Jorge Jamhour**  
Coordenador do TCC

A "Ata de Defesa" e o decorrente "Termo de Aprovação" encontram-se assinados e devidamente depositados na Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR Câmpus Pato Branco-PR, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho aos meus pais Valdir e Marli Boaretto, por sempre confiarem em mim e por me apoiarem a mais esta conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui. Mesmo que por alguns momentos pensei em desistir, me fez permanecer com fé e seguir em frente para que eu pudesse atingir meus objetivos.

À minha família por todo apoio nos momentos mais difíceis, momentos de ansiedade e por nunca terem me deixado que me faltasse algo. Agradecer por me apoiarem a fazer o curso de Agronomia e por não me repreender nas minhas decisões. Também, por entenderem que eu não pude estar presente em alguns momentos de comunhão, para me dedicar somente a este trabalho.

Aos meus amigos e alguns colegas de sala pela amizade, por sempre estarem presentes em momentos que precisei de uma conversa amiga, por me ajudarem na elaboração e formatação do trabalho, pelas conversas de conforto e incentivo. Por aqueles que de uma forma ou outra, me ajudaram direta e indiretamente para a realização desta monografia.

Agradeço ao meu orientador José Ricardo por ter confiado em mim e por ter me aceitado ser sua orientada, por sempre estar presente nos momentos em que precisei, pelos conselhos de vida, pelas risadas e por não ser apenas meu orientador de TCC, mas meu amigo.

## RESUMO

BOARETTO, Angela Carolina. Diagnóstico da fertilidade do solo em áreas de agricultura familiar do Sudoeste Paranaense. 39 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

A agricultura familiar é uma das principais atividades agrícolas do Sudoeste do Paraná. De maneira geral, as famílias investem no sistema de integração lavoura pecuária (ILP) onde realizam duas atividades principais: a bovinocultura de leite e a produção de grão de cereais, como o milho e a soja. Muitos produtores, além de não conhecerem as reais condições químicas dos solos da propriedade, não têm o hábito de utilizar práticas corretivas e de adubação na propriedade, provavelmente por desconhecer a importância desta prática. Este trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico da atual condição do solo, em termos de fertilidade, tendo como base o manual de calagem e adubação para o estado do Paraná lançado em 2017, bem como, estudar a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo em área de agricultura familiar a partir de técnicas de interpolação de dados. O trabalho foi realizado em 16 propriedades de agricultores familiares do Sudoeste do Paraná que são cooperadas na Cooperativa Agrícola Mista de São Cristóvão (CAMISC). Foram coletadas amostras de solos de várias glebas na profundidade de 0-20 e também as coordenadas do local. As amostras foram encaminhadas para o laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, onde foram destorroadas e peneiradas, sendo em seguida analisados o pH em  $\text{CaCl}_2$ . Os teores de K, Ca, Mg, P e Al. A partir dos dados obtidos citados, foram calculados a soma de bases (SB), a CTC a pH 7 (T), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%). Posteriormente, os dados da análise de solo juntamente com as coordenadas das propriedades foram submetidas a uma interpolação de dados, pelo método de Ponderação do Inverso da Distância (IDW) no software QGIS. Os resultados mostraram que, de maneira geral, as propriedades da região apresentam níveis elevados de fertilidade em virtude da forte influência do Basalto nas características químicas do solo.

**Palavras-chave:** Agricultura Familiar. Geoprocessamento. Fertilidade do Solo.



## ABSTRACT

BOARETTO, Angela Carolina. Diagnosis of soil fertility in areas of family agriculture in Southwest Paranaense. 39 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2018.

Family farming is one of the main agricultural activities in the Southwest of Paraná. In general, families invest in the Livestock Farming Integration System (ILP) where they perform two main activities: dairy cattle and cereal grain production, such as corn and soybeans. Many producers, in addition to not knowing the actual chemical conditions of the property's soils, are not in the habit of using corrective and fertilizing practices in the property, probably because they do not know the importance of this practice. This work aimed to perform a diagnosis of the current soil condition in terms of fertility, based on the manual of liming and fertilization for the state of Paraná launched in 2017, as well as to study the spatial variability of soil chemical attributes in area of family agriculture based on data interpolation techniques. The work was carried out in 16 properties of family farmers of the Southwest of Paraná who are cooperated in Cooperativa Agrícola Mista de São Cristóvão (CAMISC). Samples were collected from soils of several glebas at depth of 0-20 and also the coordinates of the site. The samples were sent to the soil laboratory of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, where they were discharged and sieved, and the pH was then analyzed in  $\text{CaCl}_2$ . The values of K, Ca, Mg, P and Al were calculated using the sum of bases (SB), CTC at pH 7 (T), base saturation (V %) and saturation by aluminum (m%). Subsequently, the data of the soil analysis along with the coordinates of the properties were subjected to a data interpolation by the Inverse Distance Weighting (IDW) method in the QGIS software. The results showed that, in general, the properties of the region present high levels of fertility due to the strong influence of Basalto on the chemical characteristics of the soil.

**Keywords:** Family farming. Geoprocessing. Soil fertility.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Variabilidade espacial dos teores de Fósforo e Potássio em áreas de agricultores familiares na região Sudoeste do Paraná. Pato Branco - PR, 2017.....23
- Figura 2 – Variabilidade espacial dos teores de Cálcio e Magnésio em áreas de agricultores familiares na região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018.....25
- Figura 3 – Variabilidade espacial dos teores de pH e saturação por base do solo (V%) em áreas de agricultores familiares da região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018.....26
- Figura 4 – Variabilidade espacial dos teores de saturação por Alumínio (m %) e matéria orgânica do solo em áreas de agricultores familiares da região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018.....27
- Figura 5 – Variabilidade espacial da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e teores de Alumínio em áreas de agricultores familiares da região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018. .... 28
- Figura 6 – Análise de agrupamento por componentes principais referentes a análise química do solo em diferentes condições de manejo: pastagem anual (PA), pastagem perene (PP) e lavoura (Lv)..... 29

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Frequência acumulada em função da classificação dos níveis de fertilidade da área de estudo segundo o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Paraná (SBCS – NEP, 2017). Pato Branco – PR, 2018..... | 21 |
|---|----|

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>  | <b>13</b> |
| 2.1 GERAL.....   | 13        |
| 2.2 ESPECÍFICOS.....   | 13        |
| <b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>14</b> |
| 3.1 AGRICULTURA FAMILIAR NO SUDOESTE DO PARANÁ.....                        | 14        |
| 3.2 FERTILIDADE DE SOLOS DE BASALTO NO SUDOESTE DO PARANÁ.....             | 15        |
| 3.3 GEOPROCESSAMENTO.....  | 17        |
| <b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                                      | <b>21</b> |
| 5.1 CLASSES DE FERTILIDADE DO SOLO.....                                    | 21        |
| 5.2 VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....              | 22        |
| 5.3 RELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E A FINALIDADE DE USO..... | 29        |
| <b>6 CONCLUSÕES.....</b>   | <b>31</b> |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>33</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é uma das principais atividades agrícolas do Sudoeste do Paraná, oferecendo oportunidades para os agricultores familiares, cujas propriedades têm em média, menos de 50 hectares. De maneira geral, as famílias investem no sistema de integração lavoura pecuária (ILP) por entender que neste sistema o solo e os recursos naturais de suas propriedades são utilizados com maior eficiência. Neste sistema, além da produção de grãos durante o verão, o produtor obtém a carne e leite durante o período de inverno (ASSMANN; SOARES; ASSMANN, 2008).

Normalmente, dois modelos de produções de gado de leite a pasto podem ser identificados, àqueles que só realizam atividade leiteira e os que usufruem do sistema de integração lavoura pecuária. Nestas unidades produtoras, a produção de leite é realizada principalmente a pasto com espécies perenes de verão, anuais de verão e as anuais de inverno. Na prática, se verifica que estas pastagens apresentam diferentes manejos e níveis de fertilização, sendo que as melhores fertilizações ocorrem nos sistemas que utilizam as pastagens anuais, normalmente associadas ao sistema de integração lavoura pecuária. Contudo, pouco se conhece sobre a variabilidade da fertilidade do solo em função da finalidade de uso das áreas do Sudoeste do Paraná. Alguns autores têm demonstrado que em áreas com pastagens perenes existe uma grande degradação, resultante de processo de esgotamento da fertilidade do solo o qual acarreta perda na produção e rendimento das propriedades (GOLLON, MACHADO, 2010).

De maneira geral, os solos da região do Sudoeste são ácidos devido ao elevado estágio de intemperismo. Além disso, possui argilas com predominâncias de óxidos de Ferro e de Alumínio que promovem baixos valores de capacidade de troca de cátions (CTC) e baixos valores de Saturação de Bases. Estes solos em geral, têm como características boas condições físicas para a agricultura, com boa permeabilidade, estrutura forte e porosidade elevada (LIMA; MELO, 2012). Entretanto, muitos produtores não tem como hábito de fazer adubação, provavelmente por desconhecer da importância desta prática e as características do solo de sua propriedade.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a variabilidade espacial dos atributos químicos do solo em área de agricultura familiar a partir de técnicas de interpolação de dados georreferenciados, utilizando como referência os padrões apresentados no Manual de Calagem e Adubação do Estado do Paraná (SBCS - NEP, 2017). Além disso, objetivou-se avaliar o efeito da finalidade de uso das áreas sobre a fertilidade do solo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Fazer um diagnóstico, bem como avaliar o efeito da finalidade de uso das áreas sobre a fertilidade do solo em áreas de agricultura familiar da região Sudoeste do Paraná.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Utilizar técnicas de geoprocessamento para estudar a variabilidade espacial de atributos químicos do solo.

Identificar padrões de fertilidades do solo no ambiente e sua relação com a produtividade.

Avaliar o efeito da finalidade de uso das áreas sobre a fertilidade do solo.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 AGRICULTURA FAMILIAR NO SUDOESTE DO PARANÁ

Existem várias definições para o termo agricultura familiar, algumas delas dizem que: “os agricultores familiares eram aqueles que não empregavam trabalhadores assalariados”. Todavia, segundo Savoldi e Cunha (2010), a agricultura familiar não é entendida como trabalho familiar e sim o papel predominante da família como estrutura fundamental de organização da reprodução social. Ou seja, o trabalho da propriedade está diretamente ligado a mão de obra familiar, independentemente do tamanho da propriedade.

Segundo Abramovay (1998), são seis características que definem a agricultura familiar. Uma delas é que a gestão da propriedade é feita pelos proprietários e que estes responsáveis pela gestão tenham algum grau de parentesco entre si. Também, o autor afirma que o trabalho é exclusivamente familiar e o capital ou o lucro, pertença somente à família. Para ser considerado como agricultura familiar, é importante que o patrimônio da família seja transferido exclusivamente para seus dependentes e que tais membros da família residam na unidade produtiva.

O IAPARDES (2004), para fins de classificação socioeconômica considera que os estabelecimentos com até 50 hectares, pela predominância do trabalho familiar, constituem a categoria de agricultores familiares. A produção destas é destinada principalmente para o autoconsumo da família, mas também para o comércio de grãos, leite e carne. Percebe-se, no entanto, que as propriedades familiares são muito heterogêneas, onde se observa grande variabilidade na renda, área de terras, bem como conhecimento (ROSA, 2012).

Também segundo o IAPARDES (2009), os agricultores familiares ocupam cerca de 58% da área total do Sudoeste do Paraná, sendo estas ocupadas por 81,6% de lavouras temporárias e 88,8% de lavouras permanentes. Os agricultores familiares são responsáveis por 63,2% das pastagens naturais presentes no Sudoeste e por 58,8% das pastagens plantadas (IAPARDES, 2004).



Dentre as atividades de propriedades familiares do Sudoeste se destaca a bovinocultura de leite, tendo grande importância econômica na região. A produção de leite é desenvolvida em 27.355 dos 44.632 estabelecimentos agropecuários, representando 65% do total, em que 72,56% destas propriedades possuem até 20 hectares e 93,64% com áreas inferiores a 50 ha (IBGE, 2009). Porém, a produtividade de leite é baixa decorrente de vários fatores, dentre eles destaca-se as áreas com pastagens perenes com espécies inadequadas. Estas espécies perenes de verão exigem menores custos na implantação, ou seja, não há necessidade de máquinas e estabelecimento, o que torna uma solução mais viável para reduzir custos de produção.

### 3.2 FERTILIDADE DE SOLOS DE BASALTO NO SUDOESTE DO PARANÁ

A região do Sudoeste do Paraná está localizada no Terceiro Planalto, fazendo parte da formação geológica Serra Geral. Segundo Amaral et al. (1966) durante a era mesozoica há cerca de 130 milhões de anos, deu origem às rochas que se destacam na região (CORDANI; SARTORI; KAWASHITA, 1980). Esta região é constituída por derrames basálticos e cobertura sedimentar arenítica e conseqüentemente a alteração destas rochas, que juntamente com o clima da região deu origem a solos mais profundos em áreas mais onduladas e solos mais rasos em áreas mais declivosas.

Segundo Ribas (2010), os tipos de solo que caracterizam a região são: Latossolos Brunos, Neossolos Litólicos ou Regolíticos, Cambissolos Háplicos ou Húmicos e Nitossolos Brunos, normalmente distróficos, húmicos ou alumínicos no terceiro nível categórico. Porém, segundo Maack (1968), os solos de predomínio na região do Sudoeste do Paraná são Latossolos Bruno e Roxo, muito ácidos e com baixa fertilidade. Também, terra roxa estruturada (antiga classificação dos Nitossolos), com solos profundos, bastante argilosos, bem drenados e com elevada fertilidade e os solos litólicos que são solos pouco profundos e muito suscetíveis à erosão (EMBRAPA, 2006).

Em geral, estes solos, sob condições naturais, são ácidos, distróficos, saturados por  $Al^{3+}$ , pobres em P e argilosos, sendo assim é indispensável o uso de

corretivos e fertilizantes para a máxima produtividade (EMBRAPA, 1984). O Latossolo se encontra mais presente na região e segundo a Embrapa (1999), são muito intemperizados e evoluídos, com baixa CTC, profundos, ácidos e baixa Saturação por Bases. A percolação de água da região é considerada alta e atrelada as baixas temperaturas, isso gera uma menor intensidade das reações químicas de intemperismo. Ker e Resende (1990), demonstram que os elevados teores de  $Al^{3+}$  e os baixos teores de Cálcio e Magnésio trocáveis presentes nos Latossolos da região, são indicativos de que a ação do intemperismo. Assim, aliado aos fatores climáticos, favoreceram a lixiviação de bases, apesar do conteúdo relativamente alto destas no material de origem.

O grau de intemperismo vai definir o tipo de minerais que serão formados, podendo ser secundários do tipo 2:1 e 1:1 e óxidos. Em casos que há elevado intemperismo, vai haver maiores remoções de sílica e bases do perfil resultando em predomínio de minerais óxidos de Fe e Al e silicatados como a caulinita (RAIJ, 1986), que é o caso da região do Sudoeste do Paraná. Nesta região, a elevada precipitação pluviométrica, o alto teor de matéria orgânica e óxidos de Fe e Al são determinantes para a alta acidez do solo. Esta acidez por ter origens distintas, pode fazer parte da combinação de alguns fatores, tais como: dissociação de  $H^+$  de grupos químicos da MO, bordos quebrados dos minerais de argila e da superfície de óxidos de Fe e Al, hidrólise de Al, Fe e Mn, entre outros (TISDALE et al., 1993; PAVAN; OLIVEIRA, 1997).

No sudoeste do Paraná, do total da área agricultável, 39% apresenta uma declividade que varia entre 20 e 45%. Essas áreas, tradicionalmente ocupadas pelas pastagens perenes, capineiras e capoeiras, apresentam limitações aos cultivos anuais, uma vez que, além da declividade, são áreas com solos pedregosos e pouco profundos (PERIN, 2001). Desta maneira, a conservação do solo, uso, manutenção e renovação adequada de pastagens, utilização de mudas e sementes de qualidade, adubação correta, preservação de matas e mananciais são indicativos que podem ser avaliados para melhorar a manutenção da bovinocultura de leite e sua expansão.

Segundo Mello et al. (1983), solo fértil é aquele que contém, em quantidades suficientes e balanceadas, todos os nutrientes essenciais em formas

assimiláveis pelas plantas. Porém, este solo para continuar sendo classificado como fértil, não deve conter níveis excedentes de materiais tóxicos para a planta e ter boas propriedades físicas e químicas. A base da produção dentro de um sistema produtivo de solo-planta-animal é a fertilidade do solo, pois está ligada diretamente com o crescimento e desenvolvimento das plantas, sejam ela para produção de grãos ou pastagens que alimentam os animais.

### 3.3 GEOPROCESSAMENTO

Existem várias definições de autores para o termo geoprocessamento. De acordo com Carvalho, Pina e Santos (2011), o geoprocessamento é um termo amplo que através de programas computacionais engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos. Dentre essas tecnologias, pode-se destacar o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global – GPS e os sistemas de Informações Geográficas – SIGs.

Para Piroli (2010), geoprocessamento é um ramo da ciência que pesquisa o processamento de informações geográficas utilizando equipamentos de computação, aplicativos, dados das mais variadas fontes e formatos e profissionais especializados para manipular, processar, avaliar, armazenar e desenvolver resultados associados à localização de informações sobre a superfície da terra.

Segundo as autoras Pina e Santos (2000), os dados georreferenciados podem ser adquiridos por métodos de levantamento de campo, sendo estes o uso de topografia, sensoriamento remoto, digitalização de dados e também por meio de GPS (Sistema Global de Posicionamento).

Para Câmara e Medeiros (1999), o termo SIG refere-se àqueles sistemas que efetuam tratamento computacional de dados geográficos. Os autores afirmam que os sistemas de informações geográficas armazenam os atributos e a geometria dos dados que estão situados na superfície terrestre e em uma certa projeção cartográfica. A finalidade de tratar dados de geoprocessamento é obter diversidade de fontes geradoras e formatos resultantes. Para isto, utilizamos o SIG de três formas diferentes, uma delas é como uma ferramenta para a produção de

mapas, banco de dados geográficos e por último o suporte para análise espacial de diversos fenômenos. Há três grandes maneiras de utilizar um SIG: suporte para análise espacial de fenômenos, ferramenta para produção de mapas ou como banco de dados geográficos.

O SIG pode ser utilizado para várias finalidades, tais como: planejamento do uso de solo, monitoramento ambiental e de safras agrícolas, tomada de decisões em prospecção mineral, entre outros usos (PENELLO; CAMARA; ALMEIDA, 2007). Os SIGs possuem na sua composição um Sistema Gerenciador de Base de Dados (SGBD), ou seja, um banco de dados. A integridade e consistência do armazenamento dos dados e de seu inter-relacionamento depende do SGBD do SIG.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em áreas com predomínio de solos de basalto, situados em propriedades de agricultura familiar do Sudoeste do Paraná, as quais são cooperadas na Cooperativa Agrícola Mista de São Cristóvão (CAMISC). Foram visitadas 16 propriedades familiares produtoras de leite e que utilizam o sistema de integração lavoura pecuária. Nas propriedades foram coletadas 28 amostras de solos com intuito de realizar um diagnóstico da fertilidade do solo. Também, foram coletadas as coordenadas de cada propriedade por meio de um GPS portátil.

As amostras de solo foram coletadas em várias glebas de cada propriedade e de maneira aleatória dentro de cada área, sendo cada amostra composta por 10 subamostras. A coleta foi realizada por meio de trado calador até a profundidade de 0-20cm. Após serem coletadas, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. As mesmas foram encaminhadas para o laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, onde foram destorroadas com o auxílio de um triturador de solos e peneiradas por peneiras de 100 mesh. As amostras foram colocadas em caixinhas de papelão e secas em estufa com circulação de ar por 48 horas.

As análises químicas foram realizadas de acordo com Embrapa (1997). Foram determinados: pH em CaCl<sub>2</sub>, matéria orgânica, Fósforo assimilável, cátions trocáveis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>) pelo método de extração por KCl, K e P extraídos pelo método de Mehlich1. A partir destes resultados, foram determinadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions total (T), a saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

Posteriormente, os dados da análise de solo juntamente com as coordenadas das propriedades foram repassados para planilhas do Microsoft Excel. Em seguida, estas planilhas foram adicionados ao programa QGIS (Quantum Gis) para que por meio destas fossem efetuadas as confecções dos mapas de fertilidade do solo pela interpolação de dados, pelo método de Ponderação do Inverso da Distância (IDW). No programa QGIS foi realizado a criação de arquivos shapefiles, vetorização e geração de layout de mapas da fertilidade do solo da região estudada.

Também no programa QGIS, foi estimado a área para cada classe de fertilidade do solo pela calculadora do software.

A definição dos níveis de fertilidade, considerados baixos, médios, altos e muito altos foi feita a partir do recomendado pelo manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (2017).

Por fim, foi realizado a análise dos componentes principais pelo programa XLStart. Foram utilizadas 135 amostras obtidas dentre os anos de 2014 a 2017 e foram divididas em lavoura, pastagem perene e pastagem anual.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 CLASSES DE FERTILIDADE DO SOLO

Dentre as amostras coletadas nas 16 propriedades, pode-se observar que 18% tiveram teores baixos de P, 32% médio, 36% muito alto e somente 14% estiveram na faixa do alto (Tabela 1). Considerando que o P é um elemento de dinâmica complexa devido à sua forte afinidade com óxidos de Ferro, Alumínio e com a matéria orgânica, há de se considerar que os valores deste elemento na faixa do alto e do muito alto pode ser considerado uma surpresa (NOVAIS et al., 2007). Visto que, os solos desenvolvidos de basalto apresentam elevados teores de óxidos de Ferro, o que é facilmente perceptível em virtude da cor vermelha.

Em relação ao K, os valores observados se enquadraram na faixa do alto e muito alto, com 14 e 36%, respectivamente (Tabela 1). Uma possível explicação para os elevados teores deste elemento é a sua relação com as características físicas do solo, que neste caso, o sistema de plantio direto eleva os teores de K em solos argilosos (CASTRO, 1988). Entretanto, o fato de haver uma elevada homogeneidade nos resultados, sugere que tal atributo estaria relacionado não ao manejo, mas sim ao material de origem, uma vez que na constituição do Basalto podem ser encontrados minerais como o Ortoclásio que possuem elevados teores de K em sua constituição (MENDOZA-GRIMÓN et al., 2014). Estes resultados nos mostram também que os teores estão apropriados à agricultura.

**Tabela 1** – Frequência acumulada em função da classificação dos níveis de fertilidade da área de estudo segundo o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Paraná (SBCS – NEP, 2017). Pato Branco – PR, 2018.

| Elemento        | P  | K  | Ca | Mg | pH | V % | m % | MO  | T   | Al  |
|-----------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Muito Baixo (%) | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 93  | 0   | 0   | 93  |
| Baixo (%)       | 18 | 0  | 0  | 0  | 4  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Médio (%)       | 32 | 7  | 0  | 0  | 18 | 11  | 3,5 | 0   | 0   | 0   |
| Alto (%)        | 14 | 36 | 21 | 11 | 71 | 46  | 0   | 0   | 100 | 3,5 |
| Muito Alto (%)  | 36 | 57 | 79 | 89 | 7  | 43  | 3,5 | 100 | 0   | 3,5 |

<sup>1</sup>V%: valor da saturação por bases; <sup>2</sup>m%: valor da saturação por alumínio; <sup>3</sup>MO: teor de matéria orgânica do solo; <sup>4</sup>T: capacidade de troca de cátions a pH7.

Fonte: autoria própria (2018).

Dentre os teores de Ca e Mg, foi observado que na totalidade das amostras os valores se mantiveram na faixa do alto e muito alto, o que demonstra que a fertilidade do solo das propriedades é, de forma geral, elevada (Tabela 1). Os teores elevados dos elementos supracitados contribuíram com a elevação também do V%, cujos valores estiveram na faixa do alto e muito alto e com apenas 11% das amostras na faixa do médio (Tabela 1). Este resultado pode ser por consequência da ausência de revolvimento nas áreas de pastagem e sob plantio direto, no qual o calcário não é incorporado permanecendo somente na camada superficial do solo, o que explicaria também os elevados valores de pH (Tabela 1). Entretanto, assim como observado para o K, esta elevada homogeneidade dos resultados pode estar associado ao material de origem do solo (Basalto), cuja assembleia mineralógica apresenta predomínio de minerais ferromagnesianos (MENDOZA-GRIMÓN et al., 2014).

Na totalidade das amostras coletadas, os valores de MO estiveram na faixa do Alto e do Muito Alto (Tabela 1). Além do efeito do sistema radicular das gramíneas que, por serem abundantes e fasciculados, promovem o aumento dos teores de MO do solo, tais valores estão, possivelmente, relacionados ao clima ameno da região e ao elevado teor de argila do solo que tende a proteger a MO da oxidação, favorecendo a sua estabilização.

Os teores de T (capacidade de troca de cátions) se mantiveram altos em todas as propriedades, totalizando 100%, como pode ser observado na Tabela 1. Estes resultados decorrem dos elevados teores de MO e a uniformidade nos teores de argila dos solos amostrados, que são originários do Basalto, assim, ocasionando elevados teores de T.

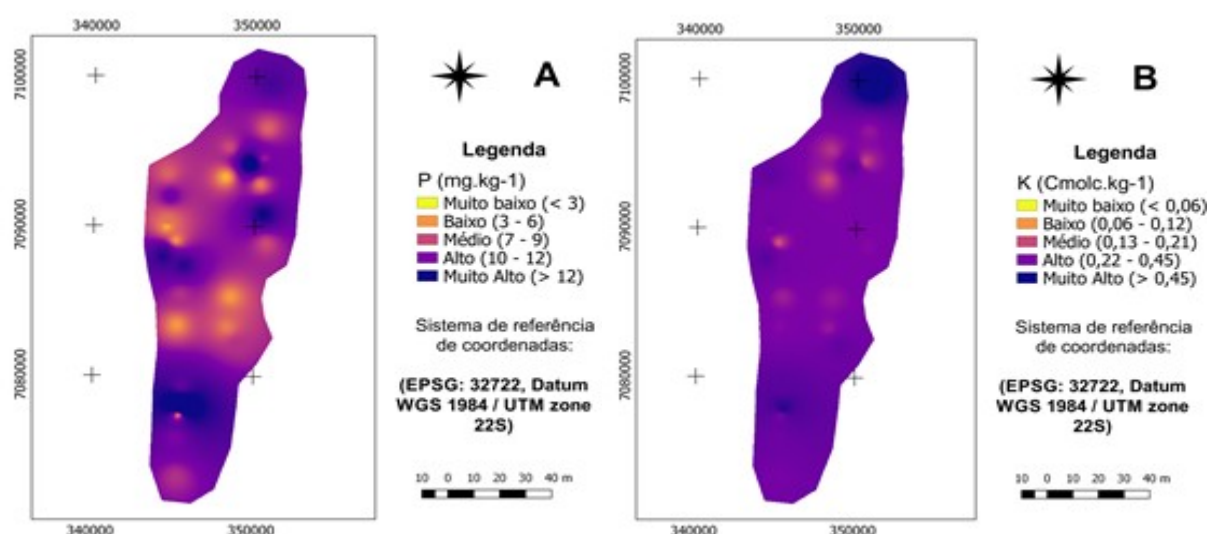
Conforme Tabela 1, percebe-se que os teores de Alumínio permaneceram em sua maioria (93%) com níveis muito baixos, o que significa que este elemento não é um problema nas propriedades estudadas. Em decorrência dos baixos teores de Al, a saturação por Al (m%) se manteve também com teores muito baixos.

## 5.2 VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO



De maneira geral, os teores de P observados no presente estudo foram elevados, se concentrando nas classes Muito Alto e Alto com menor proporção de áreas na faixa do Médio e Baixo (Figura 1A). Em estudo realizado por Franceschi (2018), atribui os teores de P na faixa do Muito Alto a locais onde o gado dorme e faz suas necessidades. Segundo este autor, os níveis de fertilidade tende a se elevar em função do P presente na urina e nas fezes, o que justifica os teores elevados deste elemento em pontos específicos da área estudada.

**Figura 1** – Variabilidade espacial dos teores de Fósforo e Potássio em áreas de agricultores familiares na região Sudoeste do Paraná. Pato Branco - PR, 2017.



Fonte: autoria própria (2018).

Considerando que a maioria das amostras foram coletadas em áreas de pastagens, como Tifton e milheto, os altos teores de P nas propriedades podem ter como razão a ciclarem mais eficiente do nutriente no sistema de pastagem, alta taxa de mineralização da matéria orgânica (devido ao acúmulo de pastagem), ou também pelo bloqueio de sítios de adsorção pela alta taxa de MO, consequentemente diminuindo a fixação deste elemento (FOX; SEARLE, 1978). Isto pode estar inferindo que o sistema de integração lavoura-pecuária torna o elemento P mais eficiente pelas plantas, elevando a produtividade de culturas anuais.

Além de que, os maiores teores de P se concentraram nas áreas do mapa (Figura 1) em que abrange áreas de milho para silagem e pastagem. Sendo assim, o acúmulo de P na superfície do solo pode ser decorrente de aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, liberação de P na decomposição de matéria seca

e menor fixação do elemento químico, em virtude do menor contato do P com constituintes inorgânicos do solo, visto que não há incorporação dos resíduos através de revolvimento de solo em pastagens (WISNIEWSKJ; HOLTZ, 1997). Em contrapartida, o elemento P tem baixa mobilidade no solo, permanecendo nas camadas mais superficiais, aumentando assim os teores de P amostrados.

Em relação ao teor de K, como pode ser observado na Figura 1B, verificou-se elevados teores em praticamente todas as propriedades. Isso pode ser resultado da baixa mobilidade do K em solos ácidos e com altos teores de argila, bem como, pode estar relacionado ao material de origem (Basalto) que tende a apresentar na sua mineralogia a presença de minerais ricos em K como o ortoclásio e o microclínio (MENDOZA-GRIMÓN, 2014).

Nas áreas de integração – lavoura – pecuária, a dinâmica do K é diferenciada comparado a outros sistemas de manejo, pois além da produção de grãos, envolve a presença de animais. Segundo Doran (2002), a dinâmica desse elemento no solo é diretamente influenciada pelo manejo, pois se este for malconduzido, acarretará em exaustão do nutriente no solo.

Devido aos excrementos dos animais nas pastagens, o manejo de nutrientes é mais exigente quando há pastejo, por consequência da heterogeneidade dos excrementos deixados no solo e pisoteio dos animais, contribuindo para a perda de nutrientes. Porém, estudos de Souto (2006), mostraram que o sistema de ILP aumenta os teores de K no solo, pois o animal consome e defeca em locais diferentes, redistribuindo os nutrientes.

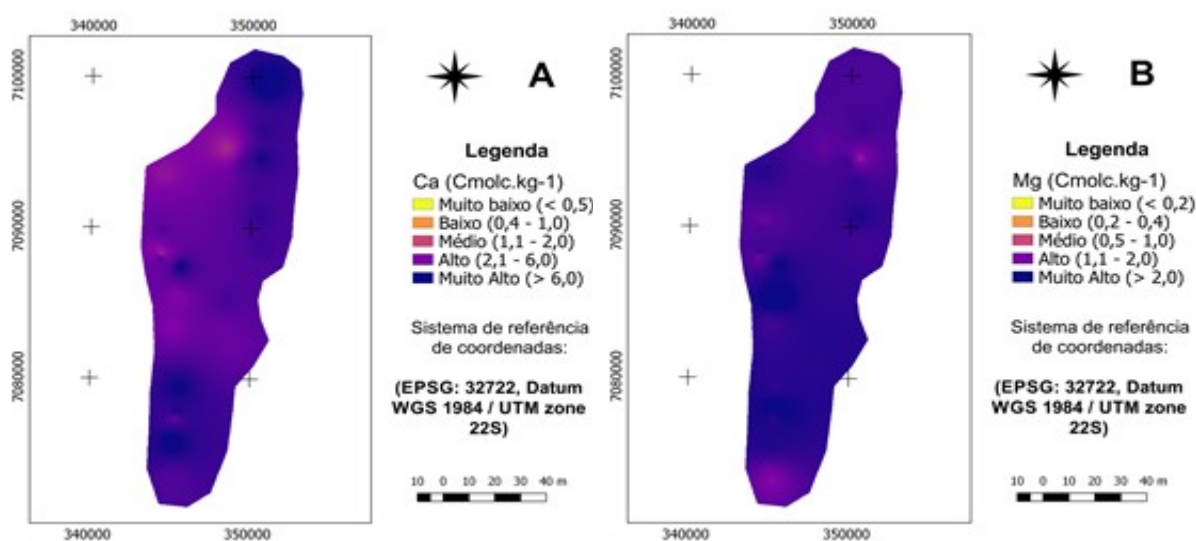
Todavia, percebe-se no mapa que há áreas com teores menores de K, isso pode ser explicado perda do elemento por erosão, sendo este carreado pelo solo e pela água e ao mal manejo do solo. No caso das áreas estudadas, a maioria obtinha áreas com pastagens anuais ou perenes, mas sempre com o solo coberto, evitando assim a perda de K pela erosão.

Já os teores de Cálcio e Magnésio das amostras analisadas, estas se apresentaram na maioria das propriedades como alto ou muito alto (Figura 2). Os altos teores podem ter relação com a correção do solo, visto que produtores utilizam a calagem para diminuir o teor de Alumínio trocável e elevar o pH. Porém, segundo

Sousa e Volkweiss (1987), a calagem além de corrigir a acidez do solo, aumenta os teores de Ca e Mg, ocorrendo uma alteração da relação Ca, Mg e K no solo.

Todavia, há grande homogeneidade nos altos teores de Ca e Mg, como pode ser observado na Figura 2. Essa homogeneidade se deve ao fato do material de origem ser basáltica e, portanto, apresenta em sua composição, minerais como o anfibólitos, piroxênio e plagioclásio, que contém grande quantidade de Ca e Mg (MENDOZA-GRIMÓN, 2014).

**Figura 2** – Variabilidade espacial dos teores de Cálcio e Magnésio em áreas de agricultores familiares na região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018.



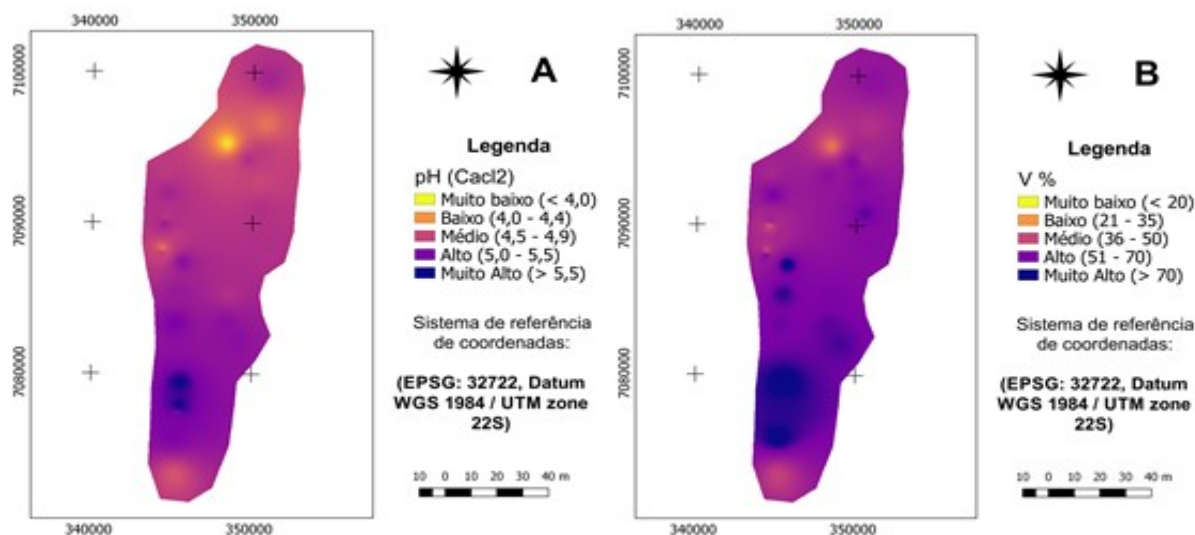
Fonte: autoria própria, 2018.

Analisando a Figura 3A, percebe-se que os níveis de pH variaram de muito alto para baixo. Em geral, a maioria das propriedades pH do solo classificado como alto, totalizando 71% das análises (Tabela 1). O pH das amostras, variaram de 4,1 a 5,6. Estes altos valores de pH podem ser resultado do manejo de calagem, visto que o calcário além de aumentar os níveis de Ca e Mg, eleva os teores de pH do solo. Existe também grande utilização da cama de aviário, que tem oxido de cálcio, que apresenta maior poder tamponante.

No mapa, pode ser observado alguns pontos em que o pH é muito alto, essas áreas em específico pode ser decorrente do material de origem, em que solos rasos a hidrólise de minerais primários aumenta os elementos básicos do solo, elevando assim o pH (POPP, 2010). Já para os casos específicos de pH muito

baixo, este pode ser explicado por Rocha et al., (2005), que diz que esses valores podem ter influência pelos elevados teores de MO, originário de solos mal drenados.

**Figura 3** – Variabilidade espacial dos teores de pH e saturação por base do solo (V%) em áreas de agricultores familiares da região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018.



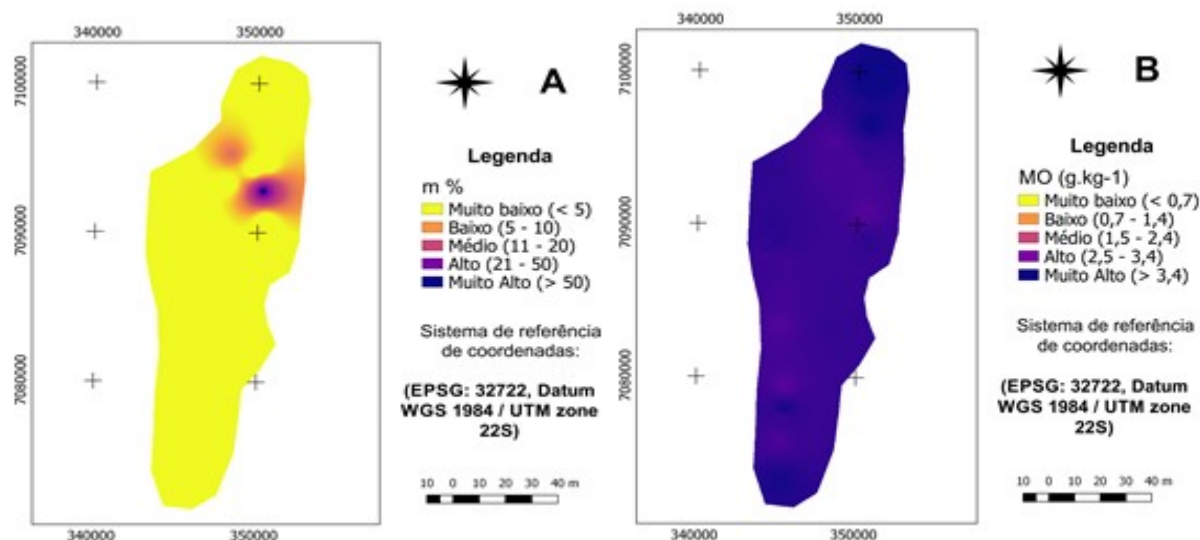
Fonte: autoria própria (2018).

Observando a Figura 3B, a saturação por base (V %) variou de 41,40 a 76,46 %, apresentando certa heterogeneidade. Os pontos com maior V%, são os mesmos pontos que apresentaram maiores teores de K, Mg e Ca. Todavia, a saturação por Alumínio (m%) foi inversamente proporcional aos teores de V%. Maiores teores de V%, segundo Fageria (2001), pode ser explicado pelo fato da calagem elevar os teores de pH, o que também eleva a saturação por base do solo, além de fornecer Ca e Mg.

Já para a saturação por Alumínio (m %), nas áreas em estudo a maioria teve teores bem baixos, sendo que apenas uma pequena porção resultou em teores altos e muito altos (Figura 4A).

Em relação a matéria orgânica, em todas as propriedades os teores tiveram resultados classificados como muito alto, como pode ser observado na Figura 4B. Este alto teor de matéria orgânica nas análises coletadas nas propriedades pode ser resultante da decomposição de palhada deixado na superfície do solo pelas pastagens, isto pode gerar o aumento do T do solo (RHEINHEIMER et al., 1998) e diminuir os efeitos do Al (CIOTTA et al., 2002).

**Figura 4** – Variabilidade espacial dos teores de saturação por Alumínio (m %) e matéria orgânica do solo em áreas de agricultores familiares da região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: autoria própria (2018).

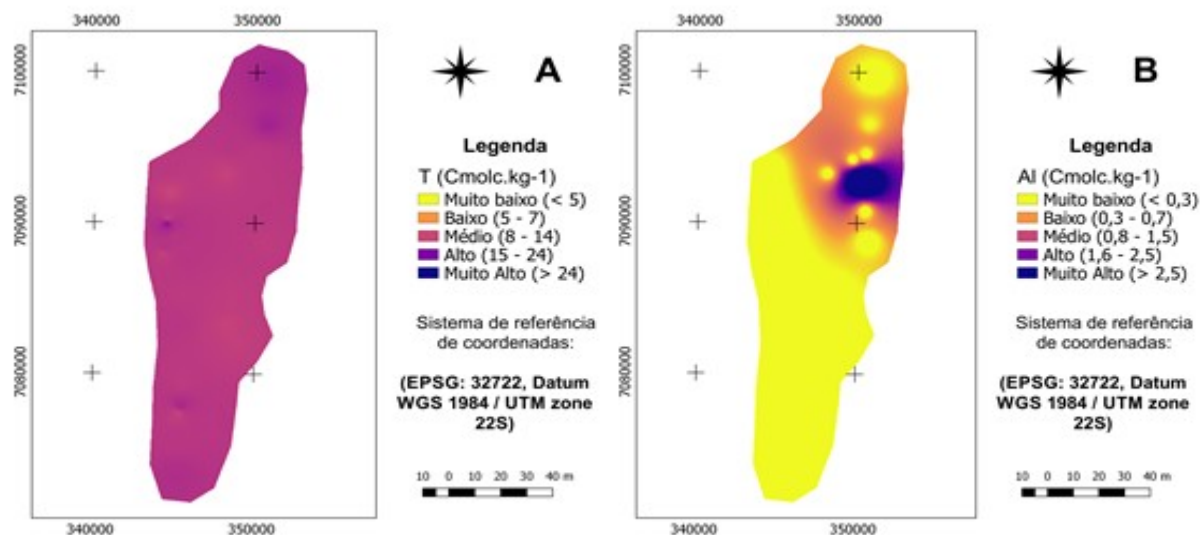
Outra explicação para os altos teores de MO é resultante do clima da região e pelos elevados teores de argila do solo. O clima da região é classificado como Cfa, pela classificação de Koppen, no qual proporciona diminuição da atividade biológica do solo, devido as temperaturas amenas na maior parte do ano, assim, diminuindo a decomposição e mineralização da MO (REIS; RODELLA, 2002). Segundo Santos et al., (2011a), os elevados teores de argila proporcionam um aumento na aproximação das partículas do solo, oferecendo mais estabilidade e proporcionando maior proteção a degradação da matéria orgânica.

Como pode ser visualizado na Figura 5A, os níveis de capacidade de troca de cátions (T), foram em 100% das propriedades como alto. Segundo Brady (1989), o tipo de mineral de argila, a classe textural e o teor de matéria orgânica é o que mais contribui com a elevação dos valores de T do solo. Este autor ainda afirma que solos argilosos apresentam maior T do que os arenosos, devido as menores partículas, pois tem maior área superficial.

Na área de estudo, há predomínio de minerais silicatados, como a caulinita, que diminui os valores de T, porém, os elevados teores de T no solo podem ter como resposta o alto teor de MO, gerando alta T e proporcionando solos com alta produtividade. Os solos da região são altamente intemperizados, pois isso,

o T é muito dependente da MO, ou seja, o aumento da MO é fundamental para a retenção de nutrientes e baixa perda por lixiviação (BRADY; NEIL, 1989).

**Figura 5** – Variabilidade espacial da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e teores de Alumínio em áreas de agricultores familiares da região Sudoeste do Paraná. Pato Branco – PR, 2018.



Fonte: autoria própria, (2018).

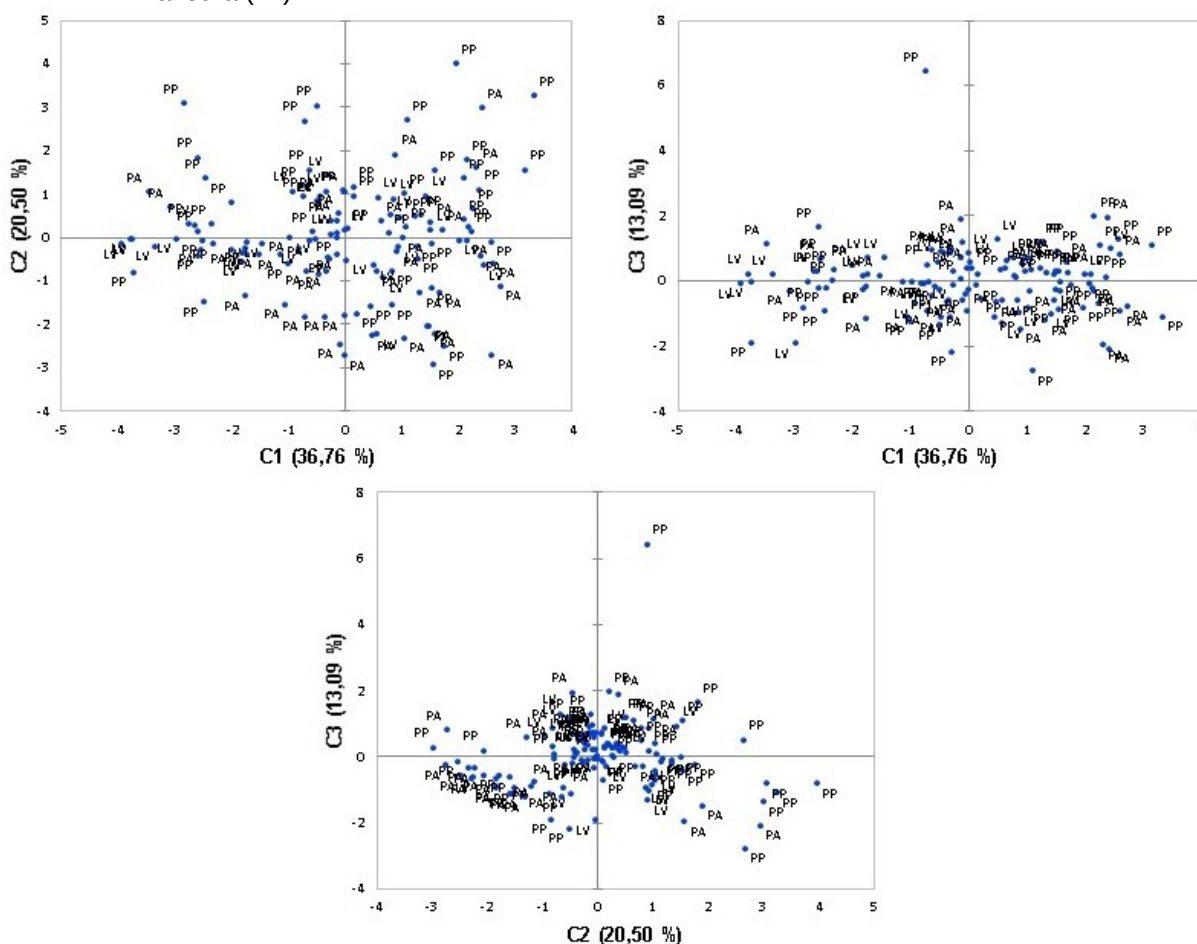
Já para os teores de Alumínio, como pode ser percebido na Figura 5B, foram classificados como muito baixo em quase todas as propriedades, sendo que na maioria delas o teor de Al foi de 0 Cmolc.kg-1. Somente duas das amostras tiveram resultado de alto e muito alto teor de Al, com 1,15 e 13,95 Cmolc.kg-1 respectivamente. Isto pode ser explicado por Urrutia et al., (1995) que citam que umas das reações que mais influencia as propriedades de solo ácido é a interação entre Al e MO. Como a maioria das propriedades são compostas por pastagens, há elevado teor de MO, que faz com que haja complexão de cátions, ou seja, a alta matéria orgânica no solo torna a quantidade de Al de maneira complexada, diminuindo os teores do elemento (VANCE; STEVENSON; SIKORA 1996).

Estes resultados demonstram, de certa forma, que o uso de calcário se torna eficiente para corrigir o solo, assim, além de elevar os teores de Ca e Mg, diminui ou elimina o Al trocável. Nos estudos de Zambrosi et al., (2007), quando se aplicou calcário nas camadas de 05 cm, não foi encontrado Al<sup>+3</sup>, devido ao elevado pH e altos teores de MO. Segundo Kinraide (1991), ocorre precipitação de Al<sup>+3</sup> na forma de Al(OH)<sub>3</sub> quando há aumento do pH após aplicação de calcário.

Nas áreas em que houve altos teores de Al, pode ser explicada pelo tipo de material coletado, pois parte dos minerais formados pela ação do intemperismo, os aluminossilicatos, que liberam  $Al^{3+}$  na forma trocável, quando decompostos pela água que contém gás carbônico presente.

### 5.3 RELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E A FINALIDADE DE USO

**Figura 6** – Análise de agrupamento por componentes principais referentes a análise química do solo em diferentes condições de manejo: pastagem anual (PA), pastagem perene (PP) e lavoura (Lv).



Fonte: autoria própria (2018).

Foi possível observar pela análise de componentes principais que a variabilidade espacial dos dados não está diretamente ligada ao manejo realizado nas propriedades familiares. No presente estudo, foram observados três tipos de manejo (lavoura, pastagem perene e pastagem anual) e os resultados mostram que,

estes manejos se posicionaram nos mesmos quadrantes dos gráficos (Figura 6), o qual nos certifica da similaridade em relação aos atributos analisados.

Estes dados de homogeneidade podem ser explicados devido à forte influência do material de origem (Basalto). Devido aos elevados teores de argila, óxidos de Fe e Al, que tendem a apresentar elevado poder tampão.

Ou seja, as variações nos atributos químicos do solo não estão relacionados ao manejo do solo e sim ao material de origem, homogeneidade e o clima da região.



## 6 CONCLUSÕES

Apesar da elevada heterogeneidade em termos de manejo e das espécies cultivadas nas propriedades estudadas, os resultados mostram que a forte influência do Basalto prevalece sobre as características químicas do solo que, baseado no Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná, apresenta níveis elevados dos principais macronutrientes Ca, Mg, K e P, bem como dos atributos T, V % e MO. Os teores de Al e de m% foram baixos, não comprometendo o desenvolvimento das culturas.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interpolação de dados não é uma técnica estatística, mas sim uma ferramenta matemática para se estudar a ocorrência de padrões espaciais que estejam relacionados entre si. Portanto, este trabalho não teve como objetivo mapear a fertilidade do solo da área em estudo, mas sim gerar um diagnóstico e identificar pontos críticos a produção agropecuária. É importante destacar que, quando maior o número de amostras coletadas, maior a precisão dos modelos gerados.

A partir do conjunto de dados analisados neste trabalho, foi possível perceber que existe elevada homogeneidade dos atributos analisados, o que não poderia estar relacionado apenas com o manejo do solo, tendo em vista que cada propriedade adotava uma forma distinta de manejo e diferentes espécies cultivadas. Neste sentido e diante da forte influência do Basalto nas características dos solos da região, fica evidente que tal homogeneidade esta diretamente relacionada ao material de origem.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R.; SILVESTRO, M.; CORTINA, N.; BALDISSERA, I. T.; FERRARI, D. TESTA, V. M. **Juventude e agricultura familiar: desafio dos novos padrões sucessórios**. Brasília: Unesco, 1998. 104 p.

AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J.H. Potassium-argon dates of basaltic rocks from southern Brazil. **Geochimica Cosmochimica Acta**, v.30, p. 159–189, 1966.

ASSMANN, A. L.; SOARES, A. B.; ASSMANN, T. S. Integração lavoura-pecuária para a agricultura familiar. **Londrina: IAPAR**, 2008. 49 p.: il. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/integracao\\_lavpecuaria.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/integracao_lavpecuaria.pdf)> Acesso em: 15 mai. 2017.

BRADY, N.C. WEIL, R. R. **Natureza e propriedades dos solos**. 7.ed. São Paulo, Freitas Bastos, 1989. 878p.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: Sistema de informações geográficas: Aplicações na agricultura. 2. ed. **Planaltina: EMBRAPA-CPAC**, 1999, P. 03–11.

CARVALHO, G. A.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. Conceitos básicos de sistema de informações geográficas. In: **Anais III Encontro de Geografia**, VII Semana de Ciências Humanas, Campo dos Goytacazes, 16–19 nov. 2011.

CASTRO, O. M. Sistemas de preparo do solo e rotação de cultura para milho e soja. **Relatório Técnico Anual**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1988.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V; ALBUQUERQUE, J. a; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 1055–1064, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n4/23.pdf>> Acesso em: 19 jul. 2018.

CORDANI, U.G.P.; SARTORI, L.P.; KAWASHITA, K. Geoquímica dos isótopos de estrôncio e a evolução da atividade vulcânica na Bacia do Paraná (sul do Brasil) durante o período Cretáceo. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 52, p. 811–818, 1980.

DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: Translating Science into practice. **Agric. Ecosyst. Environ.**, 88: 119 – 127, 2002.

EMBRAPA. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Solo. 2006. Disponível em: <

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fesi63xh02wx5e00y53mhyx67oxh3.html>> Acesso em: 11 out. 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo / **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: < [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf)> Acesso em: 12 mar. 2017.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Embrapa Produção de Informação**, Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 1999. 412p. Disponível em: < <https://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>> Acesso em: 17 abr. 2017.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Tomo I. Londrina: EMBRAPASNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 414 p. (EMBRAPA-SNLCS, **Boletim Técnico**, 57).

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1419–1424, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n11/6816.pdf>> Acesso em: 10 jul. 2018.

FOX, R. H.; SEARLE, P.G. Phosphate adsorption by soils of the tropics. In: DROSDOSS, M. **Diversity of doils in the tropics**. Madison: American Society Agronomy, 1978. p. 97–119. (Special Publications, 34).

FRANCESCHI, F. **Fertilidade do solo e características produtivas de propriedades familiares de produção de leite do Sudoeste Paranaense**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

GOLLON, Otemar; MACHADO, Sandro Charopen. Produção de leite a base de pasto perene e a sustentabilidade da atividade leiteira no oeste de Santa Catarina. **EPAGRI**, 2010.

IAPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Sudoeste Paranaense/ **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. – Curitiba: IAPARDES: BRDE, 2004. Disponível em: < [http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras\\_reg\\_meso\\_sudoeste.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_sudoeste.pdf)> Acesso em: 07 nov. 2018.

IAPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Agricultura familiar no Paraná responde por 43% da produção e abriga 70% do pessoal ocupado/ **Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social**. – Curitiba: IPARDES: BRDE, 2009. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg\\_conteudo=1&cod\\_noticia=187](http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_noticia=187)> Acesso em: 07 jul. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 05 de maio 2017.

KER, J.C.; RESENDE, M. Caracterização química e mineralógica de solos brunos subtropicais do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p.215 - 225, 1990.

LIMA, M. R.; MELO, V. F. Conhecendo os principais solos do Paraná. Curitiba: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo / Núcleo Estadual do Paraná**, 2012.

MAACK, Reinhard. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, 1968. 350 p.

MELLO, F. A. F. de; BRASIL SOBRINHO, M. de O. C; ARZOLA, S; SILVEIRA, R. I; COBRA NETTO, A; KIEHL, J. de C. **Fertilidade de Solos**. São Paulo: Nobel, 1983. 400p.

MENDOZA-GRIMÓN, V. Trace na major elemento associations in basaltic ash soils of El Hierro Island. **Journal of Geochemical Exploration**. 2014.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS de N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, B. C.; NEVES, J. C. Fertilidade do solo. **Sociedade brasileira de ciência do solo**. Viçosa, MG, 2007.

PAULETTI, V.; MOTTA, C. V. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo**. Manual de adubação e de calagem para o estado do Paraná. - 1. ed. – 2017.

PAVAN, M. A.; OLIVEIRA, E. L. Manejo da acidez do solo. **Londrina: IAPAR**, 1997. 86p.

PENELLO, M. M. S.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. de. Geomática: modelos e aplicações ambientais. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2007.

PERIN, E. Agricultura familiar na Região Sudoeste do Paraná: passado, presente e futuro. **Londrina: IAPAR: EMATER**, 2001.

PINA, M. de F. de.; SANTOS, S. M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. - FIOCRUZ- Brasília:

OPAS, 2000. Disponível em: <  
[http://www.bvsde.paho.org/cursode/fulltext/Livro\\_cartog\\_SIG\\_saude.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursode/fulltext/Livro_cartog_SIG_saude.pdf)> Acesso  
em: 19 maio 2017.

PIROLI, E. L. Introdução ao geoprocessamento - Ourinhos: **UNESP/Campus Experimental de Ourinhos**, 2010. Disponível em: <  
[http://vampira.ourinhos.unesp.br:8080/cediap/material/livro\\_introducao\\_ao\\_geoprocessoamento.pdf](http://vampira.ourinhos.unesp.br:8080/cediap/material/livro_introducao_ao_geoprocessoamento.pdf)> Acesso em: 21 jul. 2017.

POPP, J. H. Geologia Geral. 6. ed. Rio de Janeiro, RJ: **Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda**, 2010.

RAIJ, B. V. **Simpósio Avançado de Química e Fertilidade do Solo: Propriedades Eletroquímicas de Solos**. Campinas: Fundação Cargill. 1986. p.9-39.

RHEINHEIMER, D. S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G. C.; SANTOS, E. J. S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 713–721, 1998.

RIBAS, C. **Caracterização da fertilidade atual dos solos da região de Guarapuava - PR**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual do Centro Oeste, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Guarapuava, 2010.

REIS, T. C.; RODELLA, A. A. Cinética de Degradação da Matéria Orgânica e Variação do pH do Solo sob Diferentes Temperaturas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 26, n. 2, p. 619–626, 2002. Disponível em: <  
<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n3/06.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2018.

ROCHA, C. T. V.; CARVALHO, D. A. de; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; VAN DEN BERG, E.; MARQUES, J. J. G. S. M. Comunidade arbórea de um continuum entre floresta paludosa e de encosta em Coqueiral, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 203–218, jun. 2005. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010084042005000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010084042005000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 17 out. 2018.

SANTOS, D. C. dos; PILLON, C. N.; FLORES, C. A.; LIMA, C. L. R. de; CARDOSO, E. M. C.; PEREIRA, B. F.; MANGRICH, A. S. Agregação e frações físicas da matéria orgânica de um argissolo vermelho sob sistemas de uso no bioma Pampa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1735–1744, out. 2011a. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010006832011000500028&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832011000500028&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 15 out. 2018.

SAVOLDI, A.; CUNHA, L. A. Abordagem sobre a agricultura familiar, pronaf e a modernização da agricultura no sudoeste do paraná na década de 1970. **Revista Geografar**. Curitiba, v. 5, n. 1, p. 25–45, jan./jun. 2010.

SOUSA, D.M.G.; VOLKWEISS, S.J. Efeito residual do superfosfato triplo aplicado em p  e em grânulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 11, p. 141–146, 1987.

SOUTO, M. S. Pastagem de Aveia e Azevém na Integra o Lavoura-Pecuária: Produ o de Leite e Característica do Solo. 2006. Disserta o (Mestrado em Agronomia) - **Curso de Pós-Gradua o em Agronomia**, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TISDALE, S. L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D.; HAVLIN, J.L. Soil fertility and fertilizers. 5.ed. **New York: MacMillan Publishing Company**, 1993. p. 14–44.

URRUTIA, M.; MAC IAS, F.; GARCÍA-RODEJA, E. Evaluación del  $\text{CuCl}_2$  y del  $\text{LaCl}_3$  como extractantes de aluminio en suelos ácidos de Galicia. **Nova Acta Cient Compostelana**. 1995; v. 5, p. 73–182.

VANCE, G.F.; STEVENSON, F.J.; SIKORA, F.J. Environmental chemistry of aluminum-organic complexes. In: **SPOSITO, G.** (Ed.). The enviromental chemistry of aluminum. 2. ed. Flórida: Lewis Publishers, 1996. p. 169–220.

WISNIEWSKJ, C.; HOLTZ.G. P. Decomposi o da palmada e libera o de nitrogênio e fósforo numa rota o aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 32, tll, p. 1191-1197, nov. 1997. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/viewFile/4761/7274>> Acesso em: 15 jun. 2018

ZAMBROSI. F. C. B.; ALLEONI, L. R.F.; CAIRES E. F. **Teores de alumínio trocável e não trocável após calagem e gessagem em latossolo sob sistema plantio direto**. Bragantia, Campinas, v. 66, n. 3, p. 487–495, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n3/a16v66n3.pdf>> Acesso em: 25 out. 2018.

KINRAID, T. B. Identity of the rhizotoxic aluminum species. **Plant Soil**, The Hague, v. 134, p. 167–178, 1991.