

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

**DOUGLAS DONATTI**

**USO DO QUANTUM GIS NA CARACTERIZAÇÃO E  
GERENCIAMENTO DE PROPRIEDADES RURAIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

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

**DOUGLAS DONATTI**

**USO DO QUANTUM GIS NA CARACTERIZAÇÃO E  
GERENCIAMENTO DE PROPRIEDADES RURAIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2018**

**DOUGLAS DONATTI**

**USO DO QUANTUM GIS NA CARACTERIZAÇÃO E  
GERENCIAMENTO DE PROPRIEDADES RURAIS**

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

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos

**PATO BRANCO**

**2018**

**Donatti, Douglas**

**Uso do Quantum Gis na Caracterização e Gerenciamento de Propriedades Rurais / Douglas Donatti.**

**Pato Branco. UTFPR, 2018**

**46 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. 38 - 46**

**1. Agronomia. 2. Solos. 3. Agricultura familiar. 4. Planejamento. 5. Sustentabilidade. I. Campos, José Ricardo da Rocha. II. 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**

### **USO DO QUANTUM GIS CARACTERIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DE PROPRIEDADES RURAIS**

por

**DOUGLAS DONATTI**

Monografia apresentada às 9 horas 00 min. Do dia 5 de junho de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO, Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

**Prof. Dr. Alcir José Modolo**  
UTFPR Câmpus Pato Branco

**Profa. Dra. Rachel Muylaert Locks Guimarães**  
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.

Aos meus pais, Idalino e Ines, que me apoiaram incondicionalmente e com todo o amor do mundo em todos os momentos.

A minha esposa, Angélica e meu filho Lorenzo pelos conselhos, pelo apoio e pela força nos momentos que mais precisei.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não teria traçado o meu caminho e feito a minha escolha pela Agronomia. Aos pais minha esposa e meu filho, que doaram seu tempo para que se efetiva a minha pesquisa, sem eles nada disso seria possível, eles foram a peça fundamental para a concretização do meu trabalho. A vocês expresseo o meu maior agradecimento.

A universidade Tecnológica Federal do Paraná, todos os professores e em especial ao meu orientador Jose Ricardo, pela amizade e pelas palavras de apoio sempre que precisei. Agradeço por transmitir seus conhecimentos e por ter confiado em mim, sempre estando ali me orientando e dedicando parte do seu tempo a mim. Ao Sr. Idalino Donatti por disponibilizar a propriedade para o estudo.

Aos colegas de turma, pelas experiências, amizades e companheirismo, em especial a Eduardo Barbosa, pelo apoio e dedicação de seu tempo para me auxiliar em vários momentos durante o curso.

## RESUMO

DONATTI, Douglas. **Uso do Quantum Gis na Caracterização e Gerenciamento de Propriedades Rurais**. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.

Os solos do Terceiro Planalto Paranaense, especialmente da região sudoeste, são caracterizados pelo elevado teor de argila e de óxidos de ferro em virtude da forte influência do material de origem (Basalto). A referida região possui forte importância social e econômica, uma vez que se alicerça na agricultura familiar, responsável por cerca de 70% da produção de alimentos do País. Considerando a elevada pressão sobre o sistema produtivo da região e diante da necessidade de se garantir a sustentabilidade agrícola do sistema, este trabalho propõe utilizar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Modelos Digitais de Elevação (MDE) disponibilizados gratuitamente na internet para caracterização da paisagem e para estudo da variabilidade espacial de parâmetros químicos do solo de uma propriedade rural no município de Vitorino-PR, de forma a contribuir com o entendimento da influência do manejo e da altitude nas características químicas do solo. Foram gerados mapas de declividade e hipsométricos a partir do processamento de imagens Topodata no software Quatum Gis. Foram coletadas amostras de solo em áreas sob diferentes manejos e topografia (mata, pastagem, lavoura e várzea) para análises químicas. Os resultados foram interpolados pelo método de ponderação do inverso da distância (IDW). Foi observada uma elevada homogeneidade nos parâmetros químicos da propriedade que pode estar relacionado ao material de origem (Basalto) que é o mesmo em toda a propriedade e que dá origem a um solo com elevado teor de argila e, conseqüentemente, elevado poder tampão.

**Palavras-chave:** Solos. Agricultura familiar. Planejamento. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

DONATTI, Douglas. **Use of Quantum Gis in Characterizing and Managing Rural Properties**. 46 f. Course Completion Work (Bachelor of Agronomy) - Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2018.

The soils of the Third Plateau of Parana, especially in the southwestern region, are characterized by the high content of clay and iron oxides due to the strong influence of the source material (Basalto). This region has strong social and economic importance, since it is based on family farming, responsible for about 70% of the country's food production. Considering the high pressure on the productive system of the region and the need to guarantee the agricultural sustainability of the system, this work proposes to use a Geographic Information System (GIS) and Digital Elevation Models (MDE) available free on the Internet to characterize the landscape and to study the spatial variability of soil chemical parameters of a rural property in the municipality of Vitorino-PR, in order to contribute to the understanding of the influence of management and altitude on soil chemical characteristics. Slope and hypsometric maps were generated from Topodata image processing in the Quatum Gis software. Soil samples were collected in areas under different management and topography (forest, pasture, crop and floodplain) for chemical analysis. The results were interpolated by the inverse distance weighting method (IDW). It was observed a high homogeneity in the chemical parameters of the property that can be related to the material of origin (Basalto) that is the same throughout the property and which gives rise to a soil with high clay content and, consequently, high buffering power.

**Keywords:** Solos. Family farming. Planning. Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Vista geral da localização da área em estudo. Vitorino, PR, 2017. ....	20
Figura 2 – Croqui da área estudada. Vitorino, PR, 2018. ....	21
Figura 3 – (A) Mapa hipsométrico com curvas de nível e (B) Mapa de declividade com curvas de nível da propriedade Donatti em Vitorino-PR. Vitorino-PR, 2017. ....	23
Figura 4 – Variabilidade espacial do elemento fósforo. Vitorino-PR, 2017. ....	26
Figura 5 – Variabilidade espacial do elemento potássio. Vitorino-PR, 2017. ....	27
Figura 6 – Variabilidade espacial do elemento cálcio. Vitorino, PR, 2017. ....	28
Figura 7 -- Variabilidade espacial do elemento magnésio. Vitorino-PR, 2017. ....	29
Figura 8 –Variabilidade espacial do pH do solo. Vitorino, PR, 2017. ....	30
Figura 9 – Variabilidade espacial da saturação por base do solo (V%). ....	30
Figura 10 - Variabilidade espacial da saturação por alumínio (m%). Vitorino – PR, 2017. ....	31
Figura 11 –Variabilidade espacial da matéria orgânica do solo. Vitorino-PR. 2017. .	32
Figura 12 –Variabilidade espacial da Capacidade de Troca de Cátions (CTC). Vitorino-PR, 2017. ....	33
Figura 13 –Variabilidade espacial dos teores de alumínio no solo. Vitorino-PR, 2017. ....	34
Figura 14 – Análise de componentes principais referentes a análise química do solo em diferentes condições de manejo*. ....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos níveis de fertilidade da área de estudo segundo o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Paraná (SBCS-NEP,2017). ....	24
Tabela 2 –Alto valores e alto vetores da análise de componentes principais. ....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
3.1 SOLOS DOS PLANALTOS PARANAENSE .....	15
3.2 AGRICULTURA FAMILIAR NO SUDOESTE DO PARANÁ.....	16
3.3 USO DO SIG NO PLANEJAMENTO DA PROPRIEDADE.....	17
3.4 SUSTENTABILIDADE DO SISTEMA AGRÁRIO .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
4.1 LOCAL DE ESTUDO .....	20
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	20
4.3 ANÁLISES LABORATORIAIS.....	22
4.4 ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO .....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>23</b>
5.1 MORFOMETRIA DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
5.2 DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO .....	24
5.3 VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO.....	25
5.4 RELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E A FORMA DE MANEJO. ....	34
5.5 USO DO SIG DE CODIGO ABERTO NA AGRICULTURA. ....	36
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os solos paranaenses são originados de diferentes materiais de origem e estão distribuídos sobre diferentes domínios geomorfológicos (SANTOS et al., 2006). No extremo leste do estado se localiza o primeiro planalto onde predomina solos rasos e relevo suave ondulado (SILVA; SOUZA JUNIOR; COSTA, 2010). O Segundo Planalto Paranaense, por sua vez, apresenta relevo suave e solos mais arenosos. Já no Terceiro Planalto Paranaense é onde se encontra os solos de maior fertilidade natural, o qual tem seu embasamento na Formação Serra Geral (CURCIO, 2006).

A região sudoeste do Paraná está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, região que possui sua estrutura fundiária baseada na pequena propriedade, que tem como força de trabalho a família. Isso faz com que o uso do solo na região seja diferenciado, variando de produtores altamente tecnificados a produtores com baixo uso de insumos e tecnologias.

A agricultura familiar é responsável por 70% da produção de alimentos do país, sendo os principais produtos o milho, o feijão, o leite, as aves e os suínos (PORTAL BRASIL, 2015). A grande maioria das propriedades rurais no Brasil são formadas por estes minifúndios. Cerca de 4,3 milhões de estabelecimentos são classificados como agricultura familiar, representando 84% do total do país (IBGE, 2006).

Apesar das áreas de produção das propriedades da região serem pequenas é possível verificar uma boa produtividade nas mesmas, favorecidas pela condição climática da região, mesmo assim muitos agricultores vêm procurando formas de maximizar sua rentabilidade através da modernização do seu sistema de produção, seja ela pela compra de novas máquinas ou uso de insumos (SANTOS, 2008). No entanto, para que o objetivo de maximizar a sua renda seja alcançado, é necessário conhecer os solos da propriedade, tanto em relação as características físicas, químicas e a morfologia da paisagem (CERVI et al., 2013).

Uma maneira de se conhecer as características de uma propriedade é por meio do conhecimento da análise do solo e o mapeamento da variabilidade espacial com o uso de software capazes de gerar mapas e assim se tornando ferramenta importante para produtores que buscam maximizar sua produção.

O Quantum Gis é um software de código aberto, disponibilizado gratuitamente na internet que permite o processamento de imagens de satélites, bem como a análise de dados especializados por interpolação. Esta última consiste em uma ferramenta que possibilita a elaboração de mapas que mostra a distribuição espacial de atributos químicos e físicos do solo, o que permite uma melhor tomada de decisão em relação ao manejo da propriedade em todos os seus componentes.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Utilizar um SIG de código aberto (Quantum Gis) e dados topográficos disponibilizados gratuitamente na internet como ferramenta para caracterização da paisagem e para estudo da variabilidade espacial de parâmetros químicos do solo de uma propriedade rural no município de Vitorino – PR.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- a) Gerar mapas de declividade e curvas de nível a partir de modelos digitais de elevação disponibilizados pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais);
- b) Estudar a variabilidade espacial de atributos químicos do solo por meio da interpolação de dados pelo método da ponderação do inverso da distância (IDW), confrontando os dados com os resultados de áreas com diferentes manejos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 SOLOS DOS PLANALTOS PARANAENSE

O Paraná tem solos formados por materiais de origem distintos em diferentes condições de clima, por isso da sua grande heterogeneidade em seu território. No extremo leste, encontra-se a Planície Costeira e a Serra do Mar, sendo a primeira formada basicamente por sedimentos arenosos depositados pelo mar e a segunda por granitos e gnaises formados no pré-cambriano e metamorfozados no terciário o que proporcionou a formação de um ambiente de elevada declividade e solos rasos (SILVA; SOUZA JUNIOR; COSTA, 2010).

Também conhecido como Planalto de Curitiba, o Primeiro Planalto Paranaense é constituído de siltitos e arenitos, bem como por rochas do embasamento cristalino em uma paisagem onde predomina relevo suave ondulado a ondulado (CURCIO, 2006).

O Segundo Planalto Paranaense, por sua vez, apresenta relevo suave e está edificado sobre diferentes formações de arenito e por solos mais arenosos, sobre litoestratigrafia devoniana/carbonífera, onde é possível identificar alterações muito expressivas, tanto geomórfica quanto pedologicamente (CURCIO, 2006; NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008)

No terceiro planalto é onde se encontra maior fertilidade, os solos encontrados nesta região são originados do basalto; rocha ígnea, básica e afanítica que iniciou sua formação a cerca de 130 milhões de anos e deu origem as rochas da Formação Serra Geral (NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008). Essas rochas apresentam composição mineralógica complexa, apresentando cristais diminutos de piroxênios, plagioclásios, ortoclásio e olivina como constituintes básicos. Em relação as suas características químicas apresentam como constituintes básicos o SiO<sub>2</sub>, Al, FeO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O (POPP, 2010).

Na condição climática encontrada na região, estas rochas são intemperadas e dão origem a solos muito argilosos e com elevados teores de óxidos de ferro e caulinita (GHIDIN et al., 2006). De maneira geral, possui elevada taxa de infiltração de água, o que o protege parcialmente de processos erosivos, e possui elevada plasticidade e pegajosidade, o que dificulta o manejo do solo quando este

apresenta elevado teor de umidade e o torna muito susceptível a compactação (FREDDI et al., 2006; SOUZA et al., 2006)

Por serem originários de basalto, sua fertilidade natural está entre mediana e alta, além de apresentar baixos teores de areia a base de quartzo. De maneira geral, os solos da região apresentam baixos valores de CTC (Capacidade de Troca de Cátions) proporcionada pela sua mineralogia, o que aumenta a importância das práticas como rotação de cultura, adubação verde as quais promovem o aumento da matéria orgânica no solo (CÓ JÚNIOR, 2011).

A sua aptidão agrícola é favorável para várias culturas anuais ou perenes, o sucesso da agricultura nestes solos se mostra eficiente como citado anteriormente devido a sua capacidade de responder a correção de solo quando necessário, estes processos ainda são favorecidos pela facilidade na mecanização devido ao seu relevo (KER, 1997).

### 3.2 AGRICULTURA FAMILIAR NO SUDOESTE DO PARANÁ

A agricultura familiar é lembrada por ter grande importância no emprego de mão de obra e produção de alimentos, os quais são voltados para consumo interno. Este modo de agricultura apresenta características que a distingue das grandes propriedades, uma vez que apresentam, de maneira geral, menor produtividade e menor incorporação de tecnologia. Além da importância desta modalidade de agricultura na produção de alimentos e na geração de renda, ela é também fundamental para a redução do êxodo rural e para a fixação do homem do campo (GUILHOTO et al., 2006).

Este setor representa 85,2% dos estabelecimentos rurais brasileiro, produz cerca de 37,9% da produção agropecuária e tem 30,5% das áreas do país (IBGE, 2006). Em comparação com outros sistemas, ela se mostra mais eficiente, pois a mesma possui menos terras que a patronal, menos linhas de créditos disponíveis e mesmo assim possui grande parcela da produção total do Brasil (BUAINAIN; ROMEIRO; GUANZIROLI, 2003).

Mesmo com este grande potencial produtivo, (BUAINAIN; ROMEIRO; GUANZIROLI, 2003) relatam que em praticamente todos os sistemas e regiões os

agricultores enfrentam problemas associados a disponibilidade de capital de giro e recursos para investimento, a grande maioria dos produtores necessitam de recursos de terceiros para operar sua unidade com eficácia. Neste sentido, faz-se necessário políticas públicas que cumpram seu papel com relação ao capital de giro e ferramentas que auxiliem o produtor a diminuir custos de produção.

É preciso reconhecer que muito pouco tem sido feito para contemplar as particularidades das pequenas propriedades, tecnologias com alto custo como a agricultura de precisão, que poderia ser uma técnica eficiente para entender o solo e a aptidão, muitas vezes se torna distante do agricultor familiar. Desta forma a aplicação de técnicas simples, que muitas vezes podem ser executadas de forma manual com ferramentas de baixo custo com a finalidade de manejo da variabilidade espacial da fertilidade e relevo, podem fazer a diferença no custo de produção (KNOB, 2006).

Assim o uso de softwares como o Quantum GIS podem auxiliar a maximizar a produtividade, entendendo a heterogeneidade de sua propriedade, assim podendo adotar técnicas que possibilitem aos agricultores aumentar sua eficiência, melhorando sua renda, tornando viável sua permanência na propriedade. Guanzioli, Buainain e Di Sabatto (2012), relatam em seu trabalho que está busca por alternativas para o agricultor permanecer no campo faz com que o uso e ocupação do solo por estas famílias seja mais intensa que a agricultura patronal em grandes áreas.

### 3.3 USO DO SIG NO PLANEJAMENTO DA PROPRIEDADE

Para planejar o uso e a aptidão agrícola de uma propriedade deve-se levar em consideração os fatores físicos e econômicos, os quais regem a propriedade. Neste sentido é indispensável identificar as áreas com aptidão agrícola e assim utilizar de forma sustentável ou indicar a melhor aptidão para a área. Para isto é necessário levantar informações como vegetação, clima, solo, utilização atual, rede de drenagem, entre outros (WEBER, 1995).

Desta forma a agricultura de precisão é definida, como “um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da propriedade e visa elevar a produção de forma sustentável e com menor efeito ao ambiente” (MAPA, 2018).

As imagens Topodata são fruto de um projeto iniciado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no qual foram utilizadas imagens SRTM disponibilizada pelo U.S. Geological Survey (USGS), as quais tiveram os dados processados, inspecionados, revisados e, posteriormente, aprimorados e corrigidos por profissionais do INPE em 2008 e 2009. Visando uma expansão do projeto, em 2011 foi desenvolvida uma metodologia que capacitava a sua aplicação em qualquer dado SRTM (INPE, 2018).

A principal característica de imagens Topodata é sua resolução espacial de 30 metros, sendo crucial quando trabalhado em grandes escalas (INPE, 2018). Alguns trabalhos realizados em pequenas propriedades demonstram o grande potencial do mapeamento no monitoramento das culturas. Ribeiro Neto et al. (2018) afirmam que o uso do SIG em pequenas propriedades é facilmente aplicado e auxilia no planejamento ambiental, monitoramento de culturas, combate de doenças e estimativa de produção.

### 3.4 SUSTENTABILIDADE DO SISTEMA AGRÁRIO

A sustentabilidade dos sistemas agrícolas brasileiros começou a ser discutida com maior veemência a partir do momento em que os impactos causados pela agricultura começaram a ser mais visíveis (CAPORAL; COSTABEBER, 2002). Neste momento, não apenas a produção, mas também a qualidade ambiental tornou alvo de atenção. Neste sentido, leis mais rigorosas em relação a produção e ao uso de agroquímicos foram propostas e maior rigor em relação as práticas de uso e ocupação do ambiente, exemplo disso são as áreas de preservação permanente, preservação das nascentes e rios com vegetação ciliar (MIRANDA, 2009).

Aumentar a eficiência dos sistemas agrícolas e garantir a sustentabilidade é um grande desafio. Neste sentido, faz-se necessário considerar toda a cadeia produtiva, de forma a garantir a produtividade destes solos sem o seu esgotamento. Desta forma torna-se necessário a adoção de um modelo sustentável de desenvolvimento, tendo como ponto crucial se tornar economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto (FACCI, 2008).

Para que este processo seja possível, é importante que o técnico responsável tenha em mente que o solo deve ser manejado de maneira que seja corrigido suas deficiências em relação a fertilidade, que seja protegido de processos erosivos e que seja fornecido nutrientes de acordo com a necessidade da planta, garantindo a mínima perturbação possível do solo (NIELSEN; WINDING, 2002).

Práticas agrícolas como uso de plantio direto, o qual proporciona baixo revolvimento do solo manutenção da cobertura vegetal na superfície, em solos tropicais e subtropicais mostrou-se indispensável (COSTA et al., 2004). Esta prática é capaz de proporcionar uma agricultura sustentável, através do aumento do teor de matéria orgânica e das qualidades físicas e biológicas (ASSIS; LANÇAS, 2005; MARCOLAN; ANGHINONI, 2006)

Outro ponto indispensável para a prática de uma agricultura sustentável em solos tropicais e subtropicais, é a utilização de terraceamento. Esta prática é utilizada para o controle mecânico da água, reduzindo assim a energia de escoamento. Tais práticas se demonstraram eficientes após a implantação de um programa chamado Paraná Rural que difundiu a prática aos agricultores. Estudos mostram a redução da turbidez da água após sua implantação (MICHELLON; REYDON, 2018), a alocação e dimensionamento são fundamentais para sua eficiência, solos os quais estão depositos a este processo de erosão podem sofrer seu esgotamento químico, físicos e biológicos rapidamente (SANTOS et al., 2011b)

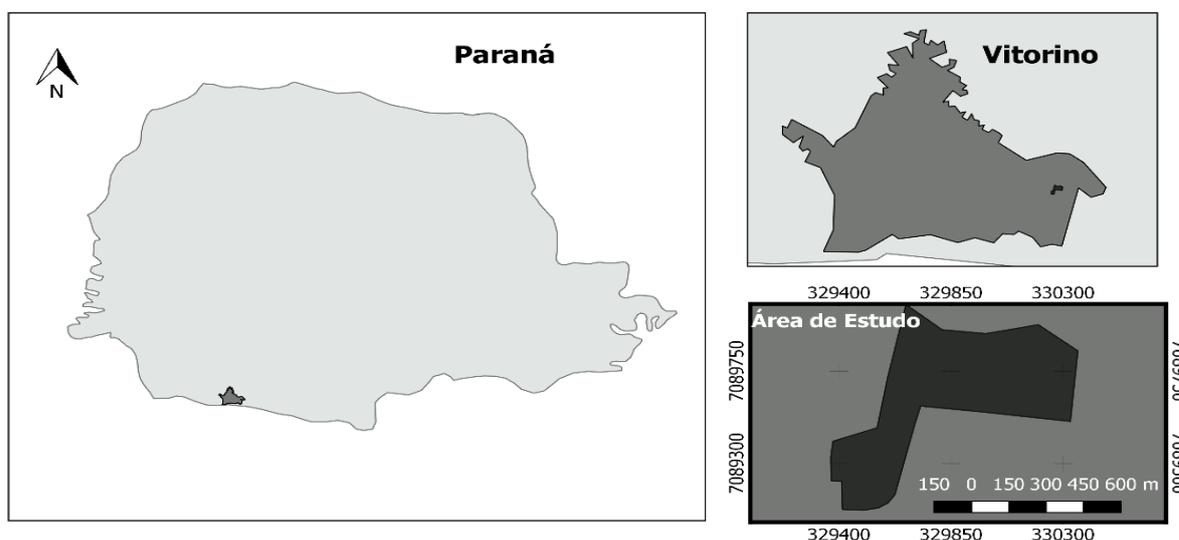
O desafio para a agricultura, considerando seus impactos devido a substituição de uma vegetação nativa por uma cultivada, faz-se necessário a busca de sistemas produtivos que torne sua atividade menos dependente de recursos naturais não renováveis e menor utilização de produtos oriundos de fora da propriedade.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em uma propriedade caracterizada como de agricultura familiar no município de Vitorino – PR. A área apresenta litologia a base de basalto da Formação Serra Geral e relevo suave ondulado, passando a ondulado com colinas policonvexas e morrotes ocasionais, Figura 1.

**Figura 1** – Vista geral da localização da área em estudo. Vitorino, PR, 2017.



Fonte: autoria própria (2018).

Parte da área em estudo é destinada a produção de milho para grãos; parte para a produção de milho silagem, soja, que representam 29 hectares, parte para pastagem com 12 hectares e 12 hectares da propriedade com mata e várzea, Figura 2.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

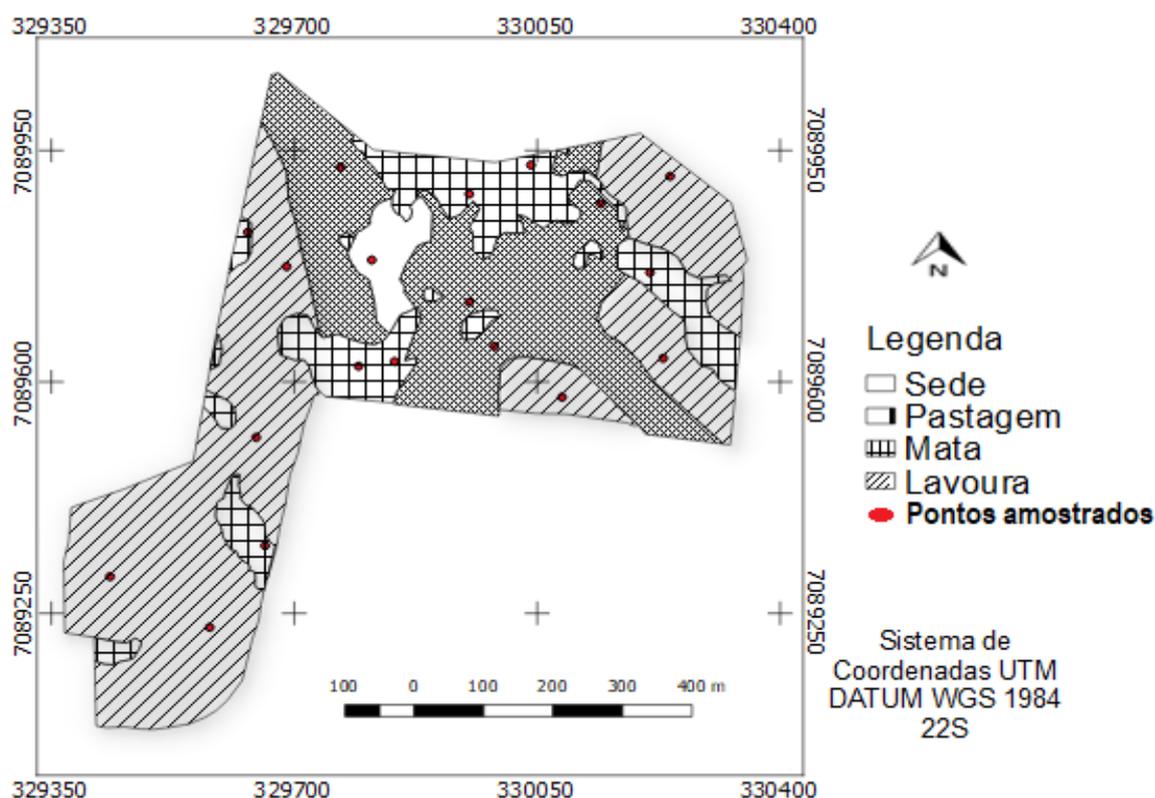
Para o presente estudo foi utilizado o software Quantum GIS, um Sistema de Informações Geográficas (SIG) de Código Aberto, disponibilizado gratuitamente pelo portal Qgis. O software possibilita a criação, edição, visualização,

análise e publicação de informações geográficas, bem como a exploração e a visualização de metadados. ([www.qgis.org](http://www.qgis.org)).

Com o Quantum Gis, antes da amostragem de solo, foi realizado uma análise da morfologia do relevo a partir do processamento de imagens Topodata, disponibilizadas gratuitamente pela INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Nesta Etapa, foram gerados modelos de declividade, modelos hipsométricos e de sombreamento do relevo (MARQUES et al., 2011; POLIDORI; HAGE; VALERIANO, 2014).

Após a caracterização, foram selecionadas áreas com características geomorfológicas e de manejo distintas onde foram coletadas amostras para análises químicas conforme CLAESSEN et al., (1997), cada manejo distinto, e área geomorfológica distinta, recebeu sub amostragem em uma profundidade de 0 a 0,20 metros, essas sub amostras foram unidas e misturadas formando uma amostra principal, representando aquela área demarcado pelo cada ponto conforme a figura 2. Tais análises foram realizadas no laboratório de solos da UTFPR – PB.

**Figura 2** – Croqui da área estudada. Vitorino, PR, 2018.



Fonte: autoria própria (2018).

### 4.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

Foi analisado o pH em  $\text{CaCl}_2$ . O teor de  $\text{K}^+$  foi analisado em fotômetro de chama após extração com  $\text{HCl}$  ( $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ ) e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ ) (Mehlich<sup>-1</sup>); os teores de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e  $\text{Al}^{3+}$  foram extraídos por  $\text{KCl}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ ; a acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) extraída com acetato de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OAc})^2 - 0,5 \text{ mol L}^{-1}$ ) a pH 7 e titulada com  $\text{NaOH}$   $0,005 \text{ (mol L}^{-1})$ . O fósforo (P) disponível foi extraído por Mehlich-1 e, utilizando ácido ascórbico como redutor, seu teor será determinado em espectrofotômetro (CLAESSEN et al., 1997).

A partir dos dados obtido, foram calculados a soma de bases  $\text{SB} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+)$ ; a CTC a pH 7 ( $\text{T} = \text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$ ) e a saturação por bases ( $\text{V}\%$ )  $= \text{SB} * 100 / \text{T}$ . (CLAESSEN et al., 1997)

### 4.4 ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO

Os dados coletados em campo foram submetidos a uma análise de interpolação pelo método da ponderação do inverso da distância (IDW), sendo os modelos gerados sobrepostos as feições geomorfológicas encontradas em campo. Como análise secundária, foi realizando sobreposição dos modelos gerados sobre áreas cultivadas para fins distintos como milho para silagem, soja e milho para grão.

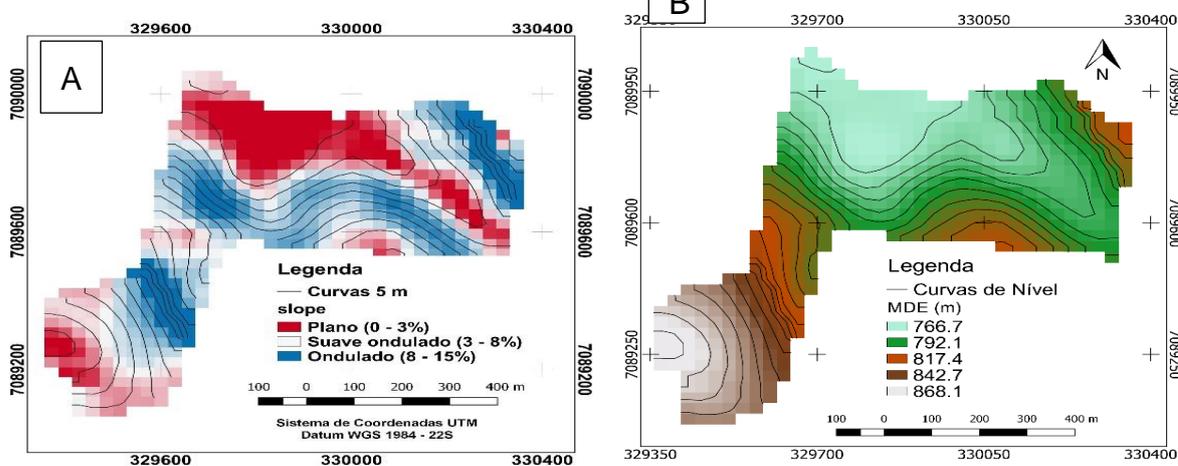
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 MORFOMETRIA DA ÁREA DE ESTUDO

A porção de topo (Figura 3A), apresenta relevo plano (0-3%) (Figura 3B) baixa suscetibilidade a erosão e apresenta solos profundos e bem drenados, o que facilita a mecanização. Esta característica faz com que o solo abrigue a quase totalidade do cultivo de milho silagem. A porção de ombro, por sua vez, apresenta relevo suave ondulado (3-8%) (Figura 3B), moderada suscetibilidade a erosão e, em alguns pontos, apresentam dificuldades a mecanização. Atualmente, a área vem sendo utilizado com lavouras de cultivos anuais e pastagem.

Através do mapa hipsométrico e da curva de nível foi possível identificar áreas como a porção ombro na cor branca e meia encosta, na cor azul (Figura 3A), como áreas passíveis de receber práticas conservacionistas como a utilização de terraceamento minimizando a sua suscetibilidade a erosão (XAVIER et al., 2010). As áreas na esquerda do mapa onde apresentaram suscetibilidade a erosão, já receberam esta técnica minimizando está suscetibilidade, as áreas da direita fazem necessário a implantação dos mesmos. Além dos aspectos da suscetibilidade a erosão, a declividade das áreas supracitadas se torna um fator limitante a utilização de máquinas agrícolas, afetando a velocidade de deslocamento e estabilidade nas mesmas. (HÖFIG; ARAUJO-JUNIOR, 2015).

**Figura 3 –** (A) Mapa hipsométrico com curvas de nível e (B) Mapa de declividade com curvas de nível da propriedade Donatti em Vitorino-PR. Vitorino-PR, 20



Fonte: autoria própria (2017).

## 5.2 DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO DA ÁREA DE ESTUDO

Das amostras coletadas na propriedade, 57 % apresentaram teores de P nas faixas do Muito Baixo e Baixo; 27% nas faixas do Alto e Muito Alto e apenas 16% na faixa do Médio (Tabela 1). Estes resultados mostram que, em relação ao P, a adubação como forma aporte deste elemento ao solo continua sendo uma prática fundamental para a manutenção da boa fertilidade do solo. Entretanto, há de se levar em conta que como se trata de solos de Basalto com elevadores teores de argila e óxidos de ferro e alumínio, a dinâmica deste elemento se torna ainda mais complexa, podendo ter uma considerável perda do P por adsorção nos compostos supracitados.

Em relação ao K, nenhuma amostra apresentou teores Muito Baixo e somente 11% ficaram na faixa do Baixo. Entretanto, 63% estiveram na faixa do Muito Alto e Alto e 26% na faixa do Médio, mostrando que, de maneira geral, os valores encontrados estão adequados para a prática da agricultura.

**Tabela 1** – Classificação dos níveis de fertilidade da área de estudo segundo o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Paraná (SBCS-NEP,2017).

Elemento	Muito Baixo (%)	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)	Muito alto (%)
Fosforo	31%	26%	16%	6%	21%
Potássio	0	11%	26%	42%	21%
Calcio	0	0	0	15%	85%
Magnésio	0	0	0	15%	85%
pH	5%	16%	57%	11%	11%
V% <sup>1</sup>	0	6%	0	47%	47%
m% <sup>2</sup>	95%	0	0	5%	0%
MO <sup>3</sup>	0	0	0	0	100%
T <sup>4</sup>	0%	0	5%	90%	5%
Al	95%	0	0	5%	0

<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.

Em relação aos teores de Ca e Mg, os resultados observados estiveram na faixa do Alto (15%) e Muito Alto (85%), evidenciando a boa fertilidade dos solos da propriedade. É importante destacar que áreas de mata e várzea não receberam correção com calcário e, mesmo assim, apresentaram teores de Ca e Mg elevados. Tal fato pode estar relacionado ao material de origem (Basalto) do solo, cuja mineralogia apresenta minerais como os Plagioclásios que, por sua vez, são ricos no elemento Ca. Os elevados teores destes elementos podem ter influenciado também

ao valor de V% que no presente estudo estiveram em 94% na faixa do Alto e Muito Alto (Tabela 1).

Os elevados teores do Ca e Mg podem ter influenciados também ao pH do solo. Dentre as amostras estudadas, 57% estiveram na faixa do médio e 22% estiveram na faixa do Alto e Muito Alto (Tabela 1). Entretanto, é importante destacar que ao mesmo tempo que os elevados teores de Ca e Mg contribuem com elevação do pH, a MO, cujos valores estiveram em 100% das amostras na faixa do Muito Alto, contribuem com o abaixamento de mesmo por ser fonte natural de H<sup>+</sup>.

Os teores de Al também não representaram um problema em potencial para a prática da agricultura na propriedade em questão. Das amostras analisadas, 95% estiveram na faixa do Muito Baixo, resultados que foram acompanhados pela m% (Tabela 1). Em áreas não agricultadas os baixos teores de Al e de m% podem estar associadas aos elevados teores de Ca e Mg comuns em solos de Basalto.

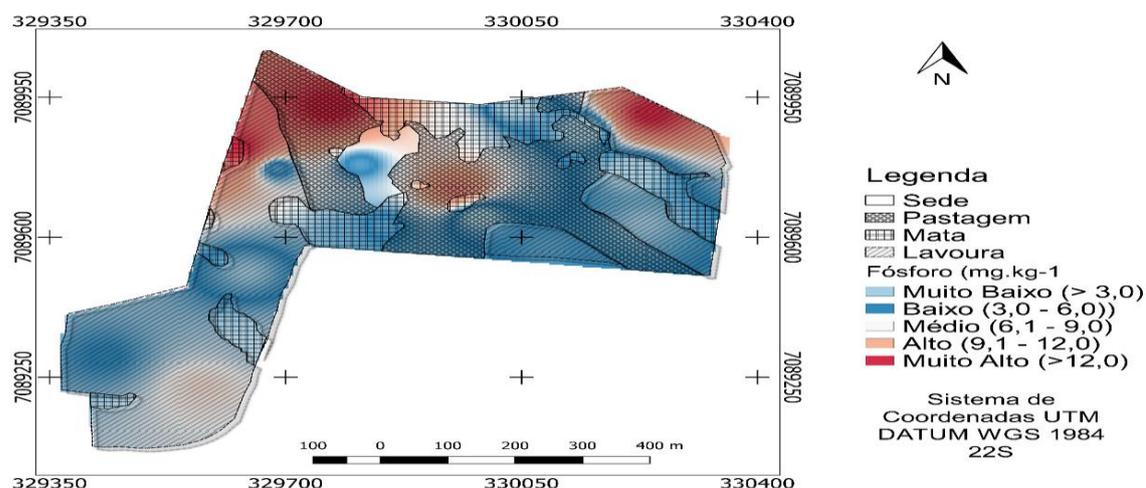
Com o diagnóstico da fertilidade da propriedade, pode-se afirmar que a adubação de alguns elementos como o P e K em algumas áreas, devem ser feitas de forma mais criteriosa para a manutenção da fertilidade. No geral, os demais elementos estão na faixa aceitável para o desenvolvimento das culturas.

### 5.3 VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Os maiores teores de fósforo foram observados nas áreas mais baixas da paisagem (Figura 3) e abrange áreas comumente cultivadas com milho para silagem, pastagem e até mesmo áreas com pequenos capões de mata (Figura 3).

Os elevados teores deste elemento nestes locais podem estar relacionados a aplicação de dejetos de suínos que foram frequentes durante aproximadamente 10 anos. Scherer, Nesi e Massotii (2010) constataram que sucessivas aplicações de dejetos de suínos na mesma área alteram a distribuição de P no solo, principalmente em Latossolos onde praticamente não apresenta mobilidade (LIMA; SILVA; SILVA, 2013)

**Figura 4** – Variabilidade espacial do elemento fósforo. Vitorino-PR, 2017.



Fonte: autoria própria (2017).

Independente do manejo, pastagem, lavoura ou mata, a prática de aplicação de dejetos de suínos mostrou-se altamente eficiente, mantendo os teores de P na faixa do muito alto (BERWANGER; CERETTA; SANTOS, 2008)

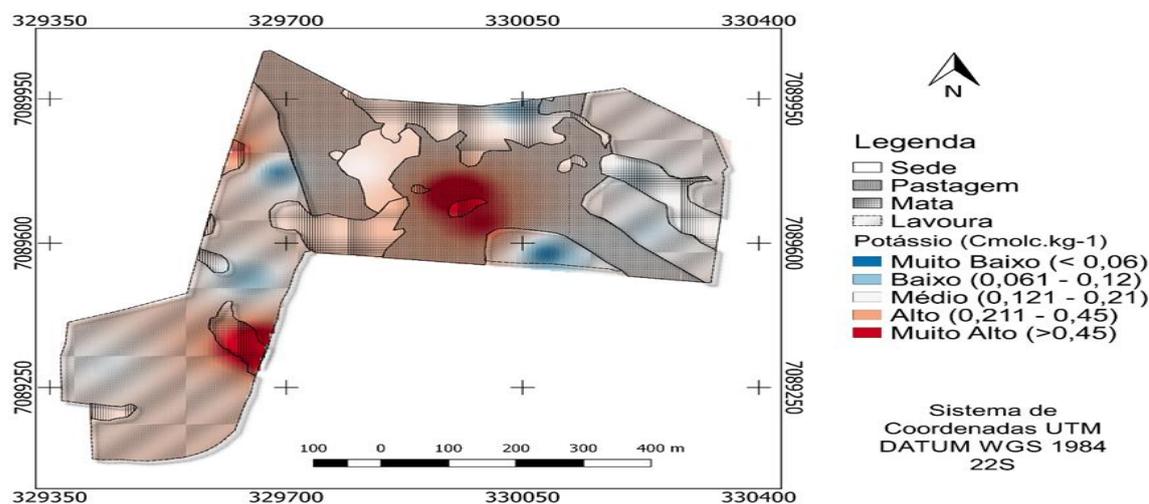
Estes dados corroboram com os apresentados por Núñez et al. (2003) onde se nota que as áreas de meia encosta, com algumas exceções, os teores de P permaneceram na faixa do Baixo a Muito Baixo (Tabela 1)(SBCS-NEP, 2017). Apesar de algumas destas áreas serem adubadas com frequência em virtude do cultivo de milho, os teores do elemento supracitado são mais baixos em virtude de processos erosivos que promovem perdas de P por defluxo superficial, uma vez que a baixa mobilidade deste elemento no solo evita a sua lixiviação, mantendo este elemento na superfície o que favorece sua perda por erosão.

As áreas utilizadas para o cultivo de silagem apresentaram teores de baixo a alto, independente da extração que ocorre neste tipo de manejo, o P não é um dos elementos mais extraídos quando se destina o milho para a produção de foragem. Em estudo realizado por Ueno et al. (2011) os autores notaram que a colheita para forragem extrai do solo potássio e nitrogênio em maiores quantidades, seguidos por cálcio, magnésio e fósforo respectivamente. Assim a adubação de reposição deste elemento se torna mais eficiente nestas áreas sob plantio direto (RHEINHEIMER; GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

Em relação aos teores de K (Figura 4), as áreas de lavoura apresentaram os teores mais baixo. A grande extração de potássio nessas áreas

utilizada para a cultura de milho silagem bem como a sua elevada mobilidade no solo são fatores que contribuem para sua saída do sistema (WERLE et al., 2008; UENO et al., 2011).

**Figura 5** – Variabilidade espacial do elemento potássio. Vitorino-PR, 2017.



Fonte: autoria própria (2017).

A utilização das mesmas áreas para o cultivo de milho silagem se torna um problema para a fertilidade das mesmas, já que a adubação de reposição do elemento se torna mais difícil.

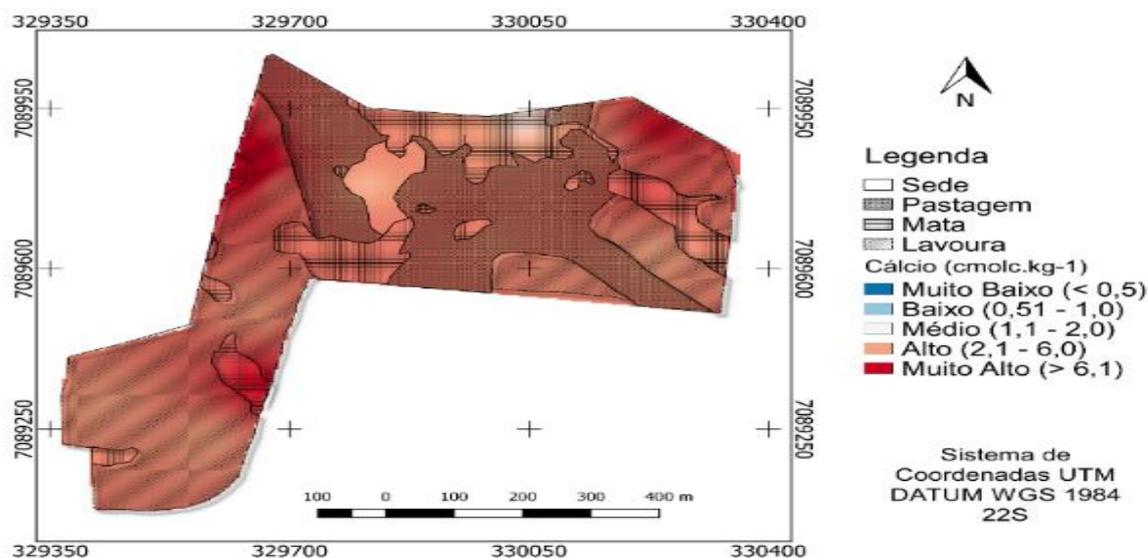
Em estudo realizado por Ueno et al. (2013), com o objetivo avaliar a exportação de macronutrientes do solo em área cultivada com milho, os autores concluíram que a colheita da silagem exporta cerca de 384% de potássio quando comparada com a exportação promovida pela colheita de grãos, assim a adubação de manutenção deste elemento se torna suficiente apenas quando e feita a colheita para grãos, quando destinada para forragem gera um déficit de 84 Kg há<sup>-1</sup>.

Os teores mais elevados de K foram encontrados nas áreas de pastagem. Segundo Souto (2006), a presença de animais se alimentando de forragem nestas áreas, onde somente 0,86% do K fica retido nos animais, e o restante retorna ao solo por meio das fezes e urina, fazem com os teores deste elemento seja mais elevados nestas áreas.

Os resultados obtidos evidenciam que o manejo da adubação com este nutriente deve ser feito de forma criteriosa em áreas de cultivo de milho para silagem. Wrobel et al. (2012) citam que principalmente nestas áreas que recebem plantio consecutivo para este fim, que pode causar acentuada falha de manejo e adubação.

Para os teores de cálcio obteve-se homogeneidade na área analisada (Figura 5), as amostras analisadas variaram de 3,2 a 16,3 mg dm<sup>-3</sup>, sendo que 85% estiveram na faixa do Muito Alto (Tabela 1). É importante considerar que, como a área em questão apresenta solos desenvolvidos sobre Basalto, os elevados teores de Ca e Mg podem estar relacionados ao intemperismo de minerais ferromagnesianos como os anfíbolitos, os piroxênios e as olivinas, bem como ao intemperismo de minerais fonte de Ca como os plagioclásios (QUEIROZ, 1980; POPP, 2010).

**Figura 6** – Variabilidade espacial do elemento cálcio. Vitorino, PR, 2017.

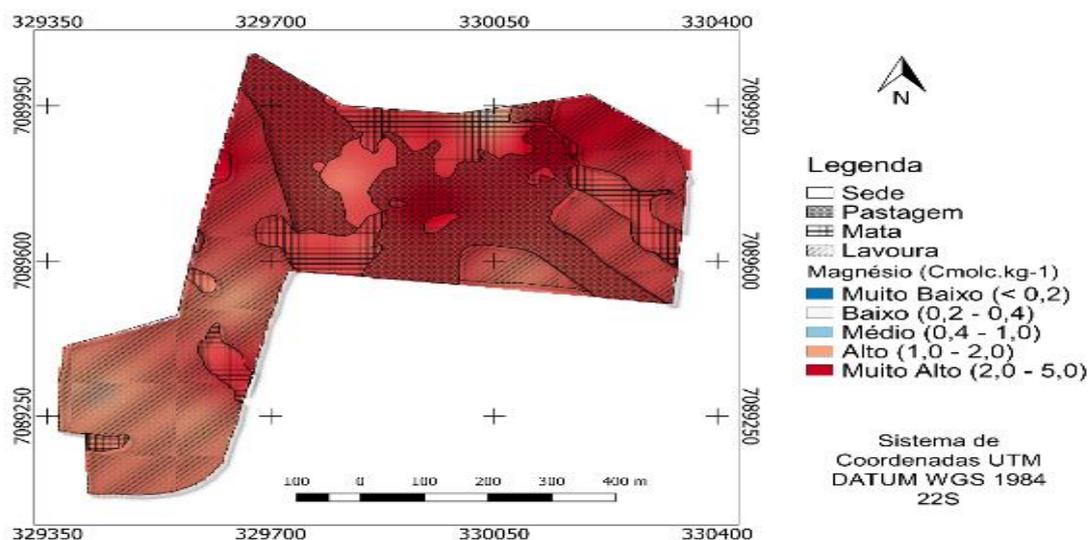


Fonte: autoria própria (2017)

Os teores de Mg das amostras analisadas se mostraram homogenia (Figura 6), variaram de 1,5 a 6,2 cmolc dm<sup>-3</sup> e foram classificados como muito alto em 85% das amostras (Tabela 01) (SBCS-NEP, 2017).

Lourente et al. (2011) verificaram que os elementos como P, K, Ca e Mg são elementos que sofrem interferência pelo manejo. Para as áreas de mata onde os elementos supracitados também foram altos mesmo sem aplicação de calcário pode ser explicado pelo material de origem dos solos da região, o basalto, ter em sua composição Ca e Mg em abundância (QUEIROZ, 1980).

**Figura 7** -- Variabilidade espacial do elemento magnésio. Vitorino-PR, 2017.



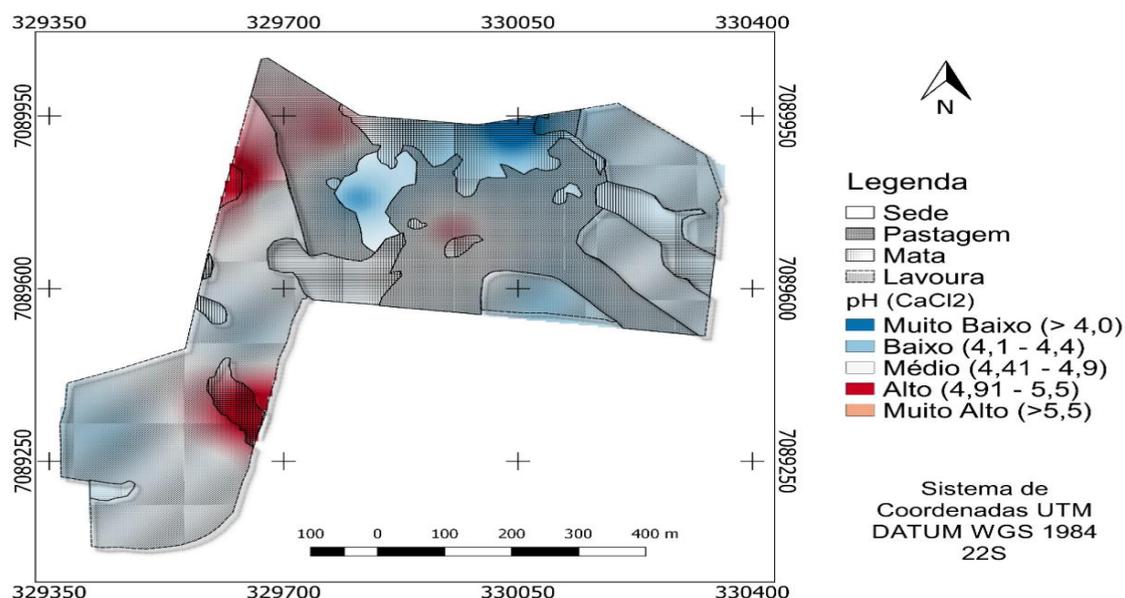
Fonte: autoria própria (2017).

Os valores de pH variaram de 3,7 a 5,7. Em geral, o pH nas áreas de lavoura e pastagem estão na faixa aceitável para desenvolvimento das culturas, isso se dá pelo fato da aplicação de calcário que além de interferir no teor de Ca, Mg e H+Al, interfere positivamente no pH elevando (GONÇALVES et al., 2011).

Entretanto, na Figura 7, três áreas se destacam: área de várzea localizada ao norte da área de estudo com pH muito baixo e uma área ao sul e outra na porção oeste com pH na faixa do alto a muito alto. No primeiro caso, conforme Rocha et al. (2005), os baixos valores de pH são proporcionados pelo elevado teor de MO que são característicos de solos de ambientes mal drenados. Valores de pH parecidos em áreas mal drenadas foram encontrados por Valladares et al. (2008).

Já a questão das áreas com pH alto, uma hipótese possível é que, como são áreas com solos rasos e sob forte influência do material de origem, a hidrólise de minerais primários podem estar aumentando os teores de elementos básicos no solo e, conseqüentemente, aumentando o pH (POPP, 2010).

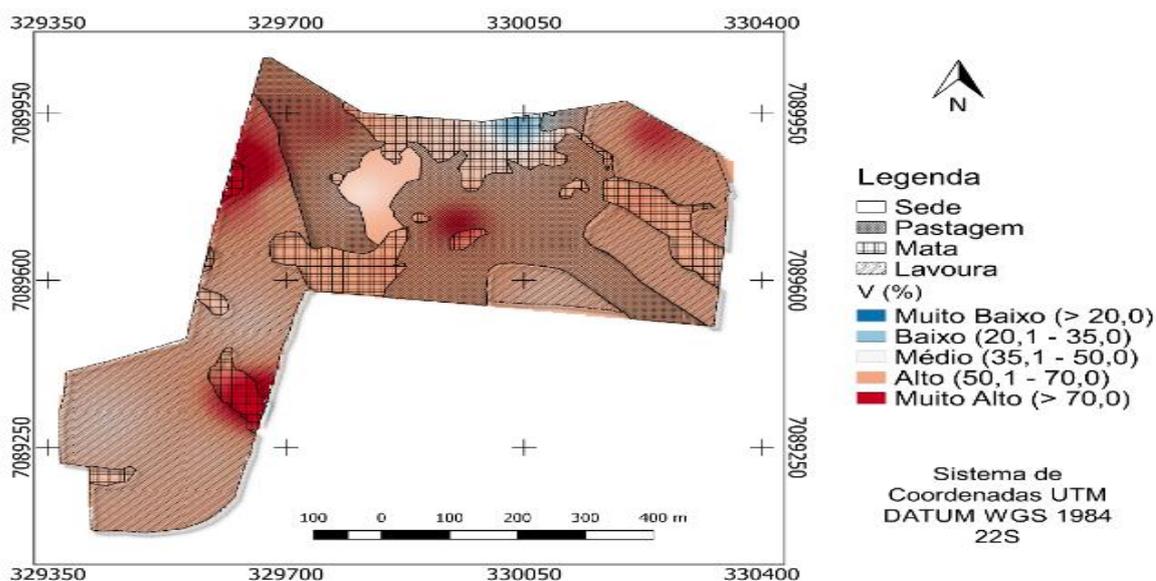
**Figura 8** –Variabilidade espacial do pH do solo. Vitorino, PR, 2017.



Fonte: autoria própria (2017)

A área em questão apresentou elevada heterogeneidade em relação a saturação por base (V%) (Figura 8) que variou de 32,24 a 87,32%. Os pontos que apresentaram maior V% são os mesmos pontos onde apresentaram maiores teores de Ca, Mg, e K. Conseqüentemente, a saturação por alumínio (M%) mostrou-se inversamente proporcional ao V%.

**Figura 9** – Variabilidade espacial da saturação por base do solo (V%).

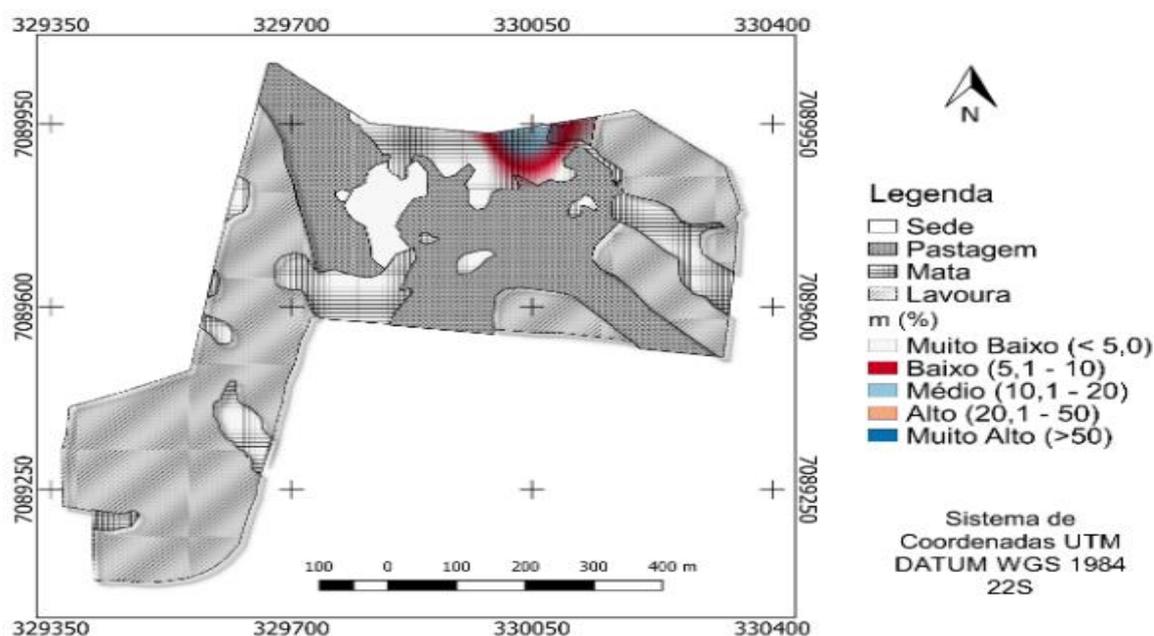


Fonte: autoria própria (2017).

A elevação das áreas cultivadas pode ser explicada pela aplicação de calcário. Resultados parecidos foram encontrados por Ernani, Bayer e Fontoura (2001) que em trabalho com o objetivo de avaliar, em casa de vegetação, a influência da calagem na produção de matéria seca de dezesseis espécies de plantas, encontraram que as diferentes doses aplicadas de calcário promoveram a elevação do V%.

A saturação por alumínio (Figura 9) apresentou valores na classe do baixo em praticamente toda a área de estudo. Entretanto, em uma pequena porção de várzea na região norte da área de estudo, a m% apresentou valores na classe do baixo a médio. Isso se deve aos baixos valores de pH na área em questão que mantém o Al com elevada atividade na solução do solo. Ademais, cabe ressaltar que esta área não recebe correções como calagem e adubação. A calagem realizada nas áreas de lavoura e pastagens é outro fator que colabora para elevação do pH (ERNANI; BAYER; FONTOURA, 2001).

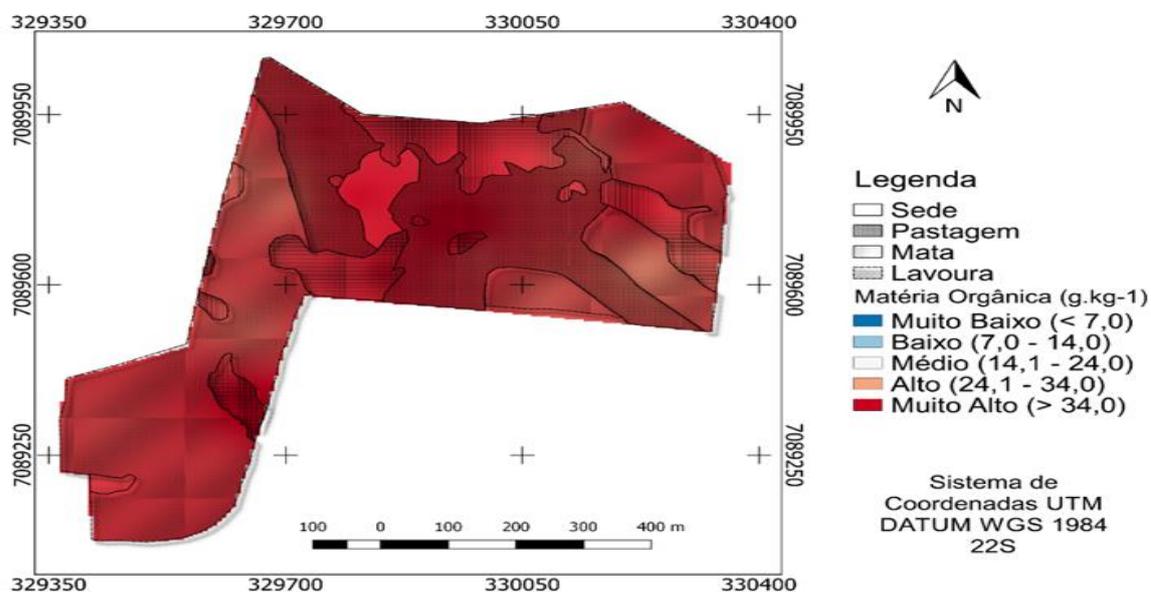
**Figura 10** - Variabilidade espacial da saturação por alumínio (m%). Vitorino – PR, 2017.



Fonte: autoria própria (2017).

Em relação aos teores de MO, foi observado uma elevada homogeneidade na área em questão (Figura 10). Este resultado pode estar relacionado a condição de clima e aos elevados teores de argila dos solos da região.

**Figura 11** –Variabilidade espacial da matéria orgânica do solo. Vitorino-PR. 2017.



Fonte: Autoria própria (2017)

Os elevados teores de argila, predominantes nos solos da região, proporcionam um aumento na aproximação das partículas do solo, conferindo mais estabilidade e proporcionando maior proteção a degradação da matéria orgânica (SANTOS et al., 2011a).

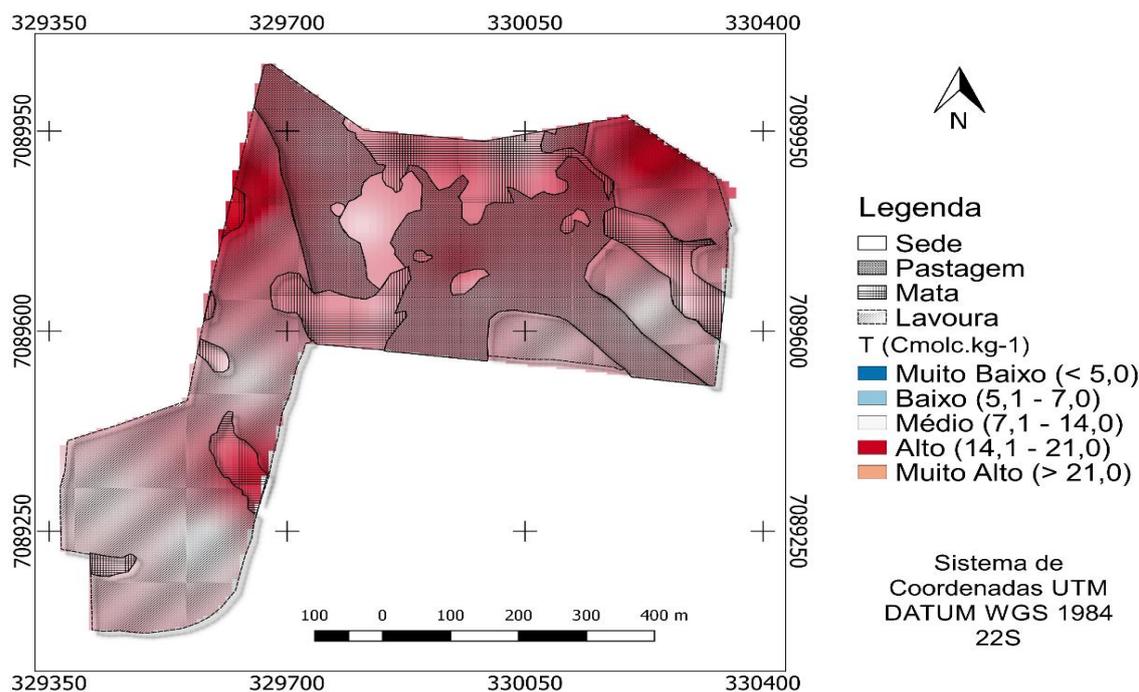
O clima, por sua vez, classificado como Cfa pela classificação de Köppen, apresenta temperaturas amenas durante boa parte do ano, proporciona diminuição da atividade biológica do solo, assim diminuindo a decomposição e mineralização da matéria orgânica (REIS; RODELLA, 2002).

Nas áreas de silagem, mesmo com a extração de toda a biomassa produzida, os teores de matéria orgânica se mantiveram altos, resultados diferentes foram encontrados por Melero et al. (2014), isso pode ser explicado pelo fato de após a cultura do milho vem sendo adotado a implantação de plantas de cobertura, como milheto, aveia e nabo forrageiro. Esses resultados corroboram com estudo realizado por Castro et al. (2017) que ao avaliarem o efeito de diferentes plantas de coberturas no acúmulo de nutrientes em áreas de silagem, concluíram que as plantas de cobertura tem grande eficiência na reciclagem de carbono no solo.

Para a capacidade de troca de cátions (T), os níveis das amostras analisadas variaram de 13,61 a 25,08  $\text{cmolc dm}^{-3}$ , variando de médio 5% das amostras, Alto 90% das amostras e muito alto 5% das amostras (Tabela 1) (SBCS-NEP, 2017) se comportando de maneira uniforme na área (Figura 11). Apesar do

predomínio de caulinitas na fração argila dos solos da região que, conhecidamente, proporciona baixa T, os valores encontrados na área de estudo são considerados adequados para a agricultura. Este fato decorre de que em toda a região, são comuns solos com teores matéria orgânica na faixa do alto a muito alto o que contribui para a elevação da T do solo. (CIOTTA et al., 2002).

**Figura 12** –Variabilidade espacial da Capacidade de Troca de Cátions (CTC). Vitorino-PR, 2017.



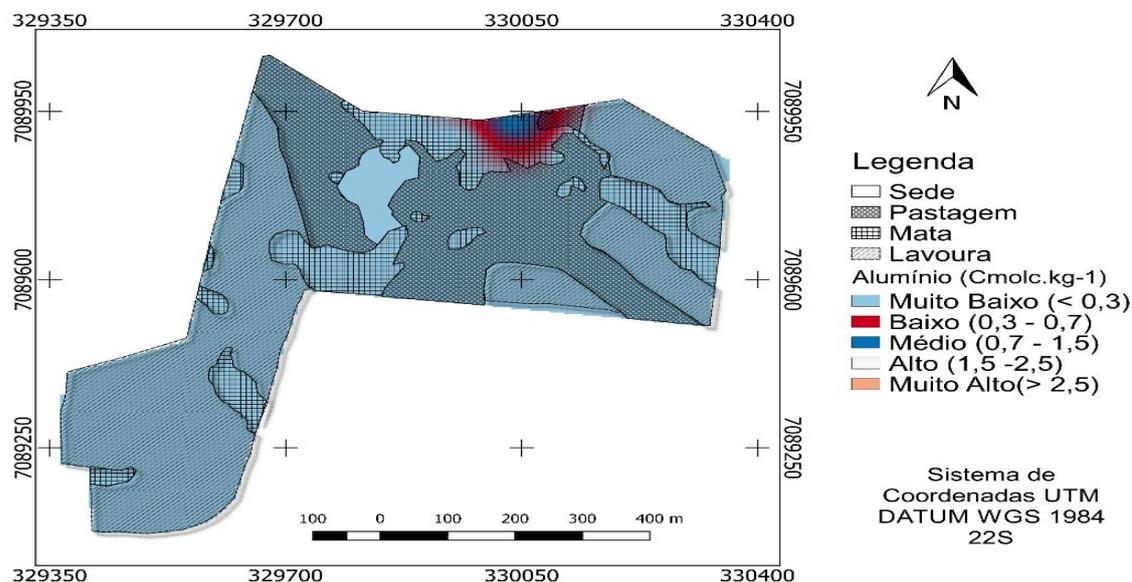
Fonte: Autoria própria (2017).

O T dos solos da área estudada pode ser um parâmetro para a tomada de decisão quanto a adubação de alguns elementos como o K, onde o T é o principal componente que determina a relação com o K, onde em solos com maior T observa-se menor quantidade de K na solução, refletindo em menor perda de K por lixiviação (DUARTE; PEREIRA; KORNDÖRFER, 2013).

Os teores de alumínio se mostraram extremamente baixos, variando de 0 a 1,53 cmolc dm<sup>-3</sup>, onde apenas 5% das amostras apresentaram teor alto, se restringindo a uma área de dolina (Figura 12), provavelmente por sua associação a matéria orgânica elevada nesses locais (VALLADARES et al., 2008). As demais amostras analisadas apresentaram teores muito baixo (SBCS-NEP, 2017). Esses resultados comprovam que o uso de corretivos como o calcário, diminuem a presença

do elemento nas áreas agricultáveis, mostrando-se eficiente (ERNANI; BAYER; FONTOURA, 2001).

**Figura 13** –Variabilidade espacial dos teores de alumínio no solo. Vitorino-PR, 2017.



Fonte: Autoria própria (2017)

#### 5.4 RELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E A FORMA DE MANEJO.

Pela análise de componentes principais foi possível observar que apenas dois componentes CP1 e CP2 (Tabela 2) explicam 77,78% da variabilidade dos atributos químicos do solo, evidenciando a elevada homogeneidade ambiental da área em questão.

**Tabela 2** –Alto valores e alto vetores da análise de componentes principais.

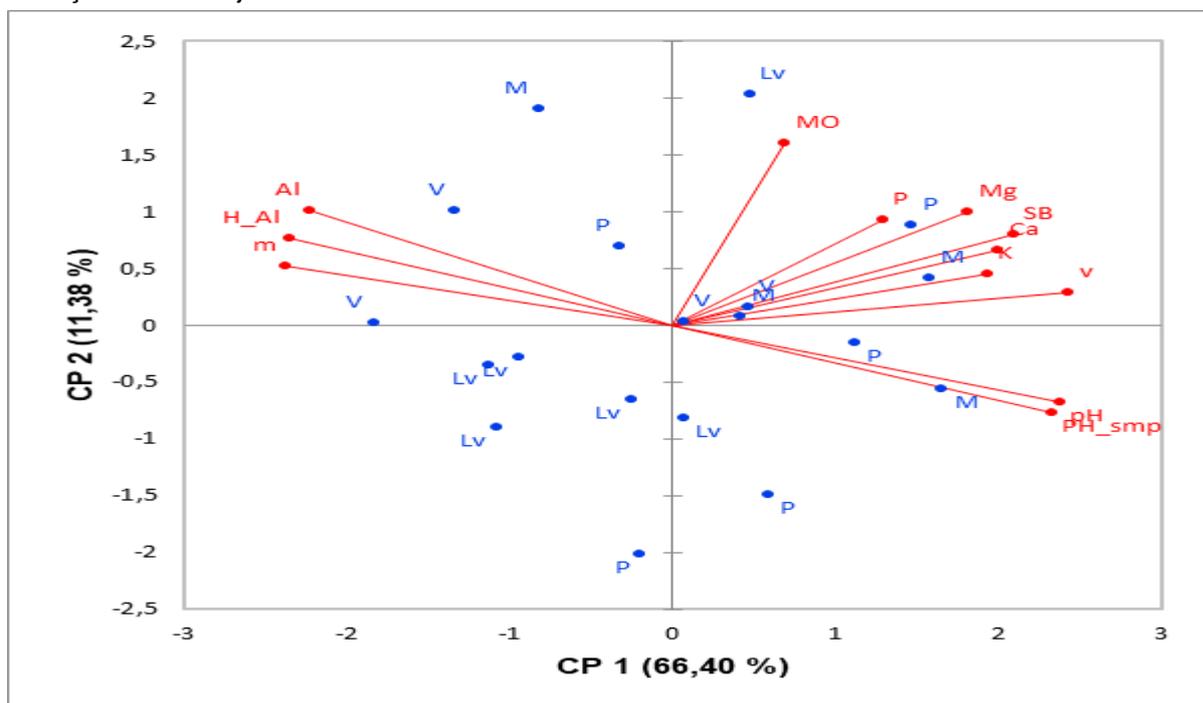
	CP1	CP2
Autovalores	7,96	1,36
Variability (%)	66,40	11,38
Cumulative %	66,40	77,78

Fonte: Autoria própria (2017)

A variabilidade espacial dos dados observada no presente estudo não está diretamente relacionada ao manejo do solo. Áreas que foram manejadas de

maneiras diferentes (mata, pastagem, lavoura) em muitas situações, se posicionaram no mesmo quadrante do gráfico da Figura 13, o que significa similaridade em relação aos atributos estudados. Tal homogeneidade pode estar relacionada a forte influência do material de origem (Basalto) nas características dos solos da região que, em virtude dos elevados teores de argila, óxidos de ferro e óxidos de alumínio, tendem a apresentar elevado poder tampão.

**Figura 14** – Análise de componentes principais referentes a análise química do solo em diferentes condições de manejo\*.



Lv: área de lavoura; P: pastagem; M: mata; V: várzea.

A análise permitiu também identificar uma forte interação entre os elementos Ca, Mg, K, e, conseqüentemente entre os atributos V% e SB que ocorreram no mesmo quadrante (Figura 13). Neste mesmo quadrante aparecem o P e MO, evidenciando também uma associação com os demais parâmetros. A elevada proximidade entre as linhas, indicam correlação entre estes elementos/atributos, sugerindo equilíbrio e elevada fertilidade dos solos da área em questões.

Outros parâmetros como Al, (H + Al) e m% ocorreram em quadrante oposto ao observado para os elementos básicos, evidenciando que na presença destes elementos a atividade dos íons Al e (H+Al), bem como sua participação na CTC do solo (m%) diminuem significativamente.

## 5.5 USO DO SIG DE CODIGO ABERTO NA AGRICULTURA.

O Quantum GIS se mostrou uma ferramenta eficiente para diagnóstico e planejamento de pequenas propriedades, através dele foi possível identificar as áreas com maior declividade, assim podendo tomar decisões através de critérios técnicos, destinando essas áreas para a sua melhor aptidão.

Com o Quantum GIS foi possível conhecer as áreas de maior e menor fertilidade da propriedade, através dessas informações, a tomada de decisão na adubação pode ser feita de forma distinta em cada área, podendo assim tornar a propriedade mais eficiente, reduzindo custo, melhorando a produção.

## 6 CONCLUSÃO

A utilização do SIG de código aberto (Quantum Gis) e dados topográficos se mostrou uma ferramenta interessante e de baixo custo para a diagnóstico e planejamento de pequenas propriedades familiares.

A área apresentou elevada homogeneidade sob o ponto de vista dos atributos químicos do solo e apresentou elevada fertilidade, possivelmente em virtude da forte influência do material de origem (Basalto) na área de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, R. L. de; LANÇAS, K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 515–522, jul. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832005000400004&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000400004&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 12 mar. 2018.

BERWANGER, A. L.; CERETTA, C. A.; SANTOS, D. R. dos. Alterações no teor de fósforo no solo com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2525–2532, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214064029>>.

BUAINAIN, A. M.; ROMEIRO, A. R.; GUANZIROLI, C. Agricultura familiar e o novo mundo rural. **Sociologias**, v. 5, n. 10, p. 312–347, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-45222003000200011&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-45222003000200011&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 10 jun. 2017.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise Multidimensional da Sustentabilidade: Uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 3, p. 70–85, 2002.

CASTRO, G. F. de; MACHADO SILVA, C. G.; MOREIRA, S. G.; RESENDE, A. V. de. Plantas de cobertura em sucessão ao milho para silagem em condições do cerrado. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 4, n. 1, p. 37–49, 2017.

CERVI, W. R.; GOMES, L. N.; RIBEIRO, F. L.; NARDINI, R. C. Avaliação da declividade oriunda de dados SRTM utilizando GNSS RTK como referência. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2013.

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/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832002000400023&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832002000400023&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 17 ago. 2017.

CLAESSEN, M. E. C.; BARRETO, W. D. O.; PAULA, J. L. De; DUARTE, M. N. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-CNPS, 1997. v. 2

CÓ JÚNIOR, C. **Matéria Orgânica , Capacidade de Troca Catiônica e Acidez Potencial no Solo com Dezoito Cultivares de Cana-de-Açúcar**. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 2011.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. V. Aumento de matéria orgânica num latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 587–589, abr. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782004000200041&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782004000200041&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 15 maio. 2017.

CURCIO, G. R. **Relações entre Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Fitossociologia nas planícies fluviais do Rio Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, 2006.

DUARTE, I. N.; PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H. Lixiviação de potássio proveniente do termopotássio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 2, p. 195–200, jun. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-40632013000200003&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632013000200003&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ERNANI, P. R.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V. Influência da Calagem no Rendimento de Matéria Seca de Plantas de Cobertura e Adubação Verde, em Casa de Vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 897–904, 2001.

FACCI, L. D. **Como Indicadoras Da Qualidade Do Solo Sob Diferentes Usos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Curso de Pós-graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2008.

FREDDI, O. S.; CARVALHO, M. P.; JÚNIOR, V. V.; CARVALHO, G. J. Zea mays. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 113–121, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n1/30102.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2017.

GHIDIN, A. A.; MELO, V. de F.; LIMA, V. C.; LIMA, J. M. J. C. Toposseqüências de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná: I - mineralogia da fração argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 293–306, abr. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832006000200010&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000200010&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

GONÇALVES, J. R. P.; MOREIRA, A.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; BOAS, R. L. V. Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 369–375, 11 abr. 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/3659>>. Acesso em: 5 dez. 2018.

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A. Dez anos de evolução da agricultura familiar no Brasil: (1996 e 2006). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 2, p. 351–370, jun. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032012000200009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032012000200009&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 5 dez. 2017.

GUILHOTO, J. J. M.; SILVEIRA, F. G.; ICHIHARA, S. M.; AZZONI, C. R. A importância do agronegócio familiar no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 3, p. 355–382, set. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032006000300002&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032006000300002&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 9 jun. 2017.

HÖFIG, P.; ARAUJO-JUNIOR, C. F. Classes de Declividade do Terreno e Potencial para Mecanização no Estado do Paraná. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 195–203, 2015.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

INPE. **TOPODATA: Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em: 21 fev. 2016.

KER, J. C. LATOSSOLOS DO BRASIL: UMA REVISÃO. **Revista Geonomos**, v. 5, n. 1, p. 17–40, 1 jul. 1997. Disponível em: <<http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/187>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

KNOB, M. J. **Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em pequenas propriedades**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

LIMA, J. S. de S.; SILVA, S. de A.; SILVA, J. M. da. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado em plantio direto 1 cultivation. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 16–23, 2013. Disponível em:

<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195324750003%0AComo>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 20–28, 19 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/8459>>.

MARCOLAN, A. L.; ANGHINONI, I. Atributos Físicos de um Argiloso e Rendimento de Culturas de Acordo com o Revolvimento do Solo em Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, v. 30, n. 1, p. 163–170, 2006.

MARQUES, H. G.; PENATTI, N. C.; CONCEIÇÃO, A.; FILHO, P. Comparação entre os modelos de elevação SRTM, TOPODATA e ASTER na delimitação automática de rede de drenagem e limite de bacia hidrográfica. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 1, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: 2011.

MELERO, S.; LÓPEZ-GARRIDO, R.; MURILLO, J. M.; MORENO, F. Conservation Tillage: Short and Long-Term Effects on Soil Carbon Fractions and Enzymatic Activities Under Dryland Mediterranean Conditions. **Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla**, 2014.

MICHELLON, E.; REYDON, B. P. A economia do Paraná com o manejo de solos e da água em microbacias hidrográficas. **Research Gate (online)**, 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/267225916%0AA>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, P. e A. **Agricultura de Precisão**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/tecnologia-agropecuaria/agricultura-de-precisao-1>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

MIRANDA, M. **Áreas de preservação permanente e reserva legal: o que dizem as leis para a agricultura familiar?** Londrina: IAPAR, 2009.

NARDY, A. J. R.; MACHADO, F. B.; OLIVEIRA, M. A. F. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 1, p. 178–195, 2008. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7576/7003%0Ahttp://sbg.sitpepessoal.com/bjg/2008/n.1/o.pdf>>.

NIELSEN, M. N.; WINDING, A. **Microorganisms as indicators of soil health**. Denmark: Ministry of the Environment, National Environmental Research Institute, 2002.

NÚÑEZ, V.; EZEQUIEL, J.; AMARAL SOBRINHO, NELSON MOURA BRASIL DO MAZUR, N. Conseqüências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre distribuição química e perdas de fósforo de um Argissolo. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 101–109, 2003. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90813490013%0AComo>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

POLIDORI, L.; HAGE, M. E. L.; VALERIANO, M. D. E. M. Digital Elevation Model Validation With no Ground Control: Application to the TOPODATA DEM in Brazil. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 20, n. 2, p. 467–479, 2014.

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

PORTAL BRASIL. **Agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos por brasileiro**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/07/agricultura-familiar-produz-70-dos-alimentos-consumidos-por-brasileiro>>.

QUEIROZ, S. B. de. **Características e Gênese de uma Sequência de Solos nas Encostas do Nordeste do Rio Grande do Sul**. 1980. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1980.

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: 10 out. 2017.

RHEINHEIMER, D. S.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 576–586, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33138249%0AComo>>. Acesso em: 10 out. 2017.

RIBEIRO NETO, O. J.; BRAGA, M. A.; FONSECA, É. S. M. R.; REZENDE, M. K. M.; SANTOS, P. F. Agricultura de Precisão na Identificação de Focos de Gomose em

Pequena Propriedade Produtora de Limão-Taiti. In: Semana de Engenharia Florestal da Bahia, 1, Vitória da Conquista, BA. **Anais...** Vitória da Conquista, BA: 2018. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/eventos/seeflor/wp-content/uploads/2018/03/Trabalho-62.pdf>>.

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=S0100-84042005000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042005000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 21 dez. 2017.

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=S0100-06832011000500028&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832011000500028&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 12 mar. 2018.

SANTOS, J. C. N. dos; PALÁCIO, H. A. de Q.; ANDRADE, E. M. de; MEIRELES, A. C. M.; ARAÚJO NETO, J. R. de. Runoff and soil and nutrient losses in semiarid uncultivated fields. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 813–820, set. 2011b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902011000300030&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902011000300030&lng=en&nrm=iso&tlng=en)>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T. Da; SILVA, J. M. F. Da; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico Do Estado Do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, p. 03-12, 2006.

SANTOS, R. **O processo de modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/105021>>.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1375–1384, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180215875034%0AComo>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

SILVA, A. R. da; SOUZA JUNIOR, I. G. de; COSTA, A. C. S. da. Suscetibilidade magnética do horizonte B de solos do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de**

**Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 329–338, abr. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832010000200006&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000200006&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 10 dez. 2017.

SOUTO, M. S. **Pastagem de Aveia e Azevém na Integração Lavoura-Pecuária: Produção de Leite e Característica do Solo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOUZA, Z. M. de; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MARQUES JÚNIOR, J.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. de. Dependência espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água do solo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 128–134, fev. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782006000100019&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000100019&lng=pt&tlng=pt)>.

UENO, R. K.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; BASI, S.; ROSÁRIO, J. G. do. Dinâmica dos nutrientes do solo em áreas destinadas à produção de milho para forragem. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 182 – 203, 2011.

UENO, R. K.; NEUMANN, M.; MARAFON, F.; REINEHR, L. L.; POCZYNEK, M.; MICHALOVICZ, L. Exportação de macronutrientes do solo em área cultivada com milho para alimentação de bovinos confinados. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3001–2018, 11 dez. 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/12049>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

VALLADARES, G. S.; GOMES, E. G.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos; EBELING, A. G.; BENITES, V. de M. Análise dos componentes principais e métodos multicritério ordinais no estudo de organossolos e solos afins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 285–296, fev. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832008000100027&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000100027&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 25 jan. 2018.

WEBER, E. J. **Uso de Sistemas de Informação Geográfica como Subsídio ao Planejamento em Áreas Agrícolas: Um Caso no Planalto do Rio Grande do Sul**. 1995. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1995.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ANTONIO, C.; SGARIBOLDI, T. Lixiviação de Potássio

em Função da Textura do Solo e Disponibilidade do Nutriente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297–2305, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214064009%0AComo>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

WROBEL, F. de L.; NEUMANN, M.; UENO, R. K.; MARIA, F. N.; SERAFINI FILHO, A.; SILVA, R. A. C. Teores de nutrientes nos Componentes Estruturais da Planta de Milho e Exportação de Nutrientes do Solo a partir da Colheita como Forragem ou Grãos. In: XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012.

XAVIER, F. V.; CUNHA, K. L.; SILVEIRA, A.; SALOMÃO, F. X. de T. Análise da Suscetibilidade à Erosão Laminar na Bacia do Rio Manso, Chapada dos Guimarães, MT, Utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 11, n. 2, p. 51–60, 2010.