

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

**GUILHERME VANDREY STREY**

**MAPA DE SOLOS DA PORÇÃO SUL DO PLANALTO DE  
PALMAS-PR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2021**

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

**GUILHERME VANDREY STREY**

**MAPA DE SOLOS DA PORÇÃO SUL DO PLANALTO DE  
PALMAS-PR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2021**

GUILHERME VANDREY STREY

**MAPA DE SOLOS DA PORÇÃO SUL DO PLANALTO DE  
PALMAS-PR**

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

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos

PATO BRANCO

2021

**Strey, Guilherme Vandrey**  
**Mapa de solos da porção sul do planalto de Palmas-PR / Guilherme Vandrey Strey.**  
**Pato Branco. UTFPR, 2021**  
**38 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, 2021.**

**Bibliografia: f. 30 – 33**

**1. Agronomia. 2. Cambissolo. 3. Riolitos. 4. Mapa de Solos. I. Campos José Ricardo da Rocha. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. IV. Título.**

**CDD: 630**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC MAPA DE SOLOS DA PORÇÃO SUL DO PLANALTO DE PALMAS-PR**

Por

**GUILHERME VANDREY STREY**

Monografia defendida em sessão pública às 08 horas 20 min. do dia 06 de Julho de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos Membros abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o Trabalho de Conclusão de Curso, em sua forma final, pela Coordenação do Curso de Agronomia foi considerado APROVADO.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Adão Robson Elias - UTFPR *Campus* Pato Branco

Prof. Dr. Alcir José Modolo - UTFPR *Campus* Pato Branco

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

Prof. Dr. Jorge Jamhour – PRA-TCC Agronomia

A “Ata de Defesa” e o decorrente “Termo de Aprovação” encontram-se assinados e devidamente depositados no SEI-UTFPR da Coordenação do Curso de Agronomia da UTFPR *Campus* Pato Branco, após a entrega da versão corrigida do trabalho, conforme Norma aprovada pelo Colegiado de Curso.

Dedico este trabalho à minha família, pois somente com ajuda deles foi possível minha formação como Engenheiro Agrônomo.

## AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não atenderão a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante etapa de minha vida, portanto, desde já, peço desculpas àquelas que não estão presentes neste texto, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço primeiramente a minha avó Lucia Ghise Borgert e minha mãe Adriane Aparecida Borgert que, apesar das dificuldades, me apoiaram para que eu conseguisse concluir o curso de Agronomia.

Aos meus amigos que, ao citar nomes, poderia cometer a injustiça de esquecer alguém, porém, sabem da ajuda em inúmeras situações seja emocional ou financeira, me apoiando da forma que fosse possível.

Agradeço ao meu orientador Prof. José Ricardo, pela sabedoria, dedicação e paciência com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus amigos da Universidade que tenho imensa consideração e que, com certeza, são amizades que irão se perpetuar ao longo da nossa vida profissional.

Agradeço ao Laboratório de Solos pelo auxílio na construção do conhecimento e nas análises efetuadas para este trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Pato Branco, e a todos os professores do curso de Agronomia pela oportunidade de aprendizado ao longo de toda a graduação.

Agradeço ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), e à Fundação Araucária pelo auxílio financeiro em forma de bolsa no tempo utilizado para a realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

STREY Guilherme Vandrey. Mapa de solos da porção sul do planalto de Palmas-PR. 38 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

A região Sudoeste do Estado do Paraná apresenta áreas cujo solo é formado a partir do intemperismo de rochas ígneas ácidas como os Riolitos e os Riodacitos. Uma destas regiões é o Planalto de Palmas, onde predominam solos pouco desenvolvidos e com elevados teores de matéria orgânica e alumínio. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo elaborar o mapa de solo da região Sul do Planalto de Palmas, por meio a interpretação de Mosaicos gerados a partir de imagens Sentinel 2-A, mapas de declividade e hipsométricos gerados por modelo digital de elevação e pela compilação de dados de solos gerados em estudos pretéritos. De maneira geral, sob o ponto de vista pedológico, os solos descritos na região são pouco desenvolvidos. As classes de solos predominantes na região são os Cambissolo Háplico Alumínico típicos, Cambissolo Húmico Alumínico típicos, Cambissolo Háplico Ta Distrofico típico, Neossolo Regolítico Distrófico típico, Nitossolo Háplico Distrófico Típico, Latossolo Vermelho Distrófico Típico, Latossolo Amarelo Alumínico Típico.

**Palavras-chave:** Cambissolo. Riolitos. Mapa de Solos.



## ABSTRACT

STREY Guilherme Vandrey. Soil map of the south region of the Palmas plateau-PR . 38 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

The Southwest of the Paraná State presents areas whose soil are formed by the weathering of acid igneous rocks such as Riolites and Riodacites. One of these regions is the Palmas Plateau, where soils are poorly developed and presents high levels of organic matter and aluminium. In this sense, the present study aims to elaborate the soil map of the Southern region of the Palmas Plateau, through the interpretation of mosaics generated from Sentinel 2-A images, slope and hypsometric maps generated by digital elevation model and compilation of soil data generated in past studies in the region. In general, the soils described in the region are, under pedological view point, underdeveloped. The predominant soil classes in the region are: Cambissolo Háplico Alumínico típicos, Cambissolo Húmico Alumínico típicos, Cambissolo Háplico Ta Distrófico típico, Neossolo Regolítico Distrófico típico, Nitossolo Háplico Distrófico Típico, Latossolo Vermelho Distrófico Típico, Latossolo Amarelo Alumínico Típico.

**Keywords:** Inseptsoil. Riolites. Soil Maps.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo Planalto de Palmas – PR.....	20
Figura 2 – Mapa de solos da área da porção sul do Planalto de Palmas - PR.....	25
Figura 3 – Mapa de declividade da área da porção sul do planalto de Palmas – PR.....	27
Figura 4 – Mapa Hipsométrico gerado a partir de MDE de 30 m da região Sul do Planalto de Palmas – PR.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos perfis de solos formados a partir de rochas ígneas ácidas do Planalto de Palmas – PR.....	22
Tabela 2 – Área ocupada a cada classe de solos do Planalto de Palmas – PR.....	26
ANEXO A – Tabela de análises químicas dos pontos coletados.....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
3.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO PLANALTO DE PALMAS.....	14
3.2 SOLOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DE RIOLITOS E RIODACITOS DO PLANALTO DE PALMAS.....	15
3.3 USO DE Tecnologias PARA ESTUDOS DE SOLOS.....	16
3.4 MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS.....	18
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>20</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO.....	20
4.2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICAS.....	21
4.3 ANÁLISES QUÍMICAS.....	21
4.4 CONFECÇÃO DOS MAPAS.....	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na região Sudoeste do Paraná, especialmente na região do Planalto de Palmas, são observadas extensas áreas de solos, pedologicamente, pouco desenvolvidos e formados a partir do intemperismo de rochas ígneas ácidas como o Riolitos e Riodacitos, pertencentes a Formação Serra Geral (NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008a).

As rochas que compõem a referida Formação são tanto originárias de derrames básicos como derrames ácidos. Assim, uma pequena parte de rochas são formadas por Riolitos e Riodacitos, os quais classificam-se como rochas ácidas, ou seja, são rochas cuja composição química apresenta teores de sílica superiores a 65%, ricas em minerais como quartzo, feldspato e muscovita, e se equivale extrusivamente ao granito (NARDY *et al.*, 2002).

De maneira geral, os solos encontrados nesta região são excessivamente ácidos e com elevados teores de alumínio trocável, o que dificulta fortemente o seu manejo químico. Em estudo realizado por Petry (2017), foi observado que os elevados teores de alumínio nestes solos estariam relacionados ao intemperismo do mineral Microclínio, componente comum nos Riolitos e Riodacitos que, em suas composições, são abundantes nos elementos Al, Si e K . (PETRY, 2017).

O mapeamento digital de solos (MDS) surgiu como uma alternativa para facilitar o levantamento de solos, aumentando sua viabilidade e facilitando a sua interpretação através da utilização de informações diretamente ligadas aos relevos, junto aos Modelos digitais de elevação (MDE), que por sua vez são fontes importantes para variáveis preditoras para MDS, e que fazem proveito de dados oriundos de outras fontes como: mapas geológicos e índice de imagens de sensoriamento remoto (HÖFIG; GIASSON; VENDRAME, 2014).

Complementarmente aos MDE, a utilização de imagens Sentinel 2-A que permite imagens em 13 bandas distintas, inicialmente desenvolvida pela agência espacial europeia (ESA) e lançada em 2014 com o intuito de monitorar recursos naturais terrestres bem como o uso de terras, torna o trabalho de geoprocessamento mais rápido e cada vez com custos mais baixos, contando hoje

com aproximadamente 60 companhias que mantêm o programa de satélites que podem chegar a uma resolução espacial de até 10 metros (ASCIUTTI; STANGANINI; MELANDA, 2019).

Assim, diante da inexistência de material cartográfico em maior escala para esta região, propõe-se, neste trabalho, realizar um estudo a partir da interpretação de imagens de satélites, modelos digitais de elevação e resultados de estudos pretéritos que analisaram os solos do referido planalto, de forma a gerar um mapa de solo que venha a sintetizar as informações e que possa contribuir para a compreensão dos processos pedogenéticos que dão origem a esta paisagem tão peculiar dos campos de altitude da referida região.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo a utilização de ferramentas como Geoprocessamento, imagens de satélite LANDSAT e modelos digitais de elevação para gerar mapas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo geral, elaborar um mapa de solos da região Sul do Planalto de Palmas-PR, a partir da interpretação de imagens de satélites, modelos digitais de elevação e dados de campo gerados em trabalhos pretéritos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Gerar mosaico em cor verdadeira composição colorida através de imagem de satélite Sentinel 2-A.

Gerar mapa Hipsométrico a partir de Modelo Digital de Elevação de 30 metros.

Gerar mapa de declividade utilizando intervalos de declive de acordo com a Embrapa.

Gerar mapa de distribuição de solos predominantes na região sul do planalto de Palmas-PR.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DO PLANALTO DE PALMAS

A área em questão está localizada na extensão territorial da Cidade de Palmas, pertencendo a região do sudoeste do Paraná, Sul do Brasil, localizada pela Latitude 26° 28' 53" S E Longitude 51° 59' 20" W e altitude podendo chegar a 1080 m com área territorial de 1.564,991 km<sup>2</sup> (IPARDES, 2021).

A região caracteriza-se principalmente por derrame de rochas vulcânicas, prevalecendo rochas ácidas como Riolitos e Riodacitos, constituídos em média por microfenocristais de plagioclásio (16,21%), augita (11%), apatita (1%), magnetita (5%) e pigeonita (3%), e com estruturas definidas através de resfriamento rápido como microfenocristais ocos. A serra geral tem sua formação por três tipos de rochas vulcânicas, com a característica mais marcante destas rochas sendo a escala de afloramento como o acamamento ígneo mais visível nas porções superiores das sequências vulcânicas. Tais quais correspondem ao basalto, andesibasalto e andesitos de afinidade Tealítica (NARDY *et al.*, 2002).

As rochas que caracterizam a região de Palmas, são em suma de coloração cinza clara, podendo apresentar tonalidade vermelha acastanhada. Com sua composição chegando a 63% de volume de rocha por material semivítreo, de coloração castanha escura, e em forma de textura granofírica com microlitos de quartzo e feldspato alcalino envolvendo por completo fases cristalinas (NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008b).

A presença de sílica varia de 63% a 72,07% na região de Palmas, enquanto a porcentagem de sílica nos Riolitos pode variar de 67,9 a 70%, os Riodacitos são de 66,5%, e ambos os litotipos são de caracteres ácidos. Já os teores de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) nos Riolitos fica entre 0,75 e 0,79% enquanto nos Riodacitos é de 1,08%, sendo assim rochas com baixo teor de titânio (NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008b).

A região apresenta um relevo em sua maioria aplainado composto por ombreiras com solos rasos e vales pouco profundos, atribuídos a um sistema divisor



de águas regional composto pelo rio Chopinzinho, afluente do rio Iguaçu ao Norte, e pelo rio Chapecozinho, afluente do rio Uruguai ao Sul, ambos separados por colinas de vertentes convexas (GUERRA; PAISANI, 2013).

### 3.2 SOLOS DESENVOLVIDOS A PARTIR DE RIOLITOS E RIODACITOS DO PLANALTO DE PALMAS

A formação de solo na natureza é consequência da interação de diversos fatores, como: material de origem, clima, relevo, tempo e organismos. Para processos de transformação de rochas os fatores que possuem maior atividade são organismos, clima e relevo (GHIDIN, 2003). No caso específico do Planalto de Palmas, podemos observar formações superficiais, geradas tanto pela erosão quanto pelos processos de intemperismo e paisagens que passam por processos de estabilidade (Pedogênese) intercalados com períodos de instabilidade (Morfogênese) (GUERRA; PAISANI, 2013).

As reações químicas ocorrem em uma velocidade dependente de fatores como temperatura e umidade do ambiente. Em regiões mais úmidas ou com volume de água maior, a lixiviação no solo promove a remoção de cátions de minerais através da quebra pelo processo de hidrólise, ocasionando uma aceleração em seus processos de formação de solo (ZIMBACK, 2003).

O processo de hidrólise ocorre em diferentes intensidades, estando relacionado com a lixiviação do silício (Si), e dos demais cátions encontrados no solo. A variação da intensidade de lixiviação pode ser denominada como bissialitização e monossialitização, tendo como resultado argilominerais 2:1 e 1:1, respectivamente (MELFI; PEDRO, 2017). Já os argilominerais 2:1 podem sofrer intercalação entre suas camadas com polímeros de Alumínio (Al) nas vermiculitas e nas esmectitas, proporcionando uma maior resistência a intemperismos se comparados aos seus congêneres sem hidróxi entre camadas (KARATHANASIS, 1988).

Segundo Almeida (1956) o Planalto da cidade de Palmas-PR é constituído por uma unidade morfoestrutural regional conhecida como planalto basáltico da bacia do Paraná (PAISANI; PONTELLI; CALEGARI, 2012). A paisagem

é constituída por várias colinas, ombreiras e fundos de vales, sendo possível observar também formações de camadas finas constituídas por colúvios, alúvios e paleossolos além de Neossolos Regolíticos e Litólicos com horizonte A húmico. (PAISANI; PONTELLI; CALEGARI, 2012).

### 3.3 USO DE TECNOLOGIAS PARA ESTUDOS DE SOLOS

Os avanços tecnológicos no meio agrícola têm se mostrado de grande importância para o levantamento de dados relativos à variabilidade espacial e temporal das condições referentes a fitossanidade e sua relação com o rendimento de grandes culturas (CARVALHO; SILVEIRA; VIEIRA, 2002).

O método mais utilizado neste tipo de monitoramento é baseado em SIG (Sistema de informações geográficas), permitindo o processamento de dados como: localização geográfica, imagens espectrais e análise do terreno por modelos digitais de elevação. Tal método demonstra as características da área podendo ser classificada como qualitativas e quantitativas, seguindo a escala como nominal, ordinal e intervalo. Ainda assim, a representatividade pode apresentar outras várias características para sua definição (MIRANDA, 2010).

O uso das técnicas de sensoriamento remoto surge como um instrumento de elevado potencial, tanto para o processamento de imagens de satélite quanto coletadas, tais como fotografias aéreas e radiometrias a campo, fornecendo informações precisas, por apresentarem amplo monitoramento ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura (MOTOMIYA *et al.*, 2012).

As imagens de Sentinel 2-A (S2) começaram a ser utilizadas na Europa em junho de 2015, trazendo consigo novidades: imagens de alta resolução, imagens multiespectrais (MSI) e 13 bandas espectrais, oferecendo uma perspectiva muito mais ampla sobre a situação em que se encontra o solo e a vegetação. A combinação de imagens de alta resolução (acima de 10 metros), a inovação de capacidade de análise espectral com ampla cobertura (290 km) e um intervalo mínimo de cinco dias entre visitas de satélites globais (proveniente de dois satélites que se encontram em órbita) permitem que possamos esperar informações

extremamente vantajosas para novas análises (IMMITZER; VUOLO; ATZBERGER, 2016).

A análise dos índices de vegetação é baseada no comportamento contrário a reflectância da vegetação na região visível, logo, quanto maior for a densidade vegetal, menor será a reflectância em função da radiação absorvida, e quanto maior a densidade vegetal maior será a reflectância, devido ao espalhamento nas diferentes camadas das folhas (BORATTO; GOMIDE, 2013). Os dados da reflectância espectral são a abordagem sem contato e com menor capacidade destrutiva para mensurar deficiências nutricionais em culturas (MOTOMIYA *et al.*, 2012).

Os dados espectrais obtidos através de sensoriamento remoto podem ser representados de diversas formas. Simploriamente, tratando-se do sensoriamento na faixa óptica do espectro eletromagnético, é a reflectância numa banda simples como o Vermelho ou infravermelho. Outra usual é a que cada informação de reflectância a qual foi obtida a cada banda é agrupada, assim denominadas Índice de vegetação (IV) (WIEGAND *et al.*, 1991).

A faixa de luz correspondente à cor Vermelha é absorvida pelos pigmentos da clorofila (cores verdes), em locais fotossinteticamente ativos, entretanto, a quantidade absorvida no processo é convertida em biomassa vegetal. Assim, a intensidade de luz vermelha refletida não depende apenas da absorvida, mas também de outros fatores, como: a intensidade à qual a planta é submetida durante o dia, em determinada hora, o que pode variar de acordo com sua localização (TUMBO; WAGNER; HEINEMANN, 2002).

De acordo com Turchetto *et al.* (2014) conforme citado por Santos *et al.* (2018), dentre muitas tecnologias hoje disponíveis para manipulação de dados espaciais, destaca-se o Software Quantum Gis (QGIS), o qual é licenciado pela GNU (General Public License), baseado em um SIG (Sistema de Informações Geográficas). Esse software é simples e de fácil manuseio, ofertando diversas ferramentas para visualizar, gerenciar, editar e analisar dados geográficos, permitindo ainda a criação de mapas impressos.

A análise e a interpretação de dados através de Planos de informação sobrepostos em SIG é feita através de Modelo Digital de Terreno (MDT) ou Modelo

Digital de Elevação (MDE), que são gerados a partir de dados topográficos que fornecem uma classificação multivariada da paisagem. Os dados gerados possuem variáveis muito importantes que frequentemente são solicitadas para análises ambientais e também estudos em microbacias (VALERIANO, 2003).

No Brasil a fonte de dados para gerar MDE são as curvas de níveis e a rede hidrográfica, cujas informações que são elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). No entanto, as escalas não são tão adequadas para estudos que se propõe mais detalhados. Como uma alternativa à forma de aumento de precisão, dados que são obtidos através imagens de sensores remotos ganham cada vez mais sua popularidade para a geração desses modelos (CHAGAS *et al.*, 2010).

### 3.4 MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS

O Mapeamento de solos é uma ferramenta muito importante e com grande demanda em planejamento e ocupação de terras, porém possui custo elevado e carência para aquisição de dados de solos. Com a utilização de Mapeamento Digital de Solos (MDS) surge uma alternativa para aumentar a viabilidade e execução de levantamentos de solo, uma vez que sua principal fonte de informação é relacionada ao relevo e são obtidas digitalmente (MENDONÇA; SANTOS, 2003).

Dentre as inúmeras técnicas utilizadas para estudos de solos e paisagens está presente o Mapeamento Digital de Solos (MDS), o qual se utiliza de softwares e hardwares que precisam ser melhorados e mais bem explorados. Os primeiros trabalhos no Brasil foram publicados em meados de 2006 no estado do Rio de Janeiro, no 2º evento de Workshop Global de mapeamento digital de solos, um evento onde foram apresentadas aos cientistas técnicas e também métodos utilizados nos MDS brasileiros (TEN CATEN *et al.*, 2012).

Cada técnica utilizada depende do objetivo, logo, as técnicas não podem ser utilizadas para qualquer situação, é preciso levar em consideração qual o principal objetivo do estudo, sempre considerando a hipótese de tal trabalho e as

necessidades específicas quanto à resolução espacial e dimensão do levantamento de solo requerido (MCBRATNEY *et al.*, 2000).

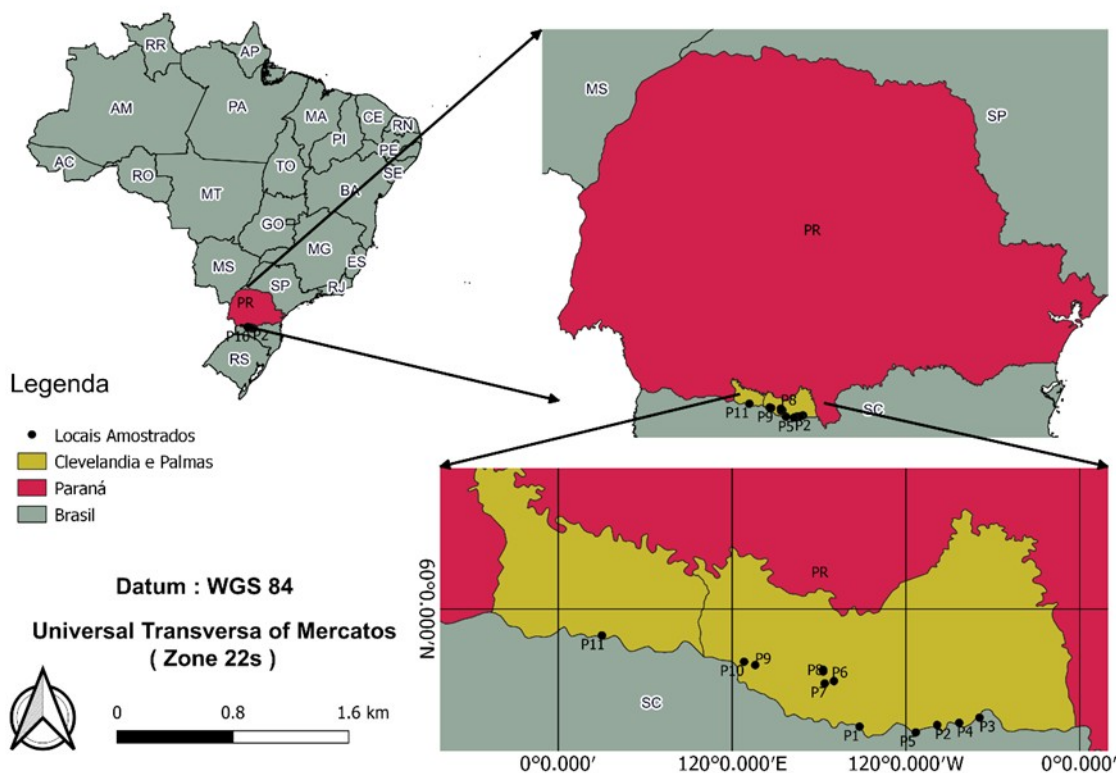
Enfim, ainda não se pode afirmar quais técnicas trazem mais vantagem na utilização de correlação ambiental nos levantamentos de solo, porém é possível uma interpretação contextualizada, estimando uma distribuição de solos a qual pode ser abordada futuramente de forma mais aprofundada quanto aos levantamentos feitos (MCKENZIE; RYAN, 1999).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O trabalho foi realizado na região do Planalto de Palmas-PR. Para a confecção dos mapas, foi utilizado o Software QGIS versão 3.4, utilizando como base uma imagem do satélite Sentinel 2-A, baixados a partir do site Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), de propriedade do Serviço Geológico dos Estados Unidos, mas distribuído gratuitamente pelo mesmo órgão. Uma vez baixado as bandas, foi gerado o mosaico da paisagem em estudo pela composição colorida (8432) (Figura 1).

**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo Planalto de Palmas – PR.



Fonte: Autoria própria.

Para a geração do modelado do terreno foi utilizado um MDE disponibilizado pela Agência Espacial Americana (NASA) a partir do site Earth

Explorer ([earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)) que, assim como as imagens Sentinel 2-A, são disponibilizadas gratuitamente. A partir do MDE foram gerados os mapas de declividade (Figura 3) e hipsométrico (Figura 4), utilizados como base para a vetorização das classes de solo.

#### 4.2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICAS

No presente estudo, foram utilizados perfis de solos descritos e analisados por Petry, *et al.* (2017) e Forti, Campos e Pilonetto. (2020). A metodologia utilizada pelos autores supracitados foi a seguinte: perfis escolhidos foram abertos com o auxílio de uma enxada e a delimitação dos horizontes foi feita com uma faca. A separação dos horizontes foi baseada em características visuais como cor (sendo avaliada pela carta de Munsell), textura, estrutura, consistência, porosidade e presença de raízes. Em cada ponto foram coletados pontos georreferenciados com auxílio de GPS modelo Gamin etrex 30.

Após a descrição morfológica dos perfis, foram coletadas amostras de cada um dos horizontes observados e assim enviadas ao laboratório, onde foram realizadas análises químicas e mineralógicas.

#### 4.3 ANÁLISES QUÍMICAS

Para a análise química foram utilizadas amostras coletadas por Petry, *et al.* (2017) e Forti, Campos e Pilonetto. (2020) (Tabela 1). Foram feitas amostras de cada horizonte e posteriormente submetidas à estufa de secagem com circulação de ar até atingir o peso constante. Após as amostras estarem secas, foram moídas e peneiradas em uma peneira de malha com abertura de 2 mm. Finalizado este processo, a amostra foi enviada para o laboratório de solos da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) onde foram realizadas as análises químicas.

As análises químicas foram realizadas para fins de levantamento (com base em massa) de acordo com o manual de métodos de análise do solo. Foram denominados: pH em  $\text{CaCl}_2$ , e pH SMP; a matéria orgânica pelo método

colorimétrico; o fósforo analisado pelo Mehlich<sup>-1</sup>; os cátions trocáveis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, e Al<sup>3+</sup>) foram extraídos por KCl 1 mol. L<sup>-1</sup>; acidez potencial (H+Al) foi analisada pelo método do tampão SMP.

**Tabela 1** – Classificação dos perfis de solos formados a partir de rochas ígneas ácidas do Planalto de Palmas – PR.

Ponto	Classificação	Coordenadas	Altitude
P1	Cambissolo Háplico Ta Distrofíco Típico	E - 411994 W - 7059708	1290
P2	Neossolo Regolítico Distrófico Típico	E - 425397 W - 7059988	1260
P3	Cambissolo Háplico Ta Distrófico típicos	E - 432706 W- 7061276	1306
P4	Nitossolo Háplico Distrófico Típico	E - 429198 W- 7060367	1269
P5	Latossolo Amarelo Alumínico Típico	E -421700 W- 7058725	1267
P6	Cambissolo Háplico Ta Distrofíco Típico	E - 407567 W- 7067582	1172
P7	Neossolo Regolítico Distrófico Típico	E - 405986 W - 7067180	1163
P8	Neossolo Regolítico Distrófico Típico	E - 405725 W - 7069526	1075
P9	Nitossolo Háplico Distrófico Típico	E - 393994 W- 7070351	1078
P10	Latossolo Amarelo Alumínico Típico	E -392067 W- 7070924	1090
P11	Latossolo Vermelho Distrófico Típico	E - 367529 W- 7075464	961

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 a saturação por alumínio (m%).



#### 4.4 CONFECÇÃO DOS MAPAS

Os dados levantados foram processados pelo Software QGIS versão 3.4.4, utilizando como base imagem Sentinel 2-A, com bandas de composição colorida 8432. Para a geração de curvas de nível, foi utilizado um MDE da NASA com resolução espacial de 30 m. Dessa maneira, foi interpretada visualmente a paisagem, tendo como referência as imagens coloridas e os pontos coletados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classes de solos predominantes na região sul do Planalto de Palmas – PR, baseado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2018) são:

*Cambissolo Háptico Alumínico Típicos:* Observa-se pela influência dos Riolitos cujo mineral presente é o Microclínio. Essas condições onde se encontra um clima ameno e a intensidade de intemperismo não é alta, fazem com que o solo seja pouco desenvolvido e o alumínio permaneça no solo, elevando a acidez do solo e fazendo com que os demais minerais acabem estando menos disponíveis.

*Cambissolo Húmico Alumínico Típicos:* Influência principalmente de resíduos vegetais em decomposição em superfície, formando uma camada de matéria orgânica onde o processo de decomposição é mais lento devido, principalmente, às temperaturas amenas, apresentando teores de alumínio férrico elevado em seus horizontes mais superficiais pelos seus baixos desenvolvimentos em profundidade e baixo intemperismo.

*Cambissolo Háptico Ta Distrofíco Típico:* é observado próximo a áreas com declividade superior a 20% sendo uma de suas dificuldades para utilização principalmente de maquinário, pois facilita a erosão superficial e apresenta baixo desenvolvimento quanto à profundidade.

*Neossolo Regolítico Distrofíco Típico:* São solos que apresentam horizonte A húmico, ocorrem em áreas com terreno suave ondulado a aplainado, fundo de vales, colinas, e apresentam baixa profundidade e fertilidade. Além disso, se encontra diretamente sobre a rocha apresentando pedregosidade.

*Neossolo Litólico Distrofíco Típico:* Solo raso não ultrapassando 50 cm de profundidade, observado em áreas mais declivosas com presença de rochas acentuadas, possuem baixa fertilidade associada diretamente aos teores de alumínio encontrados na região.

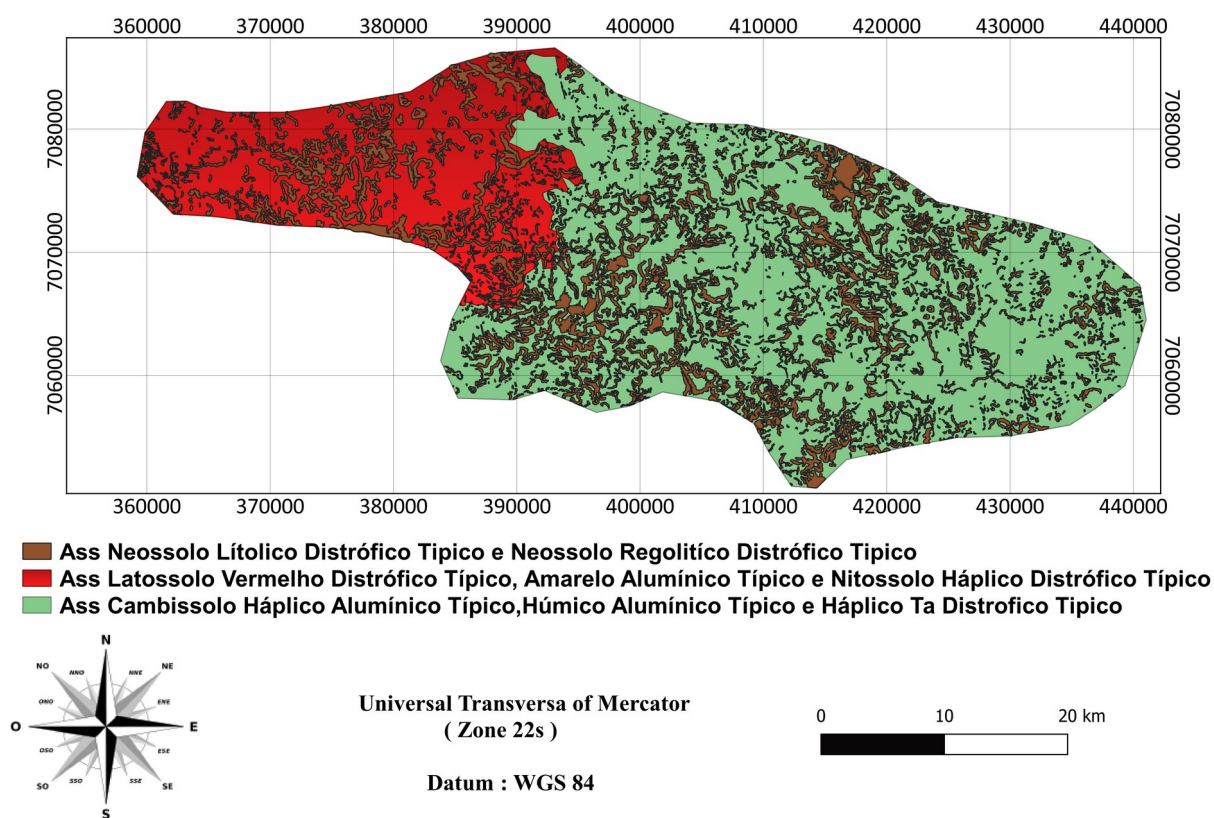
*Latossolo Amarelo Alumínico Típico:* São solos bem desenvolvidos quanto a profundidade, apresentam teores elevados de alumínio e baixa fertilidade, são originários de materiais argilosos ou areno-argilosos, apresentam boas características físicas quanto a retenção de umidade e permeabilidade.

*Latossolo Vermelho Distrófico Típico:* Apresentam como principal característica a coloração avermelhada devido a altos teores de óxidos férreos presentes no material de origem, possuem boa permeabilidade ocorrem em terreno plano a suave ondulado, propiciando mecanização agrícola. São solos profundos bem desenvolvidos, porém apresentam baixa fertilidade natural e suscetibilidade a compactação.

*Nitossolo Háplico Distrófico Típico:* Apresentam cores avermelhadas e avermelhadas escuras, textura argilosa a muito argilosa, estrutura em blocos, possuem grande resposta a aplicação de corretivos, são solos muito suscetíveis a erosão devido a sua ocorrência em relevos acidentados. São solos profundos e bem intemperizados apresentando baixa fertilidade natural.

Todas as classes de solos com exceção dos Latossolos são de solos pedologicamente pouco desenvolvidos e que, nesta região, formam-se sobre substrato à base de Riolitos e Riodacitos em condição de relevo suave ondulado a ondulado.

**Figura 2** – Mapa de solos da área da porção sul do Planalto de Palmas - PR.



Fonte: Autoria Própria.

Entre estas classes de solo, os Cambissolos Háplicos e Húmicos ocupam cerca de 76.290,5 ha, cerca de 51,0 % da área estudada (Tabela 2), a área com as classes Neossolo Regolítico e Neossolo Litólico ocupam aproximadamente 33.118,3 ha, o que equivale a 22,8% da área de estudo enquanto a as classes Latossolo Vermelho e Latossolo Amarelo ocupam aproximadamente 40060,4 ha, o equivalente a 26,8 %

**Tabela 2** – Área ocupada a cada classe de solos do Planalto de Palmas – PR.

<b>Classes de Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Percentual (%)</b>
Associação entre Cambissolo Háplico e Húmico Ta Distrófico Típicos	76.290,5	51,0
Associação entre Neossolo Litólico Distrófico típico e Neossolo Regolítico Distrófico Típico	33118,3	22,2
Associação entre Latossolo Vermelho Distrófico Típico e Latossolo Amarelo Alumínico Típico e Nitossolo Háplico Distrófico Típico	40060,4	26,8
Área Total	149469,2	100

Fonte: Autoria própria.

Os Cambissolos são solos cujo horizonte diagnóstico é o B incipiente (Bi) ou seja, pouco desenvolvidos pedologicamente. A estrutura do horizonte B é bem desenvolvida e, predominantemente, em blocos, sendo o aspecto principal para ser classificado como Bi a sua pouca espessura. De maneira geral, apresentam elevados teores de matéria orgânica e de alumínio trocável, sendo este último altamente prejudicial ao cultivo agrícola da maioria das culturas anuais.

Os Neossolos, por sua vez, são solos desprovidos de horizonte B, apresentando transição entre horizonte A para C ou A para R. No presente estudo, foi comum encontrar solos com o horizonte A diretamente assentado sobre o a rocha (horizonte R) e sobre a rocha fragmentada (AR). No primeiro caso, são os Neossolos Litólicos, enquanto ao segundo são os Neossolos Regolíticos. Há de se considerar que mesmo sendo solos rasos e com elevados teores de alumínio, são solos que podem ser cultivados, especialmente porque apresentam um horizonte A espesso, chegando a apresentar 70 cm de espessura.

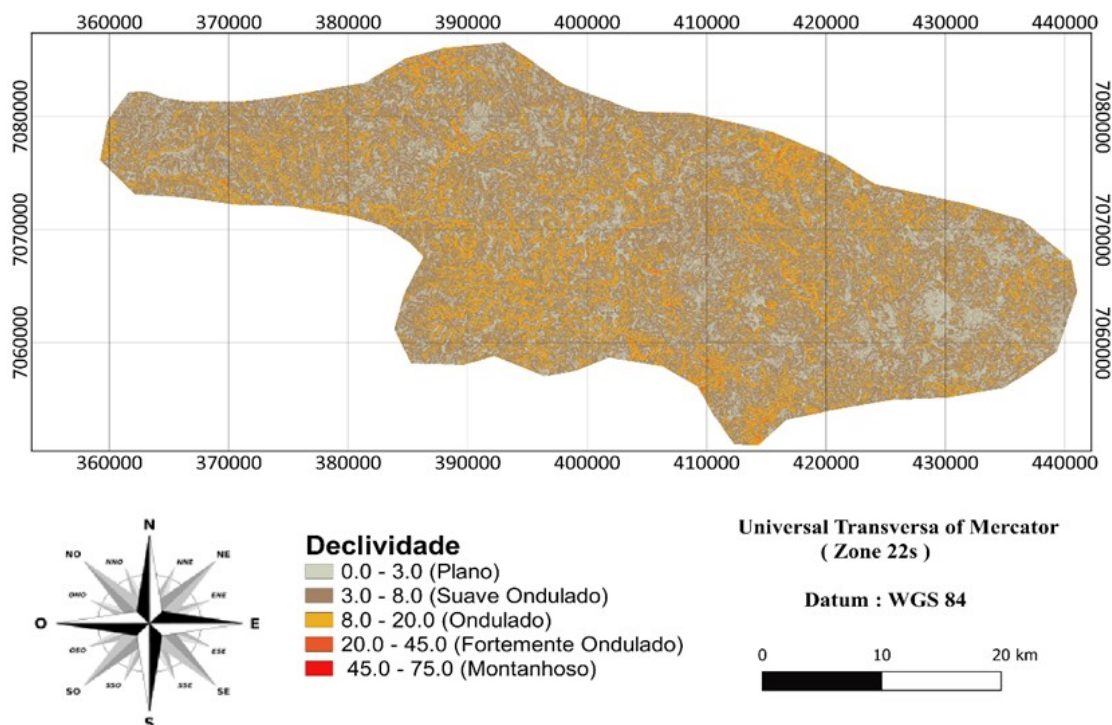
Os Latossolos são solos onde ocorreu a remoção da sílica após a transformação dos minerais primários, são solos não-Hidromórficos, com profundidade superior a 2 m e horizonte B muito espesso. Os horizontes A, B e C são pouco diferenciados com cores variando de vermelhas muito escuras a

amareladas. Possuem teor de silte inferior a 20 % e argila variando entre 15 % a 80 %, possuem alta permeabilidade e baixa fertilidade natural devido a serem muito intemperizados, A fração argila é composta principalmente pela Caulinita e óxidos de ferro, (goethita e hematita), e óxidos de alumínio (gibbsita).

Os Nitossolos são caracterizados principalmente pelo horizonte superficial B nítico, apresentam baixa atividade de argila, podem apresentar caráter alítico logo abaixo do horizonte A ou no decorrer do horizonte B , possuem textura argilosa a muito argilosa, originário de rochas básicas como basalto e diabásio. São profundos, bem drenados, coloração variando entre vermelha a brunada, geralmente são moderadamente ácidos a ácidos, e com baixa saturação por base.

A declividade da área em estudo variou de 0,03% a 53,14%, sendo classificadas como 0 a 3%, Plano de 3 a 8%, Suave Ondulado, de 8 a 20%, ondulado, de 20 a 45% forte ondulado, de 45 a 75% montanhoso e de 75 a 100% escarpado (SOUSA JUNIOR; DEMATTÊ, 2008).

**Figura 3** – Mapa de declividade da área da porção sul do planalto de Palmas – PR.



Fonte: Autoria Própria.



## 6 CONCLUSÃO

A região do planalto de Palmas é composta, predominantemente, pelas classes de solos *Cambissolo Háplico Alumínico Típicos*, *Cambissolo Húmico Alumínico Típicos*, *Cambissolo Háplico Ta Distrofíco Típico*, *Neossolo Regolítico Distrofíco Típico*., todos os solos são pouco desenvolvidos em virtude da lentidão dos processos de intemperismo, o que ocorre devido às baixas temperaturas encontradas na região durante o ano todo.

E nas áreas onde é menor a altitude se encontra as classes de solos como *Latossolo Vermelho Distrofíco Típico*, *Latossolo Amarelo Alumínico Típico* e *Nitossolo Háplico Distrofíco Típico* os quais são solos bem desenvolvidos, com profundidade elevada resultado de processos de intemperismo mais acelerados devido a temperaturas mais quentes encontradas em sua localização devido a altitudes mais baixas.

Os Cambissolos e Neossolos por possuírem baixa profundidade, dificultando a exploração do solo em pelas culturas anuais associados a altos teores de alumínio encontrados na região. Apresenta-se uma dificuldade quando falamos em produção de culturas anuais, as quais apresentam baixa tolerância juntamente a acides desses solos que nos níveis encontrados se torna muito difícil a correção, é possível a utilização de pastagens com a finalidade de engorda bovina, as quais apresentam bom desenvolvimento na região.

Os Latossolos e Nitossolos por outro lado apresentam Profundidade elevada, permitindo a exploração deste solo pelas raízes, apesar do fator limitante ser a baixa fertilidade natural. Com o manejo adequado e aplicação de corretivos e fertilizantes, apresentam ótimas produções. Deve se tomar cuidado com a CTC nesses solos, devendo-se adotar praticas que promovam o aumento da matéria orgânica associada a praticas conservacionistas como, rotação de cultura, plantio direto, que permitem a elevação desses teores e protegem de erosões superficiais.

## REFERÊNCIAS

- ASCIUTTI, Gustavo Augusto Mendonça; STANGANINI, Fábio Noel; MELANDA, Edson Augusto. Identificação dos diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio do Quilombo, São Carlos/SP utilizando imagem do satélite Sentinel 2 e o complemento SCP do QGis. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019. São José dos Campos: INPE, 2019. v. 19, p. 4. Disponível em: <http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/09.06.11.04/doc/97317.pdf>. Acesso em: 6 maio 2021.
- BORATTO, Isa Maria de Paula; GOMIDE, Reinaldo Lúcio. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais.**, Embrapa Milho e Sorgo. , p. 8, 22 abr. 2013. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81753/1/Aplicacao-indices.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.
- CARVALHO, José Ruy Porto de; SILVEIRA, Pedro Marques da; VIEIRA, Sidney Rosa. Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1151–1159, ago. 2002. DOI 10.1590/S0100-204X2002000800013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2002000800013&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000800013&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 11 fev. 2021.
- CHAGAS, César S.; FERNANDES FILHO, Elpídio I.; ROCHA, Márcio F.; CARVALHO JÚNIOR, Waldir de; SOUZA NETO, Nestor C. Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 218–226, fev. 2010. DOI 10.1590/S1415-43662010000200014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1415-43662010000200014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1415-43662010000200014&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 2 mar. 2021.
- FORTI, Leonardo Zambiasi; CAMPOS, José Ricardo da Rocha; PILONETTO, Andressa. Caracterização química de solos formados sobre riolitos do planalto de Palmas-PR. *In*: SICIT, 24., 2019. **Seminário de extensão e inovação**. Pato Branco, 2019. v. 24, p. 6. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2019/paper/view/4443>. Acesso em: 4 mar. 2021.
- GHIDIN, Andre Ademir. **Influência dos minerais da fração argila nas propriedades físicas de duas classes de latossolos no estado do Paraná**. 2003. 106 f. UFPR, Curitiba, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v23n3/04.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.
- GUERRA, Simone; PAISANI, Julio Cesar. Abrangência espacial e temporal da morfogênese e pedogênese no planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC): subsídio ao estudo da evolução da paisagem quaternária. **Geociências**, v. 32, n. 3, p. 501–



515, 2013. Disponível em:

<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7295>. Acesso em: 10 fev. 2021.

HÖFIG, Pedro; GIASSON, Elvio; VENDRAME, Pedro Rodolfo Siqueira. Mapeamento digital de solos com base na extrapolação de mapas entre áreas fisiograficamente semelhantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 958–966, 2014. DOI 10.1590/S0100-204X2014001200006. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0100-204X2014001200958&lng=en&nrm=iso&tng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-204X2014001200958&lng=en&nrm=iso&tng=pt). Acesso em: 11 mar. 2021.

IMMITZER, Markus; VUOLO, Francesco; ATZBERGER, Clement. First experience with sentinel-2 data for crop and tree species classifications in central europe.

**Remote Sensing**, v. 8, p. 166, fev. 2016. DOI 10.3390/rs8030166. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Markus-Immitzer/publication/295845441\\_First\\_Experience\\_with\\_Sentinel-2\\_Data\\_for\\_Crop\\_and\\_Tree\\_Species\\_Classifications\\_in\\_Central\\_Europe/links/56ced18508ae85c82340a635/First-Experience-with-Sentinel-2-Data-for-Crop-and-Tree-Species-Classifications-in-Central-Europe.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Markus-Immitzer/publication/295845441_First_Experience_with_Sentinel-2_Data_for_Crop_and_Tree_Species_Classifications_in_Central_Europe/links/56ced18508ae85c82340a635/First-Experience-with-Sentinel-2-Data-for-Crop-and-Tree-Species-Classifications-in-Central-Europe.pdf). Acesso em: 11 fev. 2021.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno estatístico município de Palmas**. Caderno Estatístico. Palmas -PR: IPARDES, 2021. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=84670&btOk=ok>. Acesso em: 15 fev. 2021.

KARATHANANIS, A. D. Compositional and solubility relationships between aluminum-hydroxyinterlayered soil-smectites and vermiculites. **Soil Science Society of America Journal**, v. 52, n. 5, p. 1500–1508, 1988. DOI

<https://doi.org/10.2136/sssaj1988.03615995005200050055x>. Disponível em:

<https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaj1988.03615995005200050055x>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MCBRATNEY, Alex B.; ODEH, Inakwu O. A.; BISHOP, Thomas F. A.; DUNBAR, Marian S.; SHATAR, Tamara M. An overview of pedometric techniques for use in soil survey. **Geoderma**, v. 97, n. 3, p. 293–327, set. 2000. DOI 10.1016/S0016-7061(00)00043-4. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706100000434>. Acesso em: 7 jun. 2021.

MCKENZIE, Neil J.; RYAN, Philip J. Spatial prediction of soil properties using environmental correlation. **Geoderma**, v. 89, n. 1, p. 67–94, abr. 1999. DOI

10.1016/S0016-7061(98)00137-2. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706198001372>. Acesso em: 7 jun. 2021.

MELFI, Adolpho José; PEDRO, Georges. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Parte 1 caracterização e repartição dos principais tipos de evolução pedogeoquímica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 7, n. 4, p. 271–286, maio 2017. Disponível em:

<http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11175>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MENDONÇA, Maria de Lourdes; SANTOS, Humberto Gonçalves dos. **Mapeamento digital de classes e atributos de solos: métodos, paradigmas e novas técnicas**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2003. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/338308>. Acesso em: 11 maio 2021.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. Disponível em: <https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00083790.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.

MOTOMIYA, Anamari Viegas de Araujo; MOLIN, José Paulo; MOTOMIYA, Wagner Rogerio; ROJO BAILO, Fábio Henrique. Mapeamento do índice de vegetação da diferença normalizada em lavoura de algodão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 112–118, mar. 2012. DOI 10.1590/S1983-40632012000100016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-40632012000100016&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632012000100016&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 11 fev. 2021.

NARDY, Antonio; MACHADO, Fábio; OLIVEIRA, Marcos. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. **Brazilian Journal of Geology**, v. 38, p. 178–195, 2008a. DOI 10.25249/0375-7536.2008381178195. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fabio\\_Machado5/publication/260390280\\_As\\_rochas\\_vulcanicas\\_mesozoicas\\_acidas\\_da\\_Bacia\\_do\\_Parana\\_litoestratigrafia\\_e\\_consideracoes\\_geoquimico-estratigraficas/links/0f317530f82449387e000000/As-rochas-vulcanicas-mesozoicas-acidas-da-Bacia-do-Parana-litoestratigrafia-e-consideracoes-geoquimico-estratigraficas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fabio_Machado5/publication/260390280_As_rochas_vulcanicas_mesozoicas_acidas_da_Bacia_do_Parana_litoestratigrafia_e_consideracoes_geoquimico-estratigraficas/links/0f317530f82449387e000000/As-rochas-vulcanicas-mesozoicas-acidas-da-Bacia-do-Parana-litoestratigrafia-e-consideracoes-geoquimico-estratigraficas.pdf). Acesso em: 10 fev. 2021.

NARDY, Antonio; OLIVEIRA, Marcos; BETANCOURT, R.H.S.; VERDUGO, D.R.H.; MACHADO, Fábio. Geologia e estratigrafia da formação serra geral. **Geociências** 11 fev. 2002. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fabio\\_Machado5/publication/293824766\\_364/links/56bc835f08ae588320018fa6/364.pdf?origin=publication\\_list](https://www.researchgate.net/profile/Fabio_Machado5/publication/293824766_364/links/56bc835f08ae588320018fa6/364.pdf?origin=publication_list). Acesso em: 10 fev. 2021.

PAISANI, Julio Cesar; PONTELLI, Marga Eliz; CALEGARI, Marcia Regina. Evolução de bacias de baixa ordem nos 41.000 anos ap – Brasil meridional (low-order basins evolution during 41,000 years bp - southern brazil). **Mercator**, v. 11, n. 26, p. 131 a 148–131 148, out. 2012. DOI 10.4215/RM2012.1126.0009. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/605>. Acesso em: 22 fev. 2021.

PETRY, André Felipe. **Características mineralógicas, morfológicas e químicas de solos desenvolvidos sobre riolitos do planalto de Palmas - PR**. 2017. 43 f. Monografia (Trabalho de TCC) – UTFPR, Pato Branco, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/9343>. Acesso em: 4 mar. 2021.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Mauricio Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio; FILHO, José Coelho de Araújo; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: [s. n.], 2018.

TEN CATEN, Alexandre; DALMOLIN, Ricardo Simão Diniz; MENDONÇA-SANTOS, Maria de Lourdes; ELVIO GIASSON. Mapeamento digital de classes de solos: características da abordagem brasileira. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1989–1997, 2012. DOI 10.1590/S0103-84782012001100013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/6RqLSkrnTxSxv5fvvjYlt4J/?lang=pt>. Acesso em: 4 jun. 2021.

TUMBO, Siza D; WAGNER, David G; HEINEMANN, Paul Heinz. Hyperspectral characteristics of corn plants under different chlorophyll levels. **Transactions of the ASAE**, v. 45, n. 3, 2002. DOI 10.13031/2013.8841. Disponível em: <http://elibrary.asabe.org/abstract.asp??JID=3&AID=8841&CID=t2002&v=45&i=3&T=1>. Acesso em: 11 fev. 2021.

TURCHETTO, Natieli Luisa; QUEIROZ, Rosemar; PEYROT, Caroline; PATATT, Eduardo Ruwer; LANGNER, Carlos Henrique; OCHOA, Leonardo; KOPPE, Ezequiel. O uso do Quantum Gis (QGis) para caracterização e delimitação de área degradada por atividade de mineração de basalto no município de Tentente Portela (RS). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 710–717, ago. 2014. DOI 10.5902/2236117013101. Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/13101>. Acesso em: 11 fev. 2021.

VALERIANO, Márcio de M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 539–546, dez. 2003. DOI 10.1590/S1415-43662003000300022. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1415-43662003000300022&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1415-43662003000300022&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 2 mar. 2021.

WIEGAND, Craig.L.; RICHARDSON, Arthur J.; ESCOBAR, David.E.; GERBERMANN, Alvin.H. Vegetation indices in crop assessments. **Remote Sensing of Environment**, v. 35, n. 2–3, p. 105–119, fev. 1991. DOI 10.1016/0034-4257(91)90004-P. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/003442579190004P>. Acesso em: 11 fev. 2021.

ZIMBACK, Célia Regina Lopes. Formação dos solos. **Formação dos solos**, , p. 27, jun. 2003. Disponível em: [http://files.huigorflr.webnode.com/200000013-ee2f3ef264/Apostila\\_Formacao\\_solo\\_ZIMBACK\\_2003\\_Unesp\\_Botucatu.pdf](http://files.huigorflr.webnode.com/200000013-ee2f3ef264/Apostila_Formacao_solo_ZIMBACK_2003_Unesp_Botucatu.pdf). Acesso em: 22 fev. 2021.

**ANEXOS**

**ANEXO A – Tabela de análises químicas dos pontos coletados.**

Hzt	MO	pH	SMP	P	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca	Mg	SB	K	V	m
	g/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>		mg.dm <sup>-3</sup>	(Cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )						%	
<b>P1 - Cambissolo Háplico Ta Distrofíco Típico</b>												
A	60,31	4,40	4,60	1,33	4,65	17,23	0,40	0,80	1,43	0,23	7,66	76,48
AB	67,01	4,40	4,60	0,00	6,35	17,23	0,20	0,30	0,63	0,13	3,53	90,97
BA	56,63	4,40	4,60	0,00	7,2	17,23	0,40	0,30	0,83	0,13	4,60	89,66
Bi	20,10	4,50	4,70	0,00	5,59	13,06	0,20	0,30	0,55	0,05	4,04	91,04
BC	13,4	4,50		0,00	6,62	13,06	0,30	0,30	0,63	0,03	4,60	91,31
<b>P2 - Neossolo Regolítico Distrófico Típico</b>												
A	69,69	4,40	4,70	1,32	4,56	15,77	0,90	0,50	1,65	0,25	9,47	73,43
AB	65,57	4,50	4,70	0,05	4,29	15,77	0,80	0,80	1,78	0,18	10,14	70,66
BA	52,57	4,50	4,80	0,05	4,75	14,44	0,30	0,50	0,93	0,13	6,05	83,63
Bi	29,48	4,50	4,90	0,05	4,48	11,26	0,10	0,30	0,50	0,10	4,25	89,96
BC	20,10	4,50		0,00	4,75	11,26	0,10	0,70	0,90	0,10	7,40	84,07
<b>P3 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico típicos</b>												
A	61,65	4,20	4,90	0,08	2,71	13,22	2,30	1,20	3,8	0,30	22,33	41,63
AB	2,68	4,10	5,10	0,08	3,13	9,70	0,90	0,70	1,78	0,18	15,51	63,75
Bi	14,74	4,10		0,08	4,49	11,26	0,90	0,30	1,35	0,15	10,71	76,68
<b>P4 - Nitossolo Háplico Distrófico Típico</b>												
A	87,11	3,90	4,80	1,02	5,45	14,44	0,40	0,50	1,00	0,10	6,48	84,5
AB	93,82	3,80	4,30	0,08	5,47	22,45	0,20	0,20	0,48	0,08	2,09	91,93
BA	61,65	3,90		0,08	5,71	20,55	0,20	0,20	0,43	0,03	2,05	93
Bi	35,51	3,90	4,30	0,08	5,81	17,60	0,20	0,30	0,53	0,03	2,92	91,54
<b>P5 - Latossolo Amarelo Alumínico Típico</b>												
A1	79,07	3,90	4,40	4,88	5,27	20,55	2,40	1,20	3,65	0,05	15,08	59,08
A2	80,41	3,90	4,20	0,08	5,83	24,52	0,20	0,20	0,45	0,05	1,80	92,83
AB	33,51	3,80	4,20	0,08	5,69	18,96	0,20	0,20	0,45	0,05	2,32	92,67
BA	18,76	3,80	4,10	0,08	8,49	20,42	0,20	0,10	0,33	0,03	1,59	96,26
B	9,38	3,80	4,20	0,08	8,15	18,96	0,20	0,10	0,33	0,03	1,71	96,11
A	20,10	3,90	4,30	0,08	6,19	17,6	0,20	0,20	0,45	0,05	2,49	93,22
<b>P6 - Cambissolo Háplico Ta Distrofíco Típico</b>												
A1	57,63	3,90	4,50	0,10	3,85	18,80	0,10	1,10	1,25	0,05	6,23	75,40
A2	1,34	4,10	4,70	1,26	2,75	13,00	0,80	1,50	2,49	0,08	15,95	52,50
AB	32,17	4,10	4,80	0,10	3,19	12,10	0,10	0,80	0,95	0,05	7,26	77,00
BA	18,75	4,20	5,20	0,10	2,21	0,38	0,10	0,70	0,85	0,05	8,63	72,20
Bi	10,72	4,10	5,10	0,10	2,71	9,70	0,10	0,40	0,55	0,05	5,37	83,10
<b>P7 - Neossolo Regolítico Distrófico Típico</b>												
A	44,23	5,40	6,10	2,43	0,00	4,60	0,25	4,40	10,53	0,13	69,55	0,00
AB	22,78	4,10	5,10	2,43	2,75	9,70	0,40	1,80	2,33	0,13	19,37	54,10

## ANEXO A – Continuação...

Hzt	MO	pH	SMP	P	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca	Mg	SB	K	V	m
	g/dm <sup>3</sup>	CaCl <sub>2</sub>		mg.dm <sup>-3</sup>	(Cmol <sub>c</sub> .kg <sup>-1</sup> )						%	
P8 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico típicos												
A	37,53	4,10	5,00	0,10	2,61	10,40	0,10	0,30	0,45	0,05	4,13	85,20
AB	14,74	4,10	5,50	0,10	2,05	7,20	0,10	0,30	0,43	0,03	5,64	82,60
BA	17,42	4,20	5,40	0,10	1,63	7,76	0,00	0,20	0,23	0,03	2,88	87,60
B	17,42	4,20	5,50	2,43	1,39	7,20	0,10	0,30	0,58	0,16	7,46	70,50
P9 - Nitossolo Háplico Distrófico Típico												
A	37,5	4,2	5	1,25	2,21	10,4	1,6	2,5	4,2	0,1	28,67	34,4
AB	20,1	4,1	4,8	1,26	3,15	12,1	0,7	1,2	1,95	0,05	13,85	61,7
BA	16,7	4	4,6	0,1	3,33	14	0,3	1	1,35	0,05	8,75	71,1
B	20,1	4,1	4,9	0,1	3,09	11,2	0,1	0,8	0,98	0,06	8,01	75,9
P10 - Latossolo Amarelo Alumínico Típico												
A1	50,90	3,90	4,50	2,43	4,05	18,20	0,10	0,50	0,80	0,20	4,08	83,50
A2	45,50	3,90	4,50	0,10	4,35	15,10	0,10	0,20	0,35	0,05	2,26	92,50
AB	35,20	3,90	4,60	0,10	4,05	14,00	0,10	0,30	0,43	0,03	2,96	90,40
BA	21,40	4,00	4,70	0,10	4,15	13,00	0,00	0,20	0,23	0,03	1,73	94,70
B	10,72	4,00	4,80	3,51	3,27	12,10	0,10	0,30	0,43	0,03	3,42	88,30
P11 - Latossolo Vermelho Distrófico Típico												
A	42,80	4,10	5,00	0,10	2,11	10,40	0,10	0,20	0,35	0,05	3,24	85,70
AB	29,40	4,10	5,00	0,10	1,89	10,40	0,10	0,40	0,53	0,03	4,83	78,10
BA	33,50	4,30	5,10	0,10	1,25	9,70	0,00	0,30	0,33	0,03	3,29	79,10
B	14,70	4,30	5,80	0,10	0,53	5,70	0,00	0,20	0,23	0,03	3,84	69,70