

## Confecção de Mapas de Solos em Ambiente SIG Vinculado ao Projeto

### Influência da Litologia nas Características Químicas, Físicas e Morfológicas dos Solos do Sudoeste do Paraná

### Maps Confection of soil on SIG Environment linked to Project

### Lithology Influence on Chemical, Physical Characteristics and Morphological of Soils of Southwest Paraná

#### RESUMO

A região Sudoeste do Paraná conta com áreas como o Planalto de Palmas onde é possível encontrar diferentes tipos de solos originários de rochas ígneas ácidas, Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo a produção de 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 de trinta metros de resolução espacial. Assim a região é composta predominantemente por classes de solo poucos desenvolvidos como Cambissolo e Neossolos originários de processos lentos de intemperismo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cambissolo. Sentinel 2-A. Mapa.

#### ABSTRACT

The region of southwest Paraná as like Highland of Palmas, where is possible find different soil types originating from acid Igneous rocks. Given the work above, aimed to produce a soil map of the southern region of the highland of Palmas, through the interpretation of mosaics generated from Sentinel 2-A images, Slope maps and Hypsometric generated from digital model of elevation of thirty meters of spatial. Thus, the region is predominantly composed of poorly developed soil classes such as Cambissolo and Neossolos originating from slow weathering processes.

**KEYWORDS:** Cambissolo. Sentinel 2-A. Maps.

**Guilherme Vandrey Strey**  
[Guilhermestrey@gmail.com](mailto:Guilhermestrey@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos**  
[jricardo28@gmail.com](mailto:jricardo28@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

Na região Sudoeste do Paraná, especialmente na região do Planalto de Palmas, são observadas extensas áreas de solo pedologicamente pouco desenvolvido e formados a partir do intemperismo de rochas ácidas como o Riolitos e Riodacitos, pertencentes a Formação Serra Geral (NARDY, et al., 2008).

As rochas que compõem a Formação Serra Geral são tanto originárias de derrames básicos como derrames ácidos. Assim, grande parte são Riolitos e Riodacitos os quais classificam-se como rochas ácidas, ou seja, são rochas cuja composição química apresenta teor de sílica superior 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), 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 os elementos Al, Si e K. Neste sentido, um dos maiores obstáculos para a produção agrícola nesta região é a necessidade de maiores investimento na correção do solo, o que onera o sistema produtivo (PETRY, A, F., 2017).

## METODOLOGIA

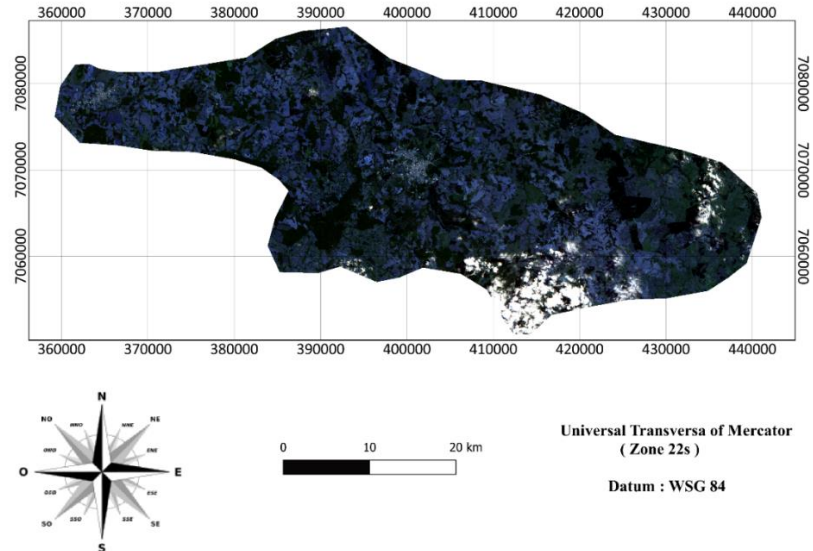
O trabalho foi realizado na região do Planalto de Palmas-PR. Os Perfis foram definidos a partir da análise da topografia e morfologia da paisagem, de forma que estes fossem representativas da paisagem. As descrições morfológicas, utilizando as metodologias proposta no Manual de descrição e coleta de solo no campo (SANTOS e al., 2013).

Os perfis escolhidos foram abertos com o auxílio de uma enxada e a delimitação dos horizontes foi feita segundo (Santos e al., 2013). A separação dos horizontes foi baseada em características visuais como cor, avaliada pela carta de Munsell, textura, estrutura, consistência, porosidade e presença de raízes (SANTOS e al., 2013). Em cada ponto foram coletadas as coordenadas com 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. As amostras de cada horizonte foram secas em estufa de secagem com circulação de ar até atingir o peso constante. Em seguida foram moídas e peneiradas em uma peneira de malha com abertura de 2mm.

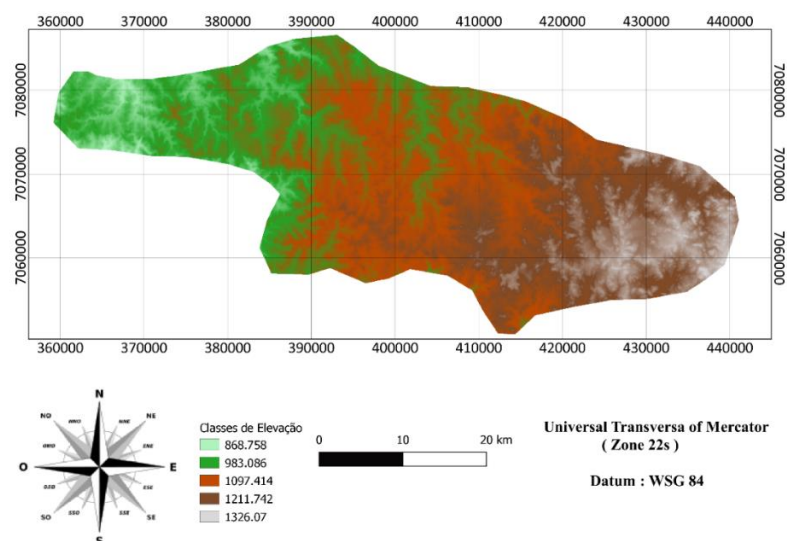
As análises químicas foram realizadas para fins de levantamento (com base em massa) de acordo com o manual de métodos de análise do solo. Foram denominados o: pH em  $\text{CaCl}_2$ , e pH SMP; a matéria orgânica pelo método colorimétrico; o fósforo analisado pelo Mehlich-1; os cátions trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , e  $\text{Al}^{3+}$ ) foram extraídos por  $\text{KCl } 1 \text{ mol.L}^{-1}$ ; acidez potencial (H+Al) foi analisada pelo método do tampão SMP. (PETRY, A, F., 2017).

Figura 1: Mosaico em cor verdadeira: Composição colorida (8432) gerado a partir de imagem do satélite Sentinel 2-A da porção Sul do planalto de Palmas – PR.



Para a geração do modelado do terreno foi utilizado um MDE (modelo digital de elevação) disponibilizado pela agência espacial americana (NASA) a partir do site Earth Explorer ([earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov)). A partir do MDE foram gerados os mapas hipsométricos (Figura 2) e mapa de declividade (Figura 3), utilizados como base para a vetorização das classes de solo.

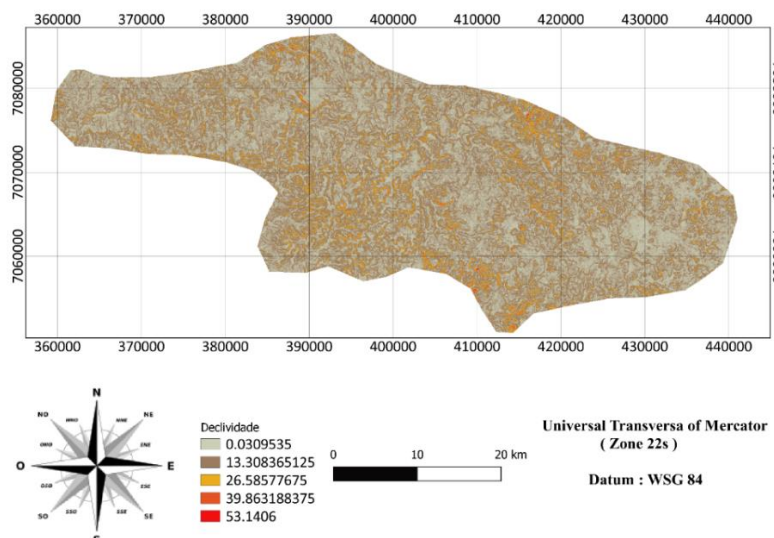
Figura 2: Mapa Hipsométrico: Gerado a partir de MDE de 30m da região Sul do Planalto de Palmas-PR.



A declividade da área em estudo variou de 0,03 % a 53,14 %, e foram utilizados para classificação os intervalos de declive de acordo com Embrapa

(1999). 0-3 cm m<sup>-1</sup> (plano), 3-8 cm m<sup>-1</sup> (suave ondulado), 8-20 cm m<sup>-1</sup> (ondulado), 20-45 cm m<sup>-1</sup> (forte ondulado), 45-75 cm m<sup>-1</sup> (montanhoso) e 75-100 cm m<sup>-1</sup> (escarpado). Nomenclatura de acordo com Embrapa (1999).

Figura 3: Mapa de declividade da área da porção sul do planalto de Palmas.



Adicionalmente foi gerado um mapa com o Índice de vegetação por diferença normalizada, conhecido pela sigla NDVI, calculado através da equação:

$$NDVI = \frac{(IVP - V)}{(IVP + V)}$$

Onde V e IVP representam os valores da refletância nas bandas do vermelho e infravermelho. O NDVI pode variar entre -1 e +1, sendo valores menores que zero áreas não vegetadas.

Os dados de campo, disponíveis em Petry (2017) e Forti (2019) encontram-se na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e classificação dos perfil de solos formado a partir de rochas ígneas ácidas do Planalto de Palmas-PR.

Hzt	MO	pH	SMP	P	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Ca	Mg	SB	K	V	m
	g.dm <sup>3</sup>	CaCl2		mg.dm <sup>-3</sup>			(cmolc/kg)				%	
P1- Cambissolo Háplico Alumínico Típicos												
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	7,20	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	13,40	4,50		0,00	6,62	13,06	0,30	0,30	0,63	0,03	4,60	91,31
P2- Cambissolo Háplico Alumínico Típicos												
A	69,69	4,4	4,7	1,32	4,56	15,77	0,9	0,5	1,65	0,25	9,47	73,43
AB	65,67	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
P3- Cambissolo Háplico Alumínico Típicos												
A	64,65	4,20	4,90	0,08	2,71	13,22	2,30	1,20	3,80	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
P4- Cambissolo Háplico Alumínico Típicos												
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	4,47	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	0,08	2,05	93,00
Bi	35,51	3,90	4,30	0,08	5,81	17,60	0,20	0,30	0,53	0,08	2,92	91,54
P5- Cambissolo Húmico Alumínico Típicos												
A	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	0,08	1,59	96,26
P6 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico Típico												
A1	57,63	3,9	4,5	0,1	3,85	18,8	0,1	1,1	1,25	0,05	6,23	75,4
A2	1,34	4,1	4,7	1,26	2,75	13	0,8	1,5	2,49	0,08	15,95	52,5
AB	32,17	4,1	4,8	0,1	3,19	12,1	0,1	0,8	0,95	0,05	7,26	77
BA	18,75	4,2	5,2	0,1	2,21	9	0,1	0,7	0,85	0,05	8,63	72,2
Bi	10,72	4,1	5,1	0,1	2,71	9,7	0,1	0,4	0,55	0,05	5,37	83,1
P7 - Neossolo Regolítico Distrófico Típico												
A	44,23	5,4	6,1	2,43	0	4,6	6	4,4	10,5	0,13	69,55	0
AR	22,78	4,1	5,1	2,43	2,75	9,7	0,4	1,8	2,33	0,13	19,37	54,1
P8 - Cambissolo Háplico Ta Distrófico típicos												
A	37,53	4,1	5	0,1	2,61	10,4	0,1	0,3	0,45	0,05	4,13	85,2
AB	14,74	4,1	5,5	0,1	2,05	7,2	0,1	0,3	0,43	0,03	5,64	82,6
BA	17,42	4,2	5,4	0,1	1,63	7,76	0	0,2	0,23	0,03	2,88	87,6
B	17,42	4,2	5,5	2,43	1,39	7,2	0,1	0,3	0,58	0,16	7,46	70,5

Fonte: Forti, L.Z Caracterização Química e Morfológica de Solos Formados Sobre Riolitos do Planalto de Palmas-PR (2020); Petry (2017).

## 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, 2013) são: os

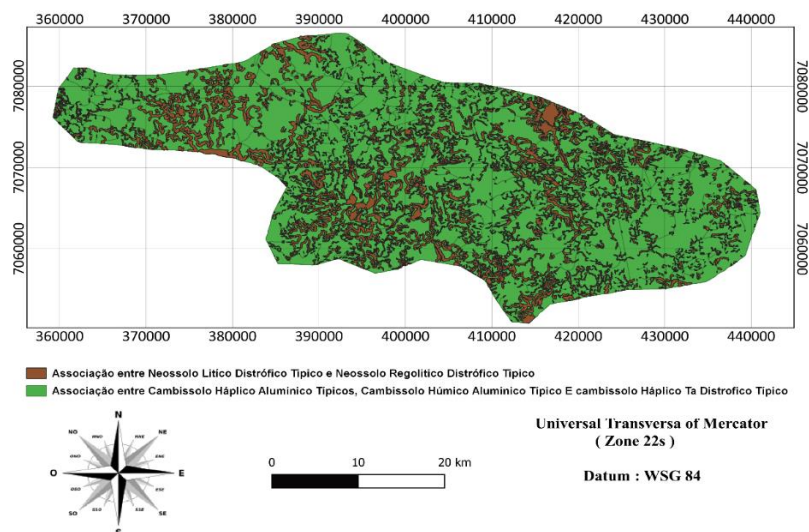
Cambissolo Háplico Alumínico Típicos, Cambissolo Húmico Alumínico Típicos, Cambissolo Háplico Ta Distrófico Típico, Neossolo Regolítico Distrófico Típico (Figura 4). Todas as classes de solos são de solos pedologicamente pouco desenvolvidos e que, nesta região, se formam sobre substrato a base de Riolitos e Riodacitos em condição de relevo suave-ondulado a ondulado.

Entre estas classes de solo, os Cambissolos Háplicos e Húmicos ocupam cerca de 11.6350,8 ha, cerca de 77,8% da área estudada (Tabela 2), enquanto a área com as classes Neossolo Regolítico e Neossolo Litólico ocupam aproximadamente 33.118,3 ha, o que equivale 22,8% da área de estudo.

O Cambissolos são solos cujo horizonte diagnóstico é o B incipiente (Bi) ou seja, pouco desenvolvidos pedologicamente, e que nesta região apresenta tem textura argilosa. 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 a 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. A de se considerar que mesmo, sendo solos rasos e com elevados teores de alumínio, são solos que podem ser cultivados, especialmente por que apresentam horizonte A espeço, chegando a apresentar entre 70 cm de espessura.

Figura 4.: Mapa de solos da área da porção sul do planalto de Palmas

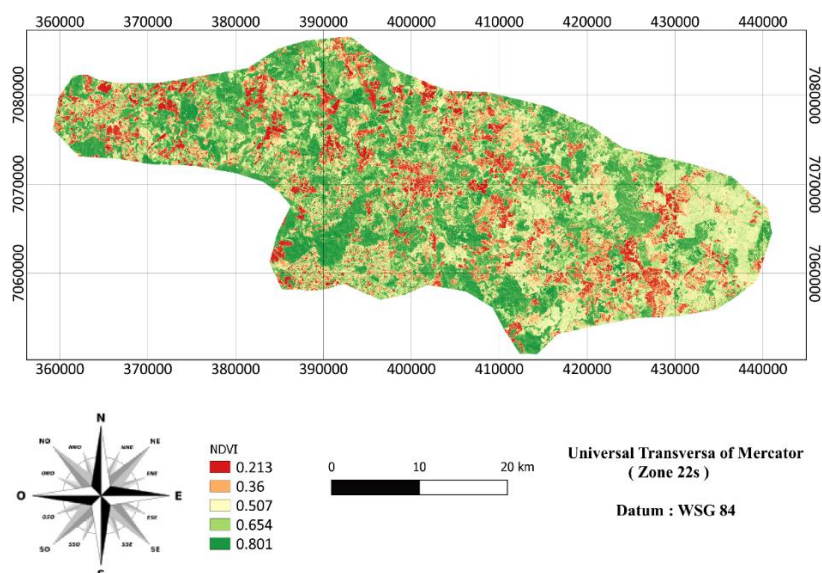


Classes de Solo	Área ha	Percentual %
Cambissolo Háplico e Húmico Ta Distrófico Típicos	116350,8	77,8
Neossolo Litólicos e Regolítico Distrófico Típico	33118,3	22,2
Área Total	149469,2	

Em relação ao mapa do índice NDVI, foi observado uma variação de 0.213 (Vermelho) e máximo de 0.801 (Verde-escuro), o que significa que a região

central do mapa, onde se observa uma ocorrência de baixos valores de NDVI (Vermelho) corresponde a cidade de Palmas. De maneira semelhantes, à noroeste os baixos índices se referem a cidade de Clevelândia. As linhas que cortam o mapa identificadas com calores de NDVI na faixa de 0.36 (Laranja), e 0.507 (Amarelo), foram identificados como rodovia, ou estradas, contudo as grandes áreas as quais dizem respeito a esses valores são agrícolas onde pode se identificar locais que onde foram realizados colheitas, portanto o estágio fenológico da cultura não obtendo grande área folhar nos forneceu um índice de reflectância menor, o mesmo se diz para grandes áreas correspondentes a o valor 0.213 (Vermelho). já o dado 0.654 (Verde-claro), diz respeito a área de lavoura onde a cultura se encontra em estágio vegetativo avançado, enquanto no 0.801 (Verde-escuro), identifica-se grandes áreas de mata fechada, áreas de preservação permanente (APP).

Figura 5: Mapa de análise Índice de Vegetação da Diferença Normalizada.



### CONCLUSÕES

A região do planalto de Palmas é composta, predominantemente, pelas classes de solos Cambissolo Háplico Alumínico Típicos, Cambissolo Húmico Alumínico Típicos, Cambissolo Háplico Ta Distrofico Típico, Neossolo Regolítico Distrófico Típico. Todos solos pouco desenvolvidos em virtude da lentidão dos processos de intemperismo devido a influência das baixas temperaturas encontradas na região durante o ano todo.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq e a Fundação Araucária pelo auxílio financeiro em forma de bolsa no tempo utilizado para a realização do presente trabalho. Agradeço também ao professor orientados José Ricardo da Rocha Campos pela disponibilidade e incentivo para que o presente estudo fosse realizado.

## REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. revista e Ampl. 353p. Brasília – DF, 2013.

PEDROTTI, A. et al. Relação entre atributos físicos, mineralogia da fração argila e formas de alumínio no solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. v. 27, n.1, p.01-09. ISSN 1806-9657, fev. 2003 Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000100001>> Acesso em: 17 junho. 2020.

FORTI, L. Z. Caracterização Morfológica, Mineralógica e Química de Solos Formados Sobre Riolito do Planalto de Palmas-PR. 2017. 46f. Monografia (Trabalho de Conclusão de curso). Universidade Federal do Paraná.

NARDY, Antonio José Ranalli, MACHADO, Fábio Braz e OLIVEIRA, Marcos Aurélio Farias de. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. *Revista Brasileira Geociência*. Vol.38, no.1, p. 178-195, mar. 2008 Disponível em <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7576/7003>> Acesso em: 22 jun2020.

PEDROTTI, A.; FERREIRA, M. M; CURI, N.; SILVA, M. L. N.; LIMA, J. M.; CARVALHO, R. Relação Entre Atributos Físicos, Mineralógica da Fração Argila e Forma de Alumino no Solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v.27. p. 1 – 9, 2003 Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n1/v27n1a01.pdf>> Acesso em: 19 fev. 2020.

NARDY, A.J.R.; OLIVEIRA, M.A.F. DE; BETANCOURT, R.H.S.; VERDUGO, D.R.H.; MACHADO, F.B. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. *Revista Geociências*, v. 21, n. 2, p. 15-32, 2002 Disponível em <[https://www.revistageociencias.com.br/geocienciasarquivos/28\\_4/Art%2013\\_Machado.pdf](https://www.revistageociencias.com.br/geocienciasarquivos/28_4/Art%2013_Machado.pdf)> Acesso em: 21 jun. 2020.

PETRY, A.F. Características mineralógicas, morfológicas e Químicas de solos desenvolvidos sobre Riolitos do planalto de Palmas-PR. 8 nov. 2017. 46f. Monografia (Trabalho de Conclusão de curso). Universidade Federal do Paraná. Disponível em < <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/9343>> Acesso em: 20 set. 2019.

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*, Fortaleza, v. 11, n. 26, p. 131 a 148, oct. 2012. ISSN 1984-2201. Available at: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/605>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

TESKE, R.; de ALMEIDA, J. A.; HOFFER, A. & Antonio Lunardi, NETO. Caracterização Mineralógica Dos Solos Derivados De Rochas Efusivas No Planalto Sul De Santa



Catarina, Brasil. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, **2013**, v.12, n.2 187-198. Available at:<<http://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5213/3390>>. Acesso em: 06 nov. 2020.

GUERRA, S. & PAISANI, J. C. 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*, **2013**, V.32, 501-515. Available at:<<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/7295/6739>>. Acesso em: 21 mai. 2020.

CAMPOS, J. R. R.; PETRY, A. F.; Ioná, RECH; MODOLO, A. J. & FORTI, L. Z. MINERALOGIA DE CAMBISSOLOS DESENVOLVIDOS SOBRE RIOLITOS E RIODACITOS DO MEMBRO PALMAS.VI *Reunião Paranaense de Ciência do Solo-RPCS*, **2019**. Acesso em: 30 jul. 2020.

ZANZARINI, F. V.; PISSARRA, T. C. T.; BRANDÃO, F. J. C. & b TEIXEIRA., D. D. Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **2013**, v.17, 608-614 Available at:<<https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n6/v17n6a06.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2020.