

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

ANDRÉ FELIPE PETRY

**CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS, MORFOLÓGICAS E
QUÍMICAS DE SOLOS DESENVOLVIDOS SOBRE RIOLITOS DO
PLANALTO DE PALMAS - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

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

ANDRÉ FELIPE PETRY

**CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS, MORFOLÓGICAS E
QUÍMICAS DE SOLOS DESENVOLVIDOS SOBRE RIOLITOS DO
PLANALTO DE PALMAS - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

ANDRÉ FELIPE PETRY

**CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS, MORFOLÓGICAS E
QUÍMICAS DE SOLOS DESENVOLVIDOS SOBRE RIOLITOS DO
PLANALTO DE PALMAS - PR**

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

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo da Rocha Campos

PATO BRANCO

2017

Petry, André Felipe

Características mineralógicas, morfológicas e químicas de solos desenvolvidos sobre riolitos do planalto de Palmas - PR / André Felipe Petry.

Pato Branco. UTFPR, 2017

43 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, 2017.

Bibliografia: f. 39 - 43

1. Agronomia. 2. Matéria orgânica. 3. Cambissolo. 4. Riolito. I. da Rocha Campos, José Ricardo. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. II. Características mineralógicas, morfológicas e químicas de solos desenvolvidos sobre riolitos do planalto de Palmas - PR.

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

CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS, MORFOLÓGICAS E QUÍMICAS DE SOLOS
DESENVOLVIDOS SOBRE RIOLITOS DO PLANALTO DE PALMAS - PR

por
ANDRÉ FELIPE PETRY

Monografia apresentada às 08 horas 20 min. do dia 08 de novembro de 2017 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. Gilberto Santos Andrade
UTFPR

Prof. Dr. Alcir José Modolo
UTFPR

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

Dedico este trabalho a todos meus familiares que apesar de todos os altos e baixos durante o curso, tiveram sempre do meu lado me apoiando e dando forças, tornando possível minha formação como Engenheiro Agrônomo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente á Deus e Nossa Senhora Aparecida, que me deram forças sempre que precisei e me abençoando com saúde durante todo o curso.

A minha mãe Noeli de Oliveira Petry e ao meu pai Mauro Francisco Petry que apesar de todas as dificuldades seja emocional ou financeiras me deram o total apoio para que eu conseguisse terminar o curso.

A minha namorada Diovana Andressa Fritsch, que teve paciência comigo nos momentos difíceis e que sempre esteve do meu lado.

Ao meu irmão Anderson Cristiano Petry que me deu moradia durante os primeiros anos de cursos e que em um dos momentos mais difíceis não deixou eu desistir do curso e a todos meus familiares de que de alguma forma me ajudaram no decorrer destes cinco anos de curso.

Ao meu orientador Prof.Dr. José Ricardo da Rocha Campos, pela orientação e dedicação na elaboração deste trabalho.

Aos amigos da universidade, que alguns já considero como irmão e que, com certeza, essa amizade vai perpetuar pelo longo da vida profissional.

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

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder entusiasmo.”

(Winston Churchill)

RESUMO

PETRY, André Felipe. Características Mineralógicas, Morfológicas e Químicas de Solos Desenvolvidos Sobre Riolitos do Planalto de Palmas - Pr. 44 f. TCC (Curso de Agronomia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Os agricultores da região de Palmas – PR costumam se referir aos solos da região como “terra magra” ou “terra de campo”, isso ocorre devido a baixa fertilidade dos solos. Entretanto, considerando que a região é formada por rochas ígneas da Formação Serra Geral que geralmente está associada a solos de elevada fertilidade, não se conhece ainda a origem da baixa fertilidade dos solos do Planalto de Palmas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi se aprofundar no entendimento a cerca da baixa fertilidade dos solos da área em questão. Foram selecionados 5 perfis representativos da paisagem, onde foram feitas 5 trincheiras e classificado cada trincheira com a divisão de horizontes tendo como critérios, a variação de cor usando a carta de Munssell, textura, estrutura, consistência, porosidade e presença de raízes. Foram coletadas também amostras do material de origem e do solo para análises mineralógicas. Os minerais que predominam no material de origem dos solos da região foram o Quartzo e o Microclínio que evidenciam um ambiente formado sobre derrame de lava com altos teores de sílica. Nos solos analisados, cores amareladas podem estar relacionadas a ausência de minerais ferromagnesianos na rocha de origem. Os elevados teores de matéria orgânica (MO) observados nos horizontes superficiais, evidenciam a forte influência das baixas temperaturas na manutenção da MO no ambiente. A Haloisita é uma das evidências de que o solo estudado é pouco intemperizado, sendo que este material é pouco estável e persistente, diferentemente da caulinita, e sua presença é mais comum em locais com temperaturas amenas e material abundante em sílica. A análise química mostrou que os solos estão com o pH ácido e teor de alumínio (Al^{3+}) e saturação por Al^{3+} (m) muito alto.

Palavras-chave: Matéria orgânica, Alumínio (Al^{3+}), Cambissolos .

ABSTRACT

PETRY André Felipe. Mineralogical, Morphological and Chemical Characteristics of the Soil Developed on Rhyolites of the City of Palmas Plateau-Pr 43 f. TCC (Course of Agronomy) - Federal University of Technology - Paraná. Pato Branco, 2017.

Farmers in the Palmas - PR region often refer to the soils of the region as "lean land" or "farmland", due to low soil fertility. However, considering that the region is formed by igneous rocks of the Serra Geral Formation that is generally associated with high fertility soils, the origin of the low fertility of the Planalto de Palmas soils is not yet known. In this sense, the objective of this work was to deepen in the understanding about the low fertility of the soils of the area in question. Five representative profiles of the landscape were selected, where 5 trenches were made and each trench was classified according to criteria, color variation using the Munsell chart, texture, structure, consistency, porosity and presence of roots. Samples of the source material and the soil were also collected for mineralogical analysis. The minerals that predominate in the source material of the soils of the region were Quartz and Microcline that show an environment formed on lava flow with high levels of silica. In the analyzed soils, yellowish colors may be related to the absence of ferromagnesian minerals in the original rock. The high organic matter (OM) observed in the superficial horizons, evidences the strong influence of the low temperatures on the maintenance of OM in the environment. Halosite is one of the evidences that the studied soil is little weathered, being this material is little stable and persistent unlike the kaolinite and its presence is more common in places with amena temperatures and material abundant in silica. The chemical analysis showed that the soils are acidic, very high aluminum content (Al^{3+}) and saturation by Al^{3+} (m).

Keywords: Organic matter, Aluminium (Al^{3+}), Cambisol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Difratoograma de amostras de rochas (Riolitos) que foram coletadas onde ocorreu afloramento de rochas no município de Palmas – PR. Sendo representada em três perfis no Perfil 1 (A); Perfil 2 (B); Perfil 3 (C) e interpretação, onde Q é quartzo e M é o microclínio.....23
- Figura 2: Perfil 5, Feita a descrição morfológica e divisão dos horizontes em meia encosta com variações de cores que sugerem duas condições pedogenéticas para formação.....28
- Figura 3: Eixo cartesiano representando estatisticamente que a região onde foram coletados os solos são homogêneas.....34

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Características morfológicas de solo do município de Palmas – PR, sendo descritos com cinco perfis, Perfil 1 (P1), Perfil 2 (P2), Perfil 3 (P3), Perfil 4 (P4) e Perfil 5 (P5)..... | 25 |
| Tabela 2: Resultado das análises químicas dos solos coletados nos perfis analisados no município de Palmas – PR..... | 32 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2 OBJETIVOS..... | 13 |
| 2.1 GERAL..... | 13 |
| 2.2 ESPECÍFICOS..... | 13 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 14 |
| 3.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO..... | 14 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DO PLANALTO DE PALMAS..... | 15 |
| 3.3 FITOFISIONOMIAS DO BIOMA DE CAMPOS DE ALTITUDE..... | 15 |
| 3.4 INTEMPERISMO E MINERALOGIA DO SOLO DESENVOLVIDO SOB CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO..... | 16 |
| 3.4.1 Fatores de Formação e Evolução Mineralógica..... | 16 |
| 3.4.2 Solos formados na região do Planalto de Palmas – PR..... | 17 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 19 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO..... | 19 |
| 4.3 ANÁLISES QUÍMICAS..... | 19 |
| 4.4 ANÁLISES MINERALÓGICAS..... | 20 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 22 |
| 5.1 MINERALOGIA DA ROCHA DO EMBASAMENTO..... | 22 |
| 5.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS..... | 23 |
| 5.3 MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DO SOLO..... | 29 |
| 5.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS..... | 31 |
| 6 CONCLUSÕES..... | 37 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 38 |
| REFERÊNCIAS..... | 39 |

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da agricultura no país, cada vez mais tem se procurado estratégias para se conseguir a máxima produtividade das lavouras com o menor gasto possível. Neste sentido, o solo passa a representar um ator importante, principalmente no que diz respeito a sua correção e ajuste da adubação. Entretanto, tais práticas são mais eficientes quando se conhece o solo em seus aspectos químicos, físicos e mineralógicos.

A Embrapa, em parceria com o IAPAR, realizou um levantamento de solos em 2013 de todo o território paranaense. Entretanto, como este levantamento foi realizado em escala muito pequena (1:250.000) as informações em nível de propriedade ficam esparsas e com baixo nível de detalhe. Ademais, aspectos como a mineralogia do solo e do material de origem não são apresentados, necessitando de pesquisas para se aprofundar no assunto.

Na região de Palmas – PR, a rocha predominante é o Riolito que, por sua vez, consiste em uma rocha de origem vulcânica, ácida, textura afanítica e de coloração cinza clara. Estudos realizados por Nardy, Machado e Oliveira (2008), mostram que na mineralogia dos Riolitos são observados microcristais de plagioclásios (labradorita), constituindo até 16% do tamanho total da rocha, 11% de augita, 5% de magnetita, 3% de pigeonita e menos de 1% de apatita. Por apresentar elevado teor de sílica (SiO_2) na sua composição, o Riolito é considerado uma rocha ácida, sendo que sua composição varia de 63% a 72% de sílica.

Em contato com produtores de soja, milho e batata da região supracitada, é comum que estes se refiram aos solos da região como “terra de campo”, “terra magra” ou “terra preta” devido a sua baixa fertilidade natural, sua elevada acidez e, no último caso, aos elevados teores de matéria orgânica encontrada nestes solos.

Neste sentido, este trabalho tem como hipótese que a elevada acidez e a baixa fertilidade dos solos da região estão relacionado a sua mineralogia do material de origem – Riolito.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Caracterizar os solos desenvolvidos sobre Riolitos na Região do Planalto de Palmas – PR, dando ênfase nas características químicas, mineralógicas e morfológicas dos solos. Destacando a influência da litologia nas características dos solos.

2.2 ESPECÍFICOS

Fazer a descrição morfológica de perfis representativos dos solos desenvolvidos nas regiões de Palmas e classificá-los pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Caracterizar quimicamente os solos da região, procurando entender a relação entre a mineralogia da rocha do embasamento com as características químicas observadas no solo.

Realizar a análise da mineralogia da fração argila de solos representativos da região do Planalto de Palmas – PR.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

A área estudada está localizada na cidade de Palmas, município pertencente a região Sudoeste do Paraná e inserido na posição sul do Terceiro Planalto Paranaense. Com uma extensão territorial de 1.576,621 quilômetros quadrados, 1.035 metros de altitude, latitude 26° 19'03" S e longitude 51° 59' 26" W (IPARDES, 2017).

A área em questão, se estabelece sobre rochas da Formação Serra Geral, ou seja, derrames de rochas ácidas do Membro Palmas (FONSECA; BITTENCOURT; RIGOTI, 2011), onde prevalecem rochas ácidas do tipo riolito e riodacito. Sendo que na constituição da Formação Serra Geral se dá por três tipos de rochas vulcânicas, sendo 97,5% do volume das rochas formadas por Rocha Básicas e Intermediárias, as quais correspondem ao basalto, andesi-basalto e andesitos de afinidade tealítica. Rochas ácidas só Tipo Chapecó o qual corresponde a 0,5% do volume total as quais representados por dacitos, riodacito, quartzo latitos e riolitos e os outros 2,5% tem formação de Rochas Ácidas do Tipo Palmas, representadas por riodacitos e riolitos (NARDY, et al., 2002).

A mineralogia do riolito é composta por 16% de microfenocristais de plagioclásico, 11% de augita, 3% de pigeonita, 5% de magnetita, 1% de apatita e presença de cristais de piroxênio com hábito acicular, coberta por uma trama de quartzo e feldspato alcalino. Já o riodacito segundo Chmyz et al. (2011) é constituída por 25% de plagioclásico, 5% de feldspato alcalino, 5% de quartzo, 15% de minerais opacos e 10% de augita, também envolvida em meio de matriz de vidro vulcânico sendo esse 40% do volume total da composição da rocha. São consideradas rochas ácidas por apresentar teor sílica (SiO_2) superior a 65% na sua composição.

Segundo Nardy, Machado e Oliveira (2008) na região de Palmas a quantidade de sílica varia de 63% a 72,07%. A porcentagem de sílica dos riolitos varia de 67,9 a 70% e nos riodacito é de 66,5%, sendo ambos os litotipos de caráter ácido. O teor de dióxido de titânio (TiO_2) nos riolitos varia entre 0,75 e 0,79% e no riodacito é de 1,08%, sendo, portanto, rochas de baixo TiO_2 , outra característica de

rochas do tipo Palmas (CHMYZ et al., 2011).

3.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DO PLANALTO DE PALMAS

Segundo a classificação de Koppen, o clima da área de estudo é o Cfb, onde “C” é clima mesotérmico temperado; “f” é chuvas bem distribuídas durante o ano todo; “b” é verões brandos com temperaturas amenas (MAACK, 2002). No mês mais frio a média é de 18°C (mesotérmico), apresentando verões frescos. A temperatura média no mês mais quente é abaixo dos 22° C, não havendo estações de secas definidas. São frequentes as geadas durante todo o inverno, ocorrendo em média cinco geadas por ano (PAISANI et al. 2014). No ano de 2016, somente no mês de junho ocorreram seis dias de geadas consecutivas (IAPAR, 2016).

Palmas é o município mais frio de todo o Paraná (CARVALHO JR, 2004). Sua precipitação média varia de 1800 a 2500 mm (IAPAR, 2016). Quando há ocorrência de geadas de verão são normalmente fracas e isoladas, de maneira oposta do que ocorre no inverno e primavera, que são intensas e de maior área (CARVALHO JR, 2004).

3.3 FITOFISIONOMIAS DO BIOMA DE CAMPOS DE ALTITUDE

O sul do Brasil tem grandes áreas de regiões campestres, também chamadas de campos, sendo dividida em dois biomas: o bioma Mata Atlântica e o bioma dos Pampas, o primeiro tem formação de mosaico com as florestas localizadas na metade norte do Rio Grande do Sul e nos estados de Santa Catarina e Paraná, e o bioma Pampa correspondendo a metade sul do Rio Grande do Sul (BERNARDON; SOARES, 2016).

A vegetação predominante no planalto de Palmas é campos limpos de altitude, entremeados por capões esparsos de araucária e pela floresta subtropical de araucárias (Floresta Ombrófila Mista Alto-Montanha) (CARVALHO JR, 2004; BERNARDON; SOARES, 2016). Hoje em dia, só é encontrado fragmentos de matas nos fundos de vales, sendo formados principalmente por Araucariaceae, Myrtaceae

e Lauraceae, e também áreas de preservação que não são compostas por campos naturais (RAITZ; CALEGARI; PAISANI, 2011).

Os campos da região tem grande importância na conservação das águas, a grande disponibilidade de polinizadores, e o fornecimento de recursos genéticos. Sendo a principal fonte de forrageiras para as práticas da pecuária, contendo exorbitante biodiversidade, porém esses campos estão sendo ameaçados pela transformação em culturas anuais e silvicultura (PILLAR, et al., 2009).

Como a vegetação natural de Palmas estava se perdendo, foi realizado a instalação do projeto de Refúgios de Vida Silvestre dos Campos de Palmas (RVSCP) com base nas nascentes do rio Chopim, onde são cuidados e preservados mais de 210 espécies, sendo elas florestais, campestres e aquáticos, entre elas espécies ameaçadas de extinção (LIMA, 2015).

3.4 INTEMPERISMO E MINERALOGIA DO SOLO DESENVOLVIDO SOB CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO

3.4.1 Fatores de Formação e Evolução Mineralógica

Os solos e a paisagem que hoje enxergamos, representam a evolução e a história, desde quando era só uma rocha até o presente momento. Sendo um corpo tridimensional o solo constitui a camada externa da litosfera em contato com a atmosfera oxidante (ZIMBACK, 2003).

O solo é formado na natureza, sendo consequência da interação de cinco fatores externos, o material de origem, clima, relevo, tempo e organismos. No processo de transformação da rocha, os organismos, o clima e o relevo são fatores ativos que promovem ações modificadoras (GHIDIN, 2003).

O clima tem um papel muito importante para a formação do solo, sendo resultado do intemperismo do material de origem, manifestando característica e propriedades diferentes em função do clima (ZIMBACK, 2003). O avanço do intemperismo é dependente da temperatura e precipitação (GHIDIN, 2003).

A velocidade das reações químicas e a lixiviação de elementos aumenta conforme o aumento da temperatura e da umidade do ar (ZIMBACK, 2003).

Nas regiões úmidas, o vasto volume de água que lixivia pelos solos causam a retirada de cátions dos minerais pela hidrólise e causando a transformação acelerada de seus constituintes (GHIDIN, 2003). Toda via, solos mais desenvolvidos estão localizados em regiões mais úmidas.

A velocidade das reações químicas tem influência direta com a temperatura. A velocidade das reações químicas podem dobrar a cada aumento de 10° C na temperatura média de uma região (SHERMAM; ALEXANDER, 1959). Assim podemos relacionar que as diversas variações de solos que existem no Paraná está ligado à ocorrência de vários microclimas no decorrer do estado.

Os compostos orgânicos podem ocorrer diferenciação entre alguns solos, portanto os organismos influenciam na formação do solo, por serem fornecedores de matéria orgânica (ZIMBACK, 2003).

Por mais que as condições climáticas sejam favoráveis ao intemperismo, as variações de solos locais ocorrem devido a ação dos outros fatores de formação dos solos, ou seja, o tempo, o material de origem e o relevo.

3.4.2 Solos formados na região do Planalto de Palmas – PR

A região de Palmas tem o relevo suave-ondulado a ondulado e os solos predominantes são Cambissolos, Neossolos Líticos e Neossolos Rególicos que se desenvolveram sobre o substrato rochoso formado no local (LIMA; PONTELLI, 2013; PISANI; PONTELLI; CALEGARI, 2015).

Os Neossolos Líticos são solos rasos com alta pedregosidade e elevada saturação de alumínio, essas características prejudicam o armazenamento de água e o desenvolvimento de culturas com hábito arborescente (LIMA, 2012).

Os Cambissolos são solos com pouca profundidade (50 a 100 cm de espessura), apesar de algumas exceções, o horizonte B ainda está no início da formação (SBCS/NEPAR, 2017).

Os Neossolos Rególicos apresentam horizonte A húmico, esses solos poucos profundos são encontrados em áreas ligeiramente aplainadas, colinas ombreiras e fundo de vales (PAISANI; PONTELLI; CALEGARI, 2015). Os solos atuais sobrepõem camadas de paleossolos húmicos (PAISANI et al., 2009) e

acúmulo de sedimentos coluviais, colúvio-aluviais e aluviais que encontram-se entulhando paleovales de segunda ordem hierárquica (PAISANI et al., 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área de estudo é caracterizada pela presença de rochas vulcânicas ácidas, localizada na Região dos Campos do Centro Sul do Paraná (RODRIGUES, 2017), mais precisamente no município de Palmas localizado nas proximidades das coordenadas 26° 29' 03" Latitude Sul e 51° 59' 26" Longitude Oeste. Foram escolhidos perfis de solos ao longo rodovia PR 280, através de observações de paisagem, relevo e vegetação, com o intuito de amostrar solos representativos da paisagem em questão, a distância entre os perfis variaram de 3.620 m a 13.630 m não foram abertas trincheiras em solos de produção agrícolas, para a descrição realizou-se cortes de estrada onde o corte a prumo ficava exposto a boa luminosidade (AMARO FILHO; ASSIS JÚNIOR; MOTA, 2008).

4.2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICAS

Cada perfil de solo selecionado foi descrito e amostrado, segundo metodologia sugerida por Santos et al., (2013). Para a descrição, foi utilizado uma faca, para delimitação dos horizontes, tendo como base as variações de cor pela carta de Munsell, textura, estrutura, consistência, porosidade e presença de raízes.

Uma vez descrito o perfil, de cada horizonte foi coletado uma amostra para análise química. A análise da mineralogia foi feita apenas no horizonte B.

4.3 ANÁLISES QUÍMICAS

As amostras coletadas em campo foram enviadas ao laboratório de solos da UTFPR-PB, onde foram secas em estufa, destorroadas e passadas em peneira de 100 mesh.

As análises químicas foram realizadas para fins de levantamento (com base em massa) de acordo com Rajj et al (1987) e Embrapa (1997). Foram

determinados o: pH em CaCl_2 , e pH SMP; a matéria orgânica foi analisada pelo método colorimétrico; o fósforo foi analisado pelo Mehlich-1; os cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , e Al^{3+}) foram extraídos por $\text{KCl } 1 \text{ mol.L}^{-1}$; acidez potencial (H+Al) foi analisada pelo método do tampão SMP. A partir destes resultados foram determinadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (T), a saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

4.4 ANÁLISES MINERALÓGICAS

4.4.2 Mineralogia das Rochas

Durante a seleção dos perfis para descrição morfológica, foram coletadas também amostras das rochas mais representativa do ambiente para análise mineralógica. As rochas foram moídas em gral de porcelana e passada em peneira de 0,5 mm. Após este procedimento as amostras foram enviadas a central de análises da UTFPR-PB para leitura por Difração de Raio X.

A partir dos dados gerados pelo espectrômetro, foram gerados gráficos no software Origin 7, esse programa analisa a frequências dos picos e procura melhorar a curva que apresenta os dados coletados. A interpretação destes espectros foi feita a partir de banco de dados da estrutura de cristal dos mineralogistas americano Downs, R. T.; Hall-Wallace, M.(2003) e também foram retiradas informações do banco de dados do Hudson Institute of Mineralogy (2017).

4.4.3 Mineralogia do Solo

As amostras coletadas nos horizontes B de cada perfil em estudo foram secas em estufa de circulação de ar a 40 °C, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha. Em seguida, estas amostras foram enviadas ao laboratório de mineralogia do solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz em Piracicaba-SP.

No laboratório, as amostras foram submetidas a um tratamento químico

a base de H₂O₂ 30% v/v a frio com o intuito de remover a matéria orgânica que pode prejudicar os sinais no difratograma. Os óxidos de ferro foram removidos por meio do tratamento das amostras com ditonito de sódio e citrato bicarbonato de sódio segundo metodologia proposta por Mehra e Jackson, (1960).

A dispersão das frações granulométricas das amostras foi realizada com solução de NaOH 10% com agitação por 20 min e repouso de 24 h. A separação da fração argila foi feita por centrifugação, segundo método proposto por Jackson (1969). Em seguida, a fração argila foi submetida a três tratamentos: a) as amostras foram saturadas com MgCl₂ 1 mol.L⁻¹ e temperatura ambiente; b) foram saturadas com MgCl₂ 1 mol.L⁻¹ e etilenoglicol a temperatura ambiente; c) foram também saturadas com KCl 1 mol.L⁻¹ e submetidas a temperaturas ambiente, 300 e 500 °C. Em todos os tratamentos o excesso de cloro foi removido por lavagens com etanol 95%. Posteriormente aos tratamentos supracitados, as amostras foram analisadas por DRX.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 MINERALOGIA DA ROCHA DO EMBASAMENTO

No difratômetro, o feixe difratado detectado é expresso por picos, apontado em gráficos de intensidade (eixo y) versus ângulo de 2Θ (eixo X), gerando o padrão de difração ou difratograma. Os picos dos difratogramas são reflexos, segundo a lei de Bragg, dos raios X nos planos do retículo cristalino das fases associadas a amostra, através dos índices de Miller (reflexões hkl) exibindo uma certa altura (intensidade), área e posição angular (SILVA, 2013). A interpretação dessas curvas que apontam os minerais só são possível ser feita através de programas que tenham salvos em seu banco de dados os determinados picos.

Nos três pontos coletados, a rocha apresentou textura afanítica onde o Quartzo e o Microclínio foram minerais mais comuns observados no difratograma (Figura 1). Este resultado mostram que, sob o ponto de vista mineralógico, o ambiente é bem homogêneo e provavelmente se formou sobre a mesma condição geológica: derrame de lava com elevados teores de sílica.

O quartzo pertence a família dos silicatados, sua fórmula química SiO_2 e o microclínio pertence a família dos feldspatos alcalinos, sendo KAlSi_3O_8 a sua fórmula química (SANTOS, 2017). Suas composições, respectivamente, são 46,74% Si, 53,26% O, para o quartzo e 16,92% K_2O , 18,32% Al_2O_3 , 64,76% SiO_2 , para microclínio (MACHADO, et al., 2017).

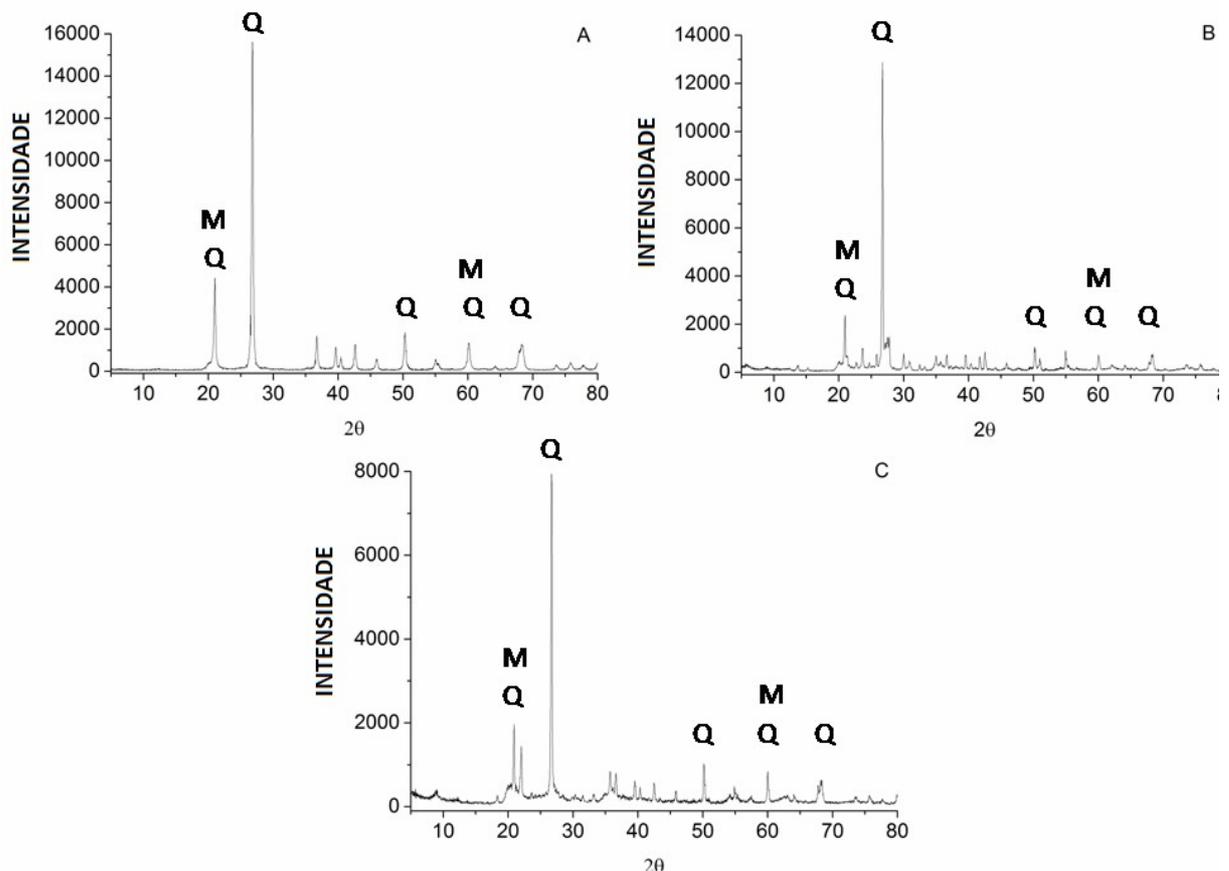


Figura 1: Difratoograma de amostras de rochas (Riolitos) que foram coletadas onde ocorreu afloramento de rochas no município de Palmas – PR. Sendo representada em três perfis no Perfil 1 (A); Perfil 2 (B); Perfil 3 (C) e interpretação, onde Q é quartzo e M é o microclínio.

5.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Em relação a cor do solo, todos os perfis apresentaram predomínio de cores amareladas com valores de croma nos horizontes subsuperficiais menor ou igual a 4. Os perfis 1, 2, 4 e 5 apresentaram cores no matiz 7,5YR em todos os horizontes, enquanto o perfil 3, apresentou cores no matiz 10YR. Considerando que todos os perfis foram coletados em ambiente bem drenado, este predomínio de cores amareladas pode estar relacionado a não identificação de minerais ferromagnesianos na rocha do embasamento, uma vez que, de maneira geral, as cores mais vivas no solo estão, geralmente, associadas aos elevados teores de óxidos de ferro no solo.

Nos perfis 2,3 e 4 (Tabela 1) foram observados nódulos coesos, se

assemelhando a mosqueados no horizonte BC, entretanto, o aspecto arredondado destes nódulos evidencia que não se trata de uma feição provocada pela oscilação do lençol freático, mas pelo processo de intemperismo dos riolitos que, por sua vez, ocorre de maneira concêntrica.

Nos dois horizontes mais superficiais (A e AB), os baixos valores do Croma, analisados pela Carta de Munsell (Tabela 1), evidenciam que o ambiente em questão favorece ao acúmulo de matéria orgânica, provavelmente em virtude do clima, caracterizado por baixas temperaturas o ano todo, pelo amplo predomínio de gramíneas na região, ou mesmo, pelos elevados teores de alumínio encontrados nestes solos.

A descrição morfológica dos perfis evidenciou, pouca diferença entre a consistência dos solos (Tabela 1), quando seca apresentaram características Macia e ligeiramente dura; quando úmida muito friável, ligeiramente friável e friável; quando molhada apresentou características muito plástica e muito pegajosa. Estas são características de solos com elevados teores de argila, sendo que o único formador do solo a exibir caráter plástico (AMARO FILHO; ASSIS JÚNIOR; MOTA, 2008).

Em todos os perfis analisados foram observadas raízes, finas e médias e comuns na maioria dos horizontes, porém houve horizonte que apresentaram raízes finas e raras, sendo horizonte BC do ponto 1 e horizontes Bi e BC do ponto 2. A inexistência de raízes grossas em subsuperfície, combinado ao predomínio de raízes finas e médias, evidencia que o ambiente em questão vem sendo vegetado por gramíneas típicas de campos de altitude.

No perfil 5 foi observado uma sobreposição de horizontes que remetem a condições ambientais distintas (Figuras 2 AB). Na primeira sequência de horizontes (A1, A2, AB, BA e B), as características morfológicas se assemelham aos outros 4 perfis analisados, mostrando um alinhamento entre a morfologia do solo e o ambiente edafoclimático atual. Entretanto, a segunda sequência de horizontes (A, ACg, CgA e Cg) evidencia que a tal sequência de horizontes deveria ter se formado em uma outra condição edafoclimática, ou seja, as características apresentadas são típicas de ambientes hidromórficos.

Tabela 1: Características morfológicas de solo do município de Palmas – PR, sendo descritos com cinco perfis, Perfil 1 (P1), Perfil 2 (P2), Perfil 3 (P3), Perfil 4 (P4) e Perfil 5 (P5).

| Hzt | Prof. | Cor (úmido) | Mosqueado | Estrutura | Consistência | | | Transição | Raiz |
|-----------|----------|---|-----------|--------------|--------------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | Seca | Úmida | Molhada | | |
| <i>cm</i> | | <i>P1- CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típicos</i> | | | | | | | |
| A | 0 - 16 | 7,5 YR 3/2 | - | 3 Gr P M | LD | LF | MPI MPe | pg | FC |
| AB | 16 - 36 | 7,5 YR 3/3 | - | 3 BI P M | LD | LF | MPI MPe | pg | FC |
| BA | 36 - 52 | 7,5 YR 3/4 | - | 2 BI M | Ma | Fr | MPI MPe | pg | FC |
| Bi | 52 - 88 | 7,5 YR 4/6 | - | 2 BI M | Ma | MFr | MPI MPe | pg | FC |
| BC | 88 - 150 | 7,5 YR 5/6 | - | 1 Pr M | Ma | MFr | PI Pe | pg | FR |
| | 150 | Obs. Perfil descrito em corte de estrada em posição de topo | | | | | | | |
| <i>cm</i> | | <i>P2- CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típicos</i> | | | | | | | |
| A | 0 - 10 | 7,5 YR 3/2 | - | 3 Gr P M | LD | LF | MPI MPe | pg | FC |
| AB | 10 - 21 | 7,5 YR 4/3 | - | 3 BI em Gr M | LD | LF | MPI MPe | pg | FC |
| BA | 21 - 37 | 7,5 YR 3/4 | - | 2 BI M | Ma | Fr | MPI MPe | pg | FC |
| Bi | 37 - 53 | 7,5 YR 4/4 | - | 2 BI M | Ma | Fr | MPI MPe | pg | FR |
| BC | 53 - 100 | 7,5 YR 4/4 | c pr | 2 BI M | Ma | Fr | PI Pe | pg | FR |
| <i>cm</i> | | <i>P3- CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típicos</i> | | | | | | | |
| A | 0 - 14 | 10 YR 3;3 | - | 2 Bls P | LD | LF | MPI MPe | g | FMC |
| AB | 14 - 17 | 10 YR 3;4 | - | 2 Bls P | LD | LF | MPI MPe | g | FC |
| BA | 17 - 30 | 10 YR 3;5 | - | 2 Bls P | Ma | Fr | MPI MPe | g | FC |
| Bi | 30 - 40 | 10 YR 3;5 | - | 2 Bls P | Ma | Fr | MPI MPe | g | FC |
| BC | 40 - 50 | 10 YR 3;5 | c pr | 1 Bls P M | Ma | Fr | PI Pe | g | FC |
| R | 50 + | Rocha | | | | | | | |

Continua...

| Hzt | Prof. | Cor (úmido) | Mosqueado | Estrutura | Consistência | | | Transição | Raiz |
|-----------|---------|--|-----------|------------------|--------------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | Seca | Úmida | Molhada | | |
| <i>cm</i> | | <i>P4- CAMBISSOLO HÁPLICO Alumínico típicos</i> | | | | | | | |
| A | 0 - 22 | 7,5 YR 2,5/1 | c pr | 3 Bl em Gr P | Ma | Fr | MPI MPe | pg | FC |
| AB | 21 - 30 | 7,5 YR 2,3/2 | - | 2/3 Bl em Gr P | LD | LF | MPI MPe | pg | FC |
| BA | 30 - 55 | 7,5 YR 2,3/3 | - | 2 Bl em Gr P | LD | LF | MPI MPe | pg | FC |
| Bi | 55 - 65 | 7,5 YR 4/6 | - | 2 Bl M/G | LD | LF | MPI MPe | pg | FC |
| C | 65 - 85 | Material inconsolidado sem desenvolvimento de estrutura suficiente para BC | | | | | | | |
| R | 85+ | Rocha | | | | | | | |
| <i>cm</i> | | <i>P5 CAMBISSOLO HUMICO Alumínico típicos</i> | | | | | | | |
| A1 | 0 - 20 | 7,5 YR 2,5/2 | - | 3 Bls G/M | LD | Fr | MPI MPe | g | FMC |
| A2 | 22 - 30 | 7,5 YR 2,5/3 | - | 3 Bls G/M CoM | LD | Fr | MPI MPe | g | FMC |
| AB | 30 - 46 | 7,5 YR 4/3 | - | 3 Bls M | Ma | Fr | MPI MPe | g | FC |
| BA | 46 - 62 | 7,5 YR 4/4 | - | 3 Bls P | Ma | Fr | MPI MPe | g | FC |
| B | 62 - 85 | 7,5 YR 4/4 | - | 3 Bls P | Ma | Fr | MPI MPe | g | R |
| A | 0 - 20 | 7,5 YR 2,5/3 | - | 2 Bls M | LD | Fr | MPI MPe | a | R |
| ACg | 20 - 42 | 7,5 YR 4/3 | - | 2 Bls/Ma M | D | LF | MPI MPe | g | R |
| CgA | 42 - 62 | 7,5 YR 6/1 | - | 1 Bls/Ma M | D | LF | MPI MPe | g | R |
| g | 62+ | 7,5 YR 6/2 | - | 1 Ma | D | LF | MPI MPe | g | R |

Estrutura: 1: fraca; 2: moderada; 3: forte; P: pequena; M: média; G: grandes Gr: granular; Bl: blocos; Bls: blocos subangulares; Co: colunar; Ma: maciça.

Consistência: Ma: macia; LD: ligeiramente dura; LF: Ligeiramente firme; MFr: muito friável; Fr: friável; MPI: muito plástica; MPe: pegajosa; Pl: plástica; Pe: pegajosa; **Transição:** p:plana; g: gradual; a: abrupta. **Mosqueado:** c: comum; pr: proeminente; **Raízes:** F: Finas; C:comuns; R: raras; M: média

Fim.

Esta descontinuidade do ambiente edafoclimático, evidenciado pela discrepância da morfologia do solo, pode estar relacionado a mudanças climáticas ocorridas no período Pleistoceno/Holoceno. O ambiente pretérito, camadas mais profundas, caracterizadas por cores mais claras (Figura 2 AB) poderia ter sido soterrado por um processo mais intenso de dessecação do relevo na ocasião de um clima mais seco e com chuvas mais concentradas, como ocorre hoje nas regiões semi-áridas. Para aprofundar no entendimento deste processo seria necessárias outras análises mais sofisticadas como datações radiocarbônicas, fracionamento isotópico e análise de fitólitos, o que não foi possível no presente trabalho.



Figura 2 AB: Perfil 5, Feita a descrição morfológica e divisão dos horizontes em meia encosta com variações de cores que sugerem duas condições pedogenéticas para formação.

5.3 MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DO SOLO

A análise de DRX (Figura 3) dos cinco perfis analisados mostrou a existência de Caulinita (Ka), Haloisita (Ho) e Quartzo (Qz) na fração argila. No perfil 3 (P3) não houve presença de quartzo.

A caulinita é um argilo mineral não expansivo 1:1, suas cargas não são substituídas por outros íons, sendo assim, as cargas positivas deste mineral está em equilíbrio com as cargas negativas, uma estrutura neutra. Composta por alumínio, silício, oxigênio e hidroxila e com a estrutura $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ com distância entre as camadas fixo de 0,72 nm. Formando-se a partir de diferentes minerais, de preferência em ambientes muito diluídos, com muita lixiviação ou presença de ácidos orgânicos, solos onde sílica e cátions básicos são removidos parcialmente e ricos em matéria orgânica. Pela razão de ser minerais não-expansivos, as caulinitas oferecem boa agregação, aeração e permeabilidade à água, porém pouca capacidade de reter nutrientes (MEURER, 2012; CASTRO; VENDRAME; PINESE, 2014).

A haloisita também é um filossilicato do tipo 1:1 e pertencente ao mesmo grupo da caulinita, sendo menos frequentes nos solos, acontecem principalmente em solos derivados de depósitos vulcânicos. A distância basal é expansível para 1,0 nm, isso ocorre porque as camadas são divididas por moléculas de água ($Al_2Si_2O_5 \cdot 4H_2O$), sua estrutura morfológica esferoidal e/ou tubular (MEURER, 2012).

A presença de Haloisita nos solos estudados é mais uma das evidências do estágio pouco avançado de intemperismo dos solos em questão. Este mineral tende a ser menos persistente e estável no sistema quando comparado com a caulinita e tende a ser mais comum em regiões de temperaturas amenas e com material rico em sílica.

A haloisita ocorre como microcristais lamelares, tubulares e esférico, a forma esférica que é a mais encontrada, essencialmente na transformação das rochas vulcânicas, sendo facilmente encontradas no Japão, empregada na fabricação de Cerâmica branca e papel no EUA. No Brasil é muito rara, somente encontrada com caulim haloisítico do sudeste brasileiro (COELHO; SANTOS; SANTOS, 2007).

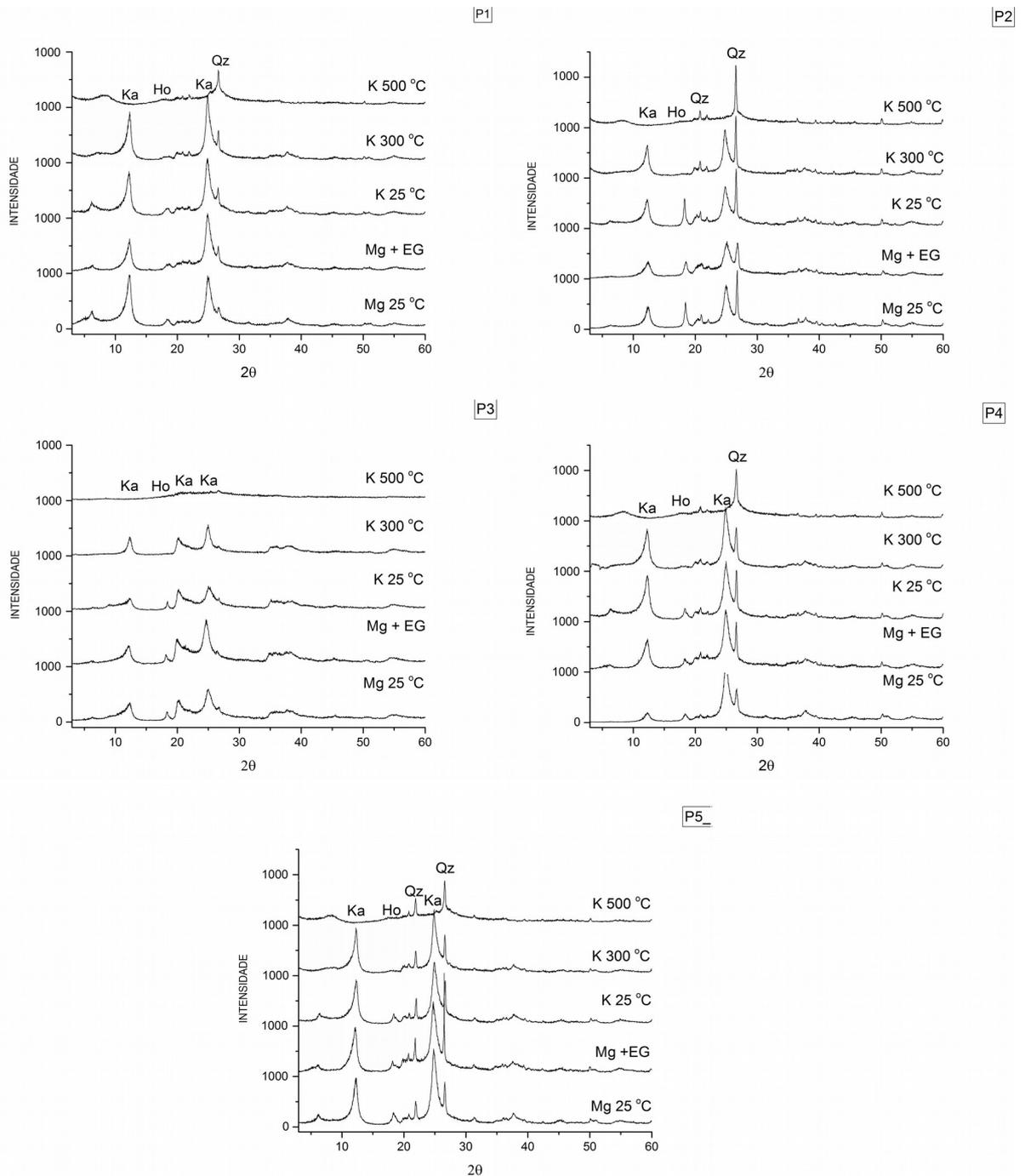


Figura 3: Difratomogramas de amostras de solos coletadas no Perfil 1 (P1), Perfil 2 (P2), Perfil 3 (P3), Perfil 4 (P4) e Perfil5 (P5).

O quartzo é um tectossilicato, sendo um mineral incolor e de composição química mais simples entre os silicatos (SiO_2). Um dos minerais mais comuns entre a fração silte e areia dos solos, isso é explicado pelo fato de ter um arranjo compacto de tetraedros de silício dando a esse mineral uma grande resistência ao intemperismo. O quartzo não tem capacidade de influenciar na

nutrição das plantas, mas tem grande importância para as características físicas dos solos, quanto maior a presença de quartzo mais características arenoso o solo apresentará. Mineral facilmente encontrado em rochas graníticas, metamórficas e sedimentares (MEURER, 2012).

5.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS

Os horizontes que apresentaram maior teor de MO foram os mais superficiais A, AB (Tabela 2). Segundo SBCS/NEPAR, (2017) os teores de MO dos solos analisados está na faixa do muito boa, devido ser uma área onde a degradação da MO pelos microorganismos habitantes do solo é muito lenta pois a temperatura local é baixa.

Nos cinco perfis analisados, os teores de Al foram classificados como muito alto (tabela 2) (SBCS/NEPAR, 2017). Esta característica dos solos da região estudada, provavelmente, está relacionada ao fato do solo ser resultado do intemperismo de um tectossilicato de caráter ácido, cujo Al é um dos principais elementos na sua estrutura cristalina. Outro fator que contribui para a manutenção do Al é a complexação que ocorre pela MO, sendo encontradas mais presentes em horizonte superficiais com horizonte A (PEDROTTI, et al.,2003).

A afinidade dos óxidos de alumínio com a MO é devido a grande concentração de grupos carboxílicos presentes na MO os quais apresentam habilidade de firmar interações através das reações com os grupos -OH, existente na superfície destes minerais (CORNEJO; HERMOSÍN, 1996).

Em todos os horizontes analisados a saturação por alumínio (m%) (Tabela 2) está na faixa do muito alto (SBCS/NEPAR, 2017). Na prática, este resultado significa que grande parte da CTC do solo encontra-se ocupado pelo Al. Em alguns horizontes o valor de m% chegou a 96% como observado nos horizontes mais subsuperficiais de P5. É importante destacar que, sob o ponto de vista agrícola, para a correção deste solo seria necessário doses elevadas de calcário. No trabalho de Tomé Jr (1997) o (m) acima de 6% já é considerado prejudicial a planta, limitando a produtividade da lavoura.

Tabela 2: Resultado das análises químicas dos solos coletados nos perfis analisados no município de Palmas – PR.

| Horizonte | MO | pH | SMP | P | Al ⁺³ | H+Al | Ca | Mg | SB | K | V | m |
|-----------|-------------------|----------------------|------|---------------------|---|-------|------|------|------|------|-------|-----------|
| | gdm ⁻³ | (CaCl ₂) | | Mg/dm ⁻³ | ***** (cmol _c /dm ⁻³)***** | | | | | | | *** % *** |
| P1 | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 65,57 | 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 |
| P3 | | | | | | | | | | | | |
| A | 61,65 | 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 | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 93,00 |
| 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 |
| P5 | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 0,03 | 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 | 17,60 | 0,20 | 0,20 | 0,45 | 0,05 | 2,49 | 93,22 |

Nos perfis 4 e 5 o pH (CaCl_2) (Tabela 2) estiveram na faixa de 3,8 e nos perfis 1 e 2 o pH esteve em torno de 4,5, sendo valores considerados como baixo e médio respectivamente, uma vez que o teor ideal para que possa proporcionar a produção máxima é de 5,0 a 5,5 (SBCS/NEPAR, 2017). Estes baixos valores, provavelmente, estão relacionados ao material de origem, tendo em vista o baixo potencial do microclínio e do quartzo em fornecer cátions básicos para o solo. Ademais, os elevados teores de matéria orgânica neste solo, contribuem significativamente para o fornecimento de H^+ , o que contribui para o abaixamento do pH.

A acidez potencial ($\text{H}+\text{Al}$) ficou acima de $5 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ com alguns horizontes, P4 e P5, chegando a 20, sendo nestes casos considerados como extremamente altos (SBCS/NEPAR, 2017) (tabela 2). Os valores de $\text{H}+\text{Al}$ são mais altos em solos com elevados teores de MO, em virtude desta ser fonte natural de H^+ o que promove o abaixamento do pH (PREZOTTI, 2013).

A Soma de Bases (SB) é a soma de Na^+ , K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} todos na forma trocável do solo. Quando é feita as extrações das análises de solos esses componentes são expressados individualmente, a soma de bases é o valor de cargas negativas dos colóides dos solos ocupados pelos cátions supracitados (POTAFOS, 1998). Com exceção do horizonte A do perfil 3 (Tabela 2) que apresentou $3,80 \text{ cmol}_c/\text{dm}^{-3}$, através dos parâmetros do SBCS/NEPAR, (2017) esse valor é considerado baixo, sendo que o restante todos são muito baixo.

A saturação por bases (V%) está entre os melhores indicativos para as condições de fertilidade do solo, sendo que um índice de V% abaixo de 50% (solos distróficos) nos corresponde que há pouca quantidade de cátions, como Ca^+ , Mg^{2+} e K^+ , ocupando as cargas negativas dos colóides e que a maioria destas cargas estão neutralizadas por H^+ ou Al^{3+} . Solos que apresentam esse problema provavelmente será ácido, podendo ocorrer a presença de alumínio em níveis tóxicos as plantas (RONQUIM, 2010). Os maiores valor de V% foi 22,33, ou seja, todos os perfis apresentaram baixa fertilidade (POTAFOS, 1998); (SBCS/NEPAR, 2017).

Os teores de P (fósforo) variam de baixos a médio, 0 a $4,88 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ (tabela 2) no perfil. Representando a sua pobreza de nutrientes (GHANI, 1996).

Os teores de potássio (K) (tabela 2) também estão todos baixos ou muito baixos, com exceção dos horizontes A dos perfis 1, 2 e 3 que são os únicos que tem os teores ideais para uma boa fertilidade (SBCS/NEPAR, 2017). Apesar de

o referido elemento estar presente na estrutura cristalina do Microclínio, os baixos teores deste elemento se justifica pela sua elevada mobilidade deste elemento que pode se perder por lixiviação.

Os nutrientes presentes nos solos são resultados da composição mineralógica do material de origem, sendo que a baixa presença de bases e fósforo nos solos analisados estão ligados ao riolito apresentar baixo potencial em fornecer nutrientes ao solo, onde sua composição mineralógica é rica em minerais siálicos, ou seja, sua composição é rica em sílica e alumínio (GHANI, 1996).

A distribuição dos perfis analisados no eixo cartesiano (Figura 3), mostra que não foi possível agrupar os perfis em grupos distintos, ou seja, os perfis são semelhantes em relação aos atributos químicos analisados. Esta elevada homogeneidade dos dados pode estar relacionada a influência do material de origem, bem como a condição de clima da região que não fornece condições adequadas para a avanço dos processos intemperismos, em virtude, principalmente, das baixas temperaturas.

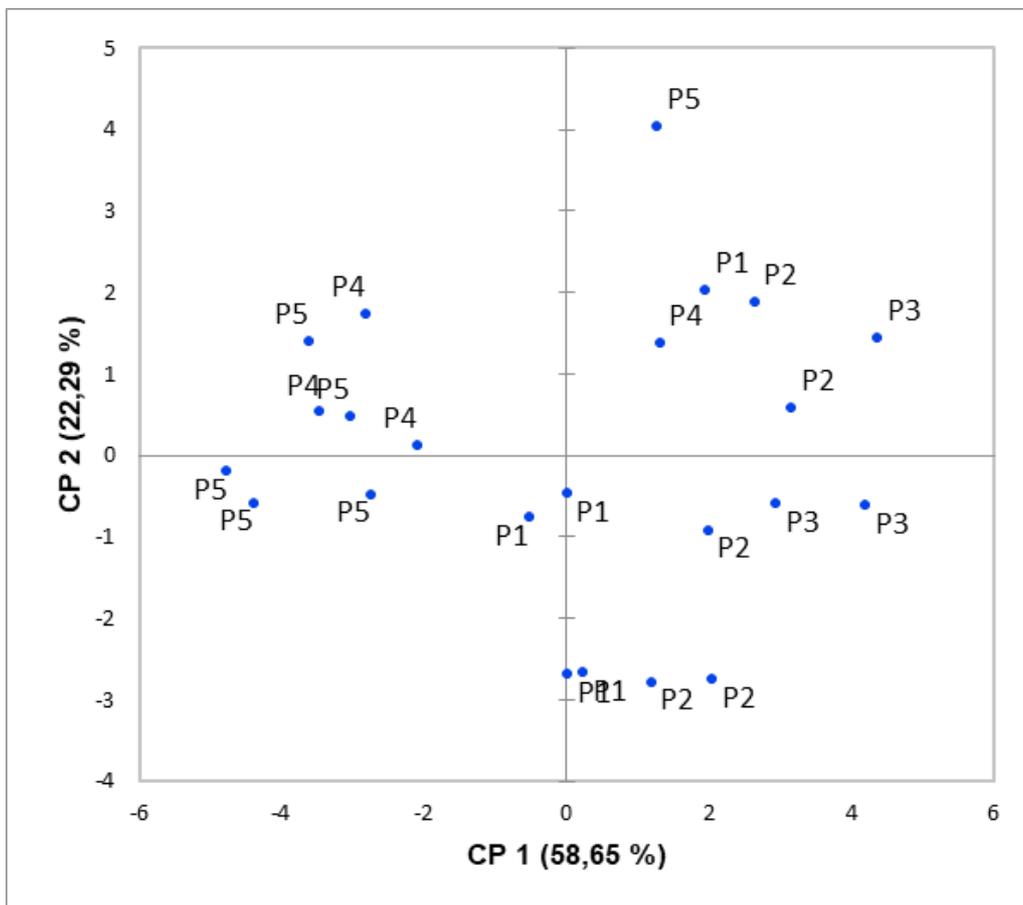


Figura 3: Eixo cartesiano representando estatisticamente que a região onde foram coletados os solos são homogêneas.

6 CONCLUSÕES

O material de origem dos solos estudados são basicamente o Quartzo e o Microclínio. Na mineralogia da fração argila do solo, foram detectados a presença dos minerais : Caulinita (Ka), Haloisita (Ho) e Quartzo (Qz).

A baixa fertilidade dos solos estudados pode estar relacionada ao baixo potencial do material de origem em liberar para o solo cátions básicos, ao mesmo tempo em que possui Al em sua constituição.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho foi possível observar que, apesar do avanço tecnológico observado nos dias de hoje, ainda há muito que avançar, principalmente, em relação ao entendimento de alguns atributos do solo. Conhecer o potencial do material de origem em fornecer elementos ao solo, bem como, a influência da mineralogia nas características morfológicas do solo pode contribuir com a tomada de decisão em relação a adoção de práticas de manejo.

REFERÊNCIAS

AMARO FILHO, Joaquim; ASSIS JÚNIOR, Raimundo; MOTA, Joedson Cláudio Aninciato. **Física do solo: conceitos e aplicações**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2008. 289 p. ISBN 9788574851266.

BERNARDON, Angela; SOARES, André Brugnara. Campos de Palmas: um ecossistema ameaçado. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.29, n.3, p. 15–17, set./dez. 2016. Disponível em: <<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br/index.php/RAC/article/download/139/46>> Acesso em 12 nov. 2017

CAMARGO, Otávio Antonio de; MONIZ, Antonio Carlos; JORGE, José Antonio; VALADARES, José Maria Aires da Silva. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. [S.l.], 2009 Boletim Técnico 106, 77 p. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Atila/2s2017/excursoes/Metodos_de_analises_de_solos-IAC_2006.pdf> Acesso em 07 jun. 2017.

CARVALHO JR, Ilton Jardim de. **A Neve em Palmas/Pr: Da Reconstituição Histórica à Abordagem Dinâmica**. Dissertação (Geografia - Área de Concentração em Análise da Informação Espacial) -- Universidade Estadual Paulista Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2004. Disponível em : <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/86528/carvalhojunior_ij_me_rcl_a.pdf?sequence=1> Acesso em 27 jul.2017.

CASTRO, Paulo Henrique Marques de; VENDRAME, Pedro Rodolfo Siqueira; PINESE, José Paulo Peccinini. Mineralogia da fração argila de solos localizados em ilhas no alto Rio Paraná, PR/MS. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 181–188, jul./dez. 2014. Disponível em:<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/download/13446/15225>> . Acesso em 04 out. 2017.

CHMYZ, Luanna et al. Petrografia e geoquímica das rochas vulcânicas ácidas do tipo palmas aflorantes nas proximidades dos municípios de palmas e general carneiro (pr). **Vii Epcc - Encontro Internacional de Produção Científica: CESUMAR – Centro Universitário de Maringá**. Maringá: [s.n.], 2011. Disponível em <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/luanna_chmyz2.pdf> . Acesso em: 04 out.2016.

COELHO, Antonio C. Vieira; SANTOS, Pérsio de Souza; SANTOS, Helena de Souza. Argilas Especiais: o que são, caracterização e propriedades. **Quim. Nova**, v. 30, n. 1, p. 146–152, 2007. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol30No1_146_25-RV05454.pdf>. Acesso em: 04 out.2017.

CORNEJO, J.; HERMOSÍN, M. C. Interaction of humic substances in soil clays. In:

PICCOLO, A. Humic substances in terrestrial ecosystems. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 595-624.

COSTA, Falbérni de Souza et al. Aumento de matéria orgânica num latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p. 587–589, abr. 2004. ISSN 1678-4596. Disponível em :< <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000200041>> Acesso em: 31 out. 2017.

DONAGEMA, Guilherme Kangussu et al. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2011. 230 p. Disponível em : <<http://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/990374/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>> Acesso em 16 jun. 2017.

DOWNS, Robert T.; WALLACE, Michelle Hall. The american mineralogist crystal structure database, department of geosciences. **American Mineralogist**, Tucson, v. 88, p. 247–250, 2003. Disponível em:<http://www.geo.arizona.edu/xtal/group/pdf/am88_247.pdf> Acesso em 26 set. 2017.

Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

FONSECA, Renata Vasconcellos Basso; BITTENCOURT, André Virmond Lima; RIGOTI, Augustinho. Aspectos geoquímicos e geofísicos em Área afetada por depósito de resíduos sólidos urbanos na região de palmas paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 65, p. 14–26, dez 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5380/geo.v65i0.5867>>. 31 out. 2017

GHANI, Nadja Lídia Bertoni. **Caracterização morfológica, física, química, mineralógica, gênese e classificação de solos altimontanos derivados de riólitos e migmatito da serra do mar-PR**. Dissertação (Agronomia-Area de concentração Ciência do Solo) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996. Disponível em:<<http://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/29384?show=full>> Acesso em 27 jul 2017.

GHIDIN, André Ademir. **Influência dos Minerais da Fração Argila nas Propriedades Físicas de Duas Classes de Latossolos no Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32959/R%20-%20D%20-%20ANDRE%20ADEMIR%20GHIDIN.pdf?sequence=1>> Acesso em 28 ago 2016.

HUDSON INSTITUTE OF MINERALOGY. **Mindat.org**, set. 2017. Disponível em <<https://www.mindat.org/>> Acesso em 26 set. 2017.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas Climáticas do Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?>

[conteudo=677](#)> .Acesso em: 19 out. 2016.

IPARDES , Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico Município de Palmas**. Curitiba, 13 set. 2017. 01-43 p. Disponível em:<<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=84670>> Acesso em 13 set. 2017.

JACKSON, M. L., Soil chemical analysis-advanced course, Published by the autor, **Madison**, Wis., p 895, 1969.

LIMA, André Magnani Xavier de. Riqueza de espécies e ameaças à conservação das aves do refúgio de vida silvestre dos campos de palmas, sul do Brasil. **Revista científica do CEMAVE / ICMBio**, v. 8, n. 2, p. 46–64, set 2015. ISSN 1809-2969. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2016/Fevereiro/Fev.16.05.pdf> > Acesso em 04 set. 2017.

LIMA, Jacson Gosman Gomes de; PONTELLI, Marga Eliz. Determinantes morfoestruturais na gênese do relevo no Planalto de Palmas (Pr)/Água Doce (SC) – Sul do Brasil. **Geografia (Londrina)**, v.22, n.3. p. 81-92, 2013. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/download/17275/15314>>. Acesso em: 28 ago 2016.

MAACK, Reinhard. Breves notícias sobre a geologia dos estados do paraná e santa catarina. **Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas**, p. 169–288, 2001. ISSN 1678-4324. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132001000500010>. > Acesso em 28 ago. 2016

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, Imprensa Oficial, 2002. 3 edico. 1 edico em 1968. 350 p.

MACHADO, F.B. et al. Atlas de Rochas. Rio Claro: [s.n.], 2017. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/museudpm>> Acesso em 06 jul 2017.

MEHRA, O.P. AND JACKSON, M.L. Iron Oxide Removal from Soils and Clay by a Dithionite-Citrate System Buffered with Sodium Bicarbonate. **Clays and Clay Minerals**, V7, 1960. p.317-327.

MEIRELES, Ricardo Piazza.; HORN FILHO, Noberto Olmiro; ABREU, José Gustavo Natorf. Mineralogia e análise granulométrica dos sedimentos da planície costeira centro-norte do estado de santa catarina. **Revista UnG – Geociências**, v. 10, n. 1, p. 5–15, 2011. Disponível em: <<http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/viewFile/809/979>> Acesso em 08 ago. 2017.

MEURER, Egnon José. **Fundamentos de Química do Solo**. 4. Ed, 280 p. Porto Alegre: Evangraf, 2012. 280 p. ISBN:978-85-7727-225-9.

NARDY, Antonio José Ranalli; MACHADO, Fábio Braz; OLIVEIRA, Marcos Aurélio Farias de. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da bacia do paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico e stratigráficas. **Revista Brasileira Geociências**, v. 38, n. 1, p. 178–195, mar 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260390280_As_rochas_vulcanicas_meso_zoicas_acidas_da_Bacia_do_Parana_litoestratigrafia_e_consideracoes_geoquimico-estratigraficas> Acesso em 08 ago. 2016.

NARDY, Antonio José Ranalli; OLIVEIRA, Marcos Aurélio Farias de; BEATANCOURT, Ram Horizonte Seixas; VERDUGO, Diego Roberto Huete; MACHADO, Fábio Bráz. Geologia e Estratigrafia da Formação Serra Geral. **Geociências (UNESP)**, São Paulo, v. 21, n. 1/2. p. 15-32. 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fabio_Machado5/publication/293824766_364/links/56bc835f08ae588320018fa6/364.pdf?origin=publication_list> Acesso em 08 ago. 2016

PAISANI, Julio César; PONTELLI, M.; BERTOLDO, E.; BASSO, G. Resultados preliminares da caracterização de seção pedoestratigráfica em Palmas / PR. In: Simpósio Paranaense de Pós-Graduação em Geografia / Simpgeo, 4, 2009, Marechal Candido Rondon. Anais..., Marechal Candido Rondon: SIMPGEO, 2009, 10p.

PAISANI, J.C.; PONTELLI, M. E; CALEGARI, M. R. Evolução de bacias de baixa ordem nos 41.000 anos ap – Brasil Meridional. *Mercator, Fortaleza*, v. 11, n. 26, p. 131-148, 2012.

PAISANI, Julio Cesar; PONTELLI, Marga Eliz; OSTERRIETH, Margarita Luisa; PAISANI, Sani Daniela Lopes, FACHIN, Andressa; GUERRA, Simone; OLIVEIRA, Leandro. Paleosols in low-order streams and valley heads in the araucaria plateau - record of continental environmental conditions in southern brazil at the end of mis 3. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 54, p. 57–70, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981114000479?via%3Dihub>> . Acesso em: 04 set. 2017.

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 25 out. 2017.

PILLAR, Valério De Patta; MÜLLER, Sandra Cristina; CASTILHOS, Zélia Maria de Souza; JACQUES, Aino Víctor Ávila. (Eds.). **Campos Sulinos – conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p.12. Disponível em <<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf>> Acesso em 12 nov. 2017

POTAFOS, Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo / Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes**. 2. ed. Piracicaba: [s.n.], 1998. 177 p. Disponível em:

<[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/40A703B979D0330383257FA80066C007/\\$FILE/Manual%20Internacional%20de%20Fertilidade%20do%20Solo.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/40A703B979D0330383257FA80066C007/$FILE/Manual%20Internacional%20de%20Fertilidade%20do%20Solo.pdf)>
Acesso em 20 out.2017.

PREZOTTI, Luiz Carlos; GUARÇONI M André. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória, 2013. 104 p. ISBN 978-85-89274-21-0. Disponível em: <<http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/40/1/Guia-interpretacao-analise-solo.pdf>> Acesso em 16 ago. 2017.

RAIJ, Bernardo. Van, et al. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p

RAITZ, Edinilson; CALEGARI Márcia Regina; PAISANI, Julio Cesar. Composição florística da fitofisionomia de campo: bases para a compreensão do sinal isotópico ($\delta^{13}C$) do campo de palmas – PR. I **Seminário Internacional dos Espaços de Fronteira**. C.Rondon: [s;n], 2011. Disponível em: <<http://cac.php.unioeste.br/eventos/geofronteira/anais2011/Arquivos/Artigos/GESTAO/Artigo69.pdf>> Acesso em 18 set. 2017.

RODRIGUES, Eloyana Ribas. **História do Município de Palmas – PR**. Palmas: [s.n.], 2017. Disponível em <<http://pmp.pr.gov.br/website/sobre.php>>. Acesso em 03 jun. 2017.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas, 2010. 26 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>> Acesso em 25 out. 2017.

SANTOS, Humberto Gonsalves et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2013. 353p p. ISBN 978-85-7035-198-2.

SANTOS, Juarez Fontana. **Minerais Geolab**. 2017. Disponível em: <<http://geolab7.webnode.com/>> Acesso em 08 jul 2017.

SBCS/NEPAR, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Núcleo do Paraná. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. CuritibaCuritiba: [s.n.], 2017. 482 p.

SHERMAN, G Donald; ALEXANDER, LT. Characteristics and genesis of low humic latosols. **Soil Science Society of America Journal**, Soil Science Society of America, v. 23, n. 2, p. 168–170, 1959

SILVA, Amanda Luzia da. **Caracterização mineralógica por difração de raios x e determinação de terras raras por ICP-MS de rochas da região sul da Bahia**. Dissertação (Ciências das Radiações) – Universidade Federal de Minas Gerais Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Nuclear, Belo Horizonte, 2013. Disponível em:

<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-97XP2T/dissertacao_amanda.pdf?sequence=1> Acesso em 14 nov. 2017.

TEIXEIRA NETO, Érico; TEIXEIRA NETO, Ângela Albuquerque. Modificação química de argilas: desafios científicos e tecnológicos para obtenção de novos produtos com maior valor agregado. **Quim. Nova**, v. 32, p. 809–817, 2009. Disponível em:<http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol32No3_809_22-QN09036.pdf>. Acesso em 04 out. 2017

TOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análises de solo**. Guaíba, 1997. 247 p.

VOLKWEISS S.J. QUÍMICA DA ACIDEZ DO SOLO. IN: KAMINSKI, J. Andvolkweiss S.J.; BECKER, F. **Corretivos da Acidez do Solo**. Santa Maria, 1989. p.7-38.

ZIMBACK, Célia Regina Lopes. **FORMAÇÃO DOS SOLOS**. Botucatu: Fca - Unesp, 2003. 27 p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAA8HsAB/formacao-solos?part=3>>. Acesso em: 10 out. 2016.