

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ GUILHERME DE OLIVEIRA

VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA EM SISTEMAS PEDOLÓGICOS DE CABECEIRA
DE DRENAGEM NO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ

CURITIBA

2019

JOSÉ GUILHERME DE OLIVEIRA

VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA EM SISTEMAS PEDOLÓGICOS DE CABECEIRA
DE DRENAGEM NO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Geografia, no Curso de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná.

Orientação: Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos.

CURITIBA

2019

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

O48v

Oliveira, José Guilherme de

Variação granulométrica em sistemas pedológicos de cabeceira de drenagem no noroeste do estado do Paraná [recurso eletrônico] / José Guilherme de Oliveira. – Curitiba, 2019.

Dissertação – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2019.

Orientador: Leonardo José Cordeiro Santos.

1. Solos Arenosos. 2. Solos - Análise. 3. Geologia. I. Universidade Federal do Paraná. II. Santos, Leonardo José Cordeiro. III. Título.

CDD: 551.4686

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SETOR SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO GEOGRAFIA -
 40001016035P1

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JOSE GUILHERME DE OLIVEIRA**, intitulada: **GENESE DE SOLOS ARENOSOS NO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 11 de Março de 2019.


 LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS
 Presidente da Banca Examinadora


 GUSTAVO SOUZA VALLADARES
 Avaliador Externo (UFPI)


 MARCIA REGINA CALEGARI
 Avaliador Externo (UNIOESTE)

ATA N°

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM GEOGRAFIA.

No dia onze de março de dois mil e dezenove às 09:00 horas, na sala 109, Edifício João José Bigarella do Setor de SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição do Mestrando **JOSE GUILHERME DE OLIVEIRA** para a Defesa Pública de sua Dissertação de Mestrado intitulada: **GENESE DE SOLOS ARENOSOS NO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ**. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOGRAFIA da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS (UFPR), MARCIA REGINA CALEGARI (UNIOESTE), GUSTAVO SOUZA VALLADARES (UFPI). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra a(o) discente, para que o mesmo expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. O aluno respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais. A Banca Examinadora, então, e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela APROVAÇÃO do aluno. O Mestrando foi convidado a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora. A aprovação no rito de defesa deverá ser homologada pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais do programa. A outorga do título de Mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, **LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS**, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Observações: DURANTE O ATO DE DEFESA FOI SUGERIDO A MUDANÇA DE TÍTULO DA DISSERTAÇÃO PARA: "VARIACAO GRANULOMETRICA EM SISTEMAS PEDOLOGICOS DE CABECEIROS DE MESAEM NO NOROESTE DO PARANA"

Curitiba, 11 de Março de 2019.


LEONARDO JOSÉ CORDEIRO SANTOS
Presidente da Banca Examinadora


GUSTAVO SOUZA VALLADARES
Avaliador Externo (UFPI)


MARCIA REGINA CALEGARI
Avaliador Externo (UNIOESTE)

A meus pais Maria e Venceslau (*In Memoriam*) dedico esta dissertação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me possibilitou saúde e força para toda a trajetória durante esses dois anos de mestrado.

Agradeço a minha mãe, Maria, que é o alicerce da minha vida e a pessoa a quem tudo devo.

Agradeço a Universidade Federal do Paraná, e ao programa de pós-graduação em geografia da UFPR, que me deram as ferramentas necessárias à minha formação geógrafo e como mestre.

Agradeço ao meu orientador Leonardo Santos, por todas as contribuições, ajuda em todos os momentos da pesquisa, trabalhos de campo e a amizade construída.

Agradeço ao meu país, que tornou esse mestrado possível através da bolsa ao longo dos dois anos bem como os projetos e financiamentos para campo.

Agradeço a banca, professora Marcia Calegari e Professor Gustavo Valadares cujas sugestões ajudaram muito na melhora da pesquisa bem como nas diversas reflexões acerca dos solos e sistemas pedológicos.

Agradeço a banca de Qualificação, professores Pablo Vidal-Torrado e Claudinei Silveira pelas contribuições, muito relevantes ao prosseguimento da pesquisa.

Agradeço aos colegas de LABS e amigos: Alexei Nowatzki, Adriano Goulard, Caroline Manguiera, Luciano Luz, Luciane Marcolin, Maira Oneda, Daniela Torrisi, e todos os outros que possibilitaram um convívio tranquilo e cheio de novos conhecimentos.

Agradeço aos meus amigos de graduação e pós-graduação: Carlos Wroblewski, Marcelo Hung, Gabriela Goudard, Gustavo Hulyk, Willian Bortolini, Soraia Gomes, Luiz Cabrera, Gisele Neuman, Ricardo Silveira, Daniel Lange.

Agradeço ao técnico de laboratório Daniel Paredes pelo auxílio na realização das análises granulométricas, bem como pelas muitas horas de conversa e risadas no Labesed.

Agradeço a Jonez Fidalski (IAPAR) pelas indicações de leitura que agregaram muito nas discussões sobre solos arenosos.

Agradeço ao professor Antonio Mota pela disponibilidade do laboratório para a realização das análises químicas, e principalmente a técnica Carla, que me ajudou com as análises.

Agradeço a turma de Pedologia de 2017, que ajudou no trabalho de campo inicial que possibilitou a existência deste trabalho.

Agradeço a ONG Em Ação, que foi o meio pelo qual foi possível meu ingresso em uma universidade gratuita e de qualidade, e instrumento social muito importante na busca por uma sociedade mais justa e uma democratização do ensino superior gratuito e de qualidade.

Agradeço a Barbara Nehls, pela doce e agradável companhia, pelas conversas e pela força nos momentos de insegurança.

Agradeço a minha amiga Lilian Antunes, pelas muitas conversas, almoços no RU, discussões filosóficas e conselhos ao longo desses quase 10 anos de amizade.

A todos que de alguma forma ajudaram na execução deste trabalho meu muito obrigado!

*“Il n’y a d’heureux dans le monde que
les êtres qui jouissent librement d’un
vaste horizon”*

(Trecho do livro ‘Walden’ de John F.
Thoreau)

RESUMO

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) os solos arenosos possuem uma subordem que os engloba, sendo classificados como Neossolos em nível de ordem e Quartzarênicos (RQ) em nível de subordem. Os RQ representam cerca de 8 % do território nacional e estão distribuídos praticamente em todos os estados do Brasil, sendo sua ocorrência associada principalmente ao substrato geológico, como no caso do noroeste do Paraná, aos arenitos do grupo Caiuá. Esses solos possuem uma alta suscetibilidade ao desenvolvimento dos processos erosivos. Na área de estudo do presente projeto existem solos arenosos localizados em fundos de vale. O objeto da presente pesquisa foi estudar a gênese desses solos situados no fundo do vale da bacia hidrográfica do córrego Jurema, noroeste do estado do Paraná. Foi utilizado o método da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, baseado em observações de campo e na análise do solo quanto a sua distribuição ao longo das vertentes. Trata-se de um trabalho de caracterização morfológica de solos baseado principalmente na análise granulométrica das amostras coletadas. Foram realizadas duas topossequências (T1 e T2) e duas seções (T3 e T4), que permitiram verificar a distribuição lateral dos solos do topo até o vale por meio de sondagens realizadas a trado até 120 cm de profundidade. Para cada sondagem foram coletadas amostras nas profundidades de 0-5, 20, 50, 90 e 120 cm. O método da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, empregado no presente trabalho por meio do estudo de topossequências, se mostrou útil no estudo da gênese dos solos arenosos. Os resultados permitiram atingir os objetivos previstos bem como confirmar as hipóteses levantadas no início desta pesquisa. As variações granulométricas observadas indicaram que ocorre um decréscimo das frações de menor dimensão, principalmente silte e argila, à medida que o vale vai se instalando. Ocorre também uma transição gradativa na cor dos solos que passa de vermelho nas porções de montante para amarelos e esbranquiçados nas proximidades do vale. Por fim, ressalta-se a elevada fragilidade ambiental desses solos, facilmente erodíveis pela sua baixa agregação.

Palavras chave: Solos Arenosos; Análise estrutural da cobertura pedológica; Topossequência.

ABSTRACT

In the Brazilian Soil Classification System (SIBCS), sandy soils have a suborder that encompasses them, being classified as Neossolos at the order level and Quartzarênicos (RQ) at the suborder level. RQs represent about 8% of the national territory and are distributed in practically all states of Brazil, their occurrence being associated mainly to the geological substrate, as in the case of the northwest of Paraná, to the sandstones of the Caiuá group. These soils have a high susceptibility to the development of erosive processes. In the study area of this project there are sandy soils located in valley bottoms. The object of this research was to study the genesis of these soils located at the bottom of the valley of the Jurema river basin, northwest of the state of Paraná. The Structural Analysis of the Pedological Coverage method was used, based on field observations and soil analysis for its distribution along the slopes. This is a morphological soil characterization study based mainly on the granulometric analysis of the samples collected. Two top sequences (T1 and T2) and two sections (T3 and T4) were performed, which allowed verifying the lateral distribution of soils from the top to the valley by means of auger drilling up to 120 cm deep. For each probe, samples were collected at depths of 0-5, 20, 50, 90 and 120 cm. The method of Structural Analysis of the Pedological Coverage, used in the present study through the study of topologies, proved to be useful in the study of the genesis of sandy soils. The results made it possible to achieve the predicted objectives as well as to confirm the hypotheses raised at the beginning of this study. The granulometric variations observed indicated that there is a decrease in smaller fractions, especially silt and clay, as the valley is installed. There is also a gradual transition in the color of the soils from red in the upstream portions to yellow and whitish in the vicinity of the valley. Finally, the high environmental fragility of these soils, easily eroded by their low aggregation, is highlighted.

Key Words: Sandy Soils; Structural analysis of the pedological cover; Toposequence.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS DO BRASIL	19
FIGURA 2 - COBERTURAS ARENOSAS DE FUNDO DE VALE	22
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ.....	24
FIGURA 4 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO JUREMA	26
FIGURA 5 – ESTRADA A MONTANTE DO PE JUREMA.....	27
FIGURA 6 – REPRESA EXISTENTE NO PE.....	27
FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO DA BACIA EM 2013 E 2017.....	28
FIGURA 8 – GEOLOGIA DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ	29
FIGURA 9 – COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DO NOROESTE DO PARANÁ.....	30
FIGURA 10 - SOLOS DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ	32
FIGURA 11 – MAPA FITOGEOGRÁFICO DO NOROESTE DO PARANÁ	33
FIGURA 12 – CLIMOGRAMA DO MUNICÍPIO DE AMAPORÃ	34
FIGURA 13 – REMANESCENTES FLORESTAIS DO NOROESTE DO PARANÁ ...	35
FIGURA 14 – MAPA E REPRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS	41
FIGURA 15 - MODELO DE EVOLUÇÃO PEDOLÓGICA.....	43
FIGURA 16 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO PROJETO	46
FIGURA 17 - OBSERVAÇÕES SEGUNDO O MÉTODO DA ANÁLISE ESTRUTURAL	47
FIGURA 18 - PROCEDIMENTO DE LEVANTAMENTO DA TOPOGRÁFIA LOCAL	48
FIGURA 19 - ÁREA DE REALIZAÇÃO DAS TOPOSSEQUÊNCIAS	49
FIGURA 20 – AMOSTRAS DA T1.....	50
FIGURA 21 – AMOSTRAS DA T2 – DA ESQUERDA PARA A DIREITA TOPO EM DIREÇÃO AO FUNDO DE VALE	50
FIGURA 22 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA EM CAMPO	51
FIGURA 23 – AMOSTRAS T3 E T4	52
FIGURA 24 – AMOSTRAS PJ.....	52
FIGURA 25 – PROCEDIMENTOS UTILIZADOS PARA AS ANÁLISES GRANULOMETRICAS	54
FIGURA 26 - MICROTRAC FLEX S3500.....	54
FIGURA 27 – PONTOS UTILIZADOS PARA INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DE SOLO DA T1 E T2.....	56
FIGURA 28 – PONTOS UTILIZADOS PARA INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DE SOLO DA T3 E T4.....	56
FIGURA 29 – PERFIL DE ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.....	59
FIGURA 30 – PERFIL DE NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	59
FIGURA 31 - VARIAÇÃO DAS CORES DO SOLO AO LONGO DA T1 E T2	64
FIGURA 32 - VARIAÇÃO DAS CORES DO SOLO AO LONGO DA T3 E T4	65
FIGURA 33 – COMPARAÇÃO ENTRE AS TOPOSSEQUÊNCIAS	66
FIGURA 34 – CLASSES TEXTURAS DAS AMOSTRAS COLETADAS	68

FIGURA 35 - GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DAS ARGILAS DA T1 E T2.....	70
FIGURA 36 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DAS AREIAS DA T1 E T2.....	71
FIGURA 37 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA MUITO FINA DA T1 E T2	72
FIGURA 38 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA FINA DA T1 E T2.....	72
FIGURA 39 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA MÉDIA DA T1 E T2.....	73
FIGURA 40 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA GROSSA DA T1 E T2.....	73
FIGURA 41 – INDÍCIOS DE EXPORTAÇÃO DE FERRO EM PERFIS DE NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	75
FIGURA 42 – PERFIS AO LONGO DO CÓRREGO JUREMA	76
FIGURA 43 – ESTÁGIOS EVOLUTIVO DOS SOLOS ARENOSOS	79
FIGURA 44 – REPRESENTAÇÃO BIDIMENSIONAL DOS SOLOS NO VALE DA BACIA DO CÓRREGO JUREMA	80

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - AMBIENTE DE OCORRÊNCIA DOS SOLOS LEVES NO BRASIL	20
QUADRO 2 - SISTEMAS PEDOLÓGICOS SEGUNDO NAKASHIMA (1999).....	40
QUADRO 3 - SISTEMAS PEDOLÓGICOS SEGUNDO CALEGARI (2000).....	42
QUADRO 4 - SINTESE DOS TRABALHOS NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ	45
QUADRO 5 - TEMPOS DE COLETA DAS PARTICULAS	53
QUADRO 6 - TAMANHO E FRAÇÃO DAS PARTICULAS.....	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO PERFIL 1	61
TABELA 2 – RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO PERFIL 2	61
TABELA 3 - VALORES PARA ARGILA NOS GRUPOS 1 E 2	69
TABELA 4 – VALORES PARA AREIA NOS GRUPOS 1 E 2.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

λ	– Comprimento De Onda
BT	– Horizonte B Textural
BW	– Horizonte B Intemperizado
DSEA	– Departamento de Solos e Engenharia Agrícola
FAO	– Food And Agriculture Organization Of The United Nations
Fm.	– Formação Geológica
IDW	– Ponderação Do Inverso Da Distância
L	– Latossolos
LABS	– Laboratório De Biogeografia E Solos
LABESED	– Laboratório De Sedimentologia E Petrologia Sedimentar
LQFS	– Laboratório De Química E Fertilidade Do Solo
Plan.	– Planalto
®	– Marca Registrada
RQ	– Neossolos Quartzarênicos
SIBCS	– Sistema Brasileiro De Classificação De Solos
T1	– Topossequência 1
T2	– Topossequência 2
T3	– Topossequência 3 (Seção 3)
T2	– Topossequência 4 (Seção 4)
UFPR	– Universidade Federal Do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. CARACTERIZAÇÃO DA AREA DE ESTUDO	24
3. REVISÃO DE LITERATURA	37
3.1 GÊNESE DE SOLOS EM REGIÕES TROPICAIS (LATOSSOLOS, ARGISSOLOS E NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS).....	37
3.2 SISTEMAS PEDOLÓGICOS NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ	40
4. MATERIAIS E MÉTODOS	46
4.1 ANÁLISE ESTRUTURAL DA COBERTURA PEDOLÓGICA DA ÁREA..	47
4.2 ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS	53
4.3 ANÁLISES QUÍMICAS	55
4.4 REPRESENTAÇÃO DOS DADOS DE SOLO EM AMBIENTE SIG	56
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
5.1 PERFIS	58
5.2 SISTEMA PEDOLÓGICO.....	62
5.3 ESTUDO MACROMORFOLÓGICO DAS TOPOSSEQUÊNCIAS.....	62
5.4 ESTUDO ANÁLITICO.....	67
5.4.1 GRANULOMETRIA	68
5.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS	74
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICES	89
APÊNDICE A – CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS COLETADAS	89
APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS	117
APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DOS PERFIS.....	118
APÊNDICE D – FRAÇÃO AREIA DA T1 E T2	121
APÊNDICE E – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS AMOSTRAS DA T1 E T2	126
APÊNDICE F – REPRESENTAÇÃO DA T1 E T2	129
APÊNDICE G – REPRESENTAÇÃO DA T3 E T4.....	130
APÊNDICE H – MAPA DE USO DO SOLO DA BACIA DO CÓRREGO JUREMA.....	131
APÊNDICE I – MAPA DE DECLIVIDADE BACIA DO CÓRREGO JUREMA .	132
ANEXOS	133

ANEXO I - APOSTILA DO LQFS SOBRE OS MÉTODOS RELATIVOS AS ANÁLISES QUÍMICAS	133
---	-----

1. INTRODUÇÃO

O recurso solo é chave para o desenvolvimento humano desde os primeiros registros de vida humana. As primeiras civilizações que se desenvolveram e obtiveram progresso tinham suas moradias em áreas próximas a grandes rios, localização geográfica definida não só pela disponibilidade hídrica, mas também pela fertilidade das terras no seu entorno. Porém, o solo, quando em desequilíbrio com o meio ambiente pode passar por diversos processos que causam sua degradação, como erosão, lixiviação, acidificação, salinização e outros (LEPSCH, 2010).

Segundo relatório publicado pela Food And Agriculture (FAO), no ano de 2015, cerca de 33% dos solos aráveis do mundo se encontravam degradados, tendo como a principal causa desse processo o desenvolvimento da erosão hídrica (FAO, 2015).

Albuquerque *et al.* (2015) explicam que a fragilidade do solo é um conceito relativo, que depende das suas próprias características e de fatores externos, como uso, cobertura vegetal e manejo.

As fragilidades do solo podem ser divididas em algumas categorias como: fragilidade textural, estrutural, mecânica, química, hídrica e ecológica. Dentre as características que o levam a ser degradado, uma das mais importantes está relacionada à sua textura, ou seja, solos arenosos podem apresentar todas as fragilidades citadas anteriormente (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015). A degradação do solo pode se dar também por causas naturais, como mudanças climáticas e sua relação com as características da paisagem (CASTRO *et al.*, 2015).

No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) o agrupamento textural é utilizado para diferenciar todas as classes de solos no 5 nível categórico, a exceção dos Neossolos Quartzarênicos, cuja textura é utilizada no 2 nível categórico.

Os Neossolos Quartzarênicos representam cerca de 8 % do território brasileiro (FIGURA 1) sendo sua ocorrência associada por vezes a Formação Geológica, como em casos no estado de São Paulo (Arenito Botucatu e Bauru) e no Estado do Paraná (Arenito Caiuá) (SPERA *et al.*, 1999; SANTOS *et al.* 2011; DONAGEMMA *et al.*, 2016).

Esta classe de solo normalmente ocorre associada a relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor uniforme (geralmente) sob a luz.

É um solo que necessita de cuidados pois, devido a textura ser essencialmente arenosa, é suscetível aos processos erosivos quando sem as práticas de conservação.

FIGURA 1 - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS DO BRASIL



Fonte: EMBRAPA (2007)

ORG: O autor (2018)

Ressalta-se que existem outros solos que podem ser definidos como como arenosos no SIBCS como: Gleissolos, Argissolos quando arênicos ou espessarênicos, Espodossolos, Planossolos, Luvisolos, ou Neossolos Flúvicos ou Regolíticos, porem, como o tema da pesquisa são os solos arenosos que se localizam na cabeceira de drenagem, neste trabalho sempre que citado é utilizado o termo solo arenoso é em referência aos Neossolos Quartzarênicos (SANTOS *et al.* 2013).

Solos arenosos também chamados de solos leves (DONAGEMMA *et al.* 2016) são comumente caracterizados com estrutura granular ou por grãos simples, propiciando uma alta suscetibilidade a erosão (FIDALSKI, 1997).

O material de origem que apresenta a maior concentração desses solos são os arenitos (QUADRO 1), cobertura litológica recorrente em todo o país. Ainda, existe grande relação desses solos com os depósitos quaternários, como os sedimentos costeiros e, porém, de maneira menos direta com as rochas graníticas (SPERA *et al.* 1999).

QUADRO 1 - AMBIENTE DE OCORRÊNCIA DOS SOLOS LEVES NO BRASIL

AMBIENTE DE OCORRÊNCIA	GEOLOGIA
Oeste da Bahia	Arenito Urucuia, sedimentos arenoquartzosos do Holoceno ou, ainda, sedimentos de origem eólica do Quaternário, e material argilo-arenoso e arenoso da formação Vazantes.
Noroeste e Norte de Minas Gerais	Sedimentos arenoquartzosos do Terciário/Quaternário, e arenitos Areado, Urucuia e Mata da Corda
Alto Paranaíba, em Minas Gerais.	Coberturas detríticas, arenitos Areado e Bauru, formações Paraopeba, Paranoá, Três Marias e Mata da Corda, e grupos São Bento e Canastra
Norte de Minas Gerais	Sedimentos arenoquartzosos do Terciário/Quaternário, arenito Urucuia, e formações Paraopeba e Três Marias.
Triângulo Mineiro	Arenito do grupo Bauru
Campos dos Parecis, em Mato Grosso.	Arenitos das formações Utiriti e Salto do Céu, do grupo Parecis.
Alto Araguaia, em Mato Grosso.	Grupo Aquidauana do supergrupo Tubarão
Chapada dos Guimarães, em Mato Grosso.	Formação Marília
Zona de Sedimentação dos rios São Francisco e Parnaíba, no Tocantins.	Sedimentos
Região da Campanha do Rio Grande do Sul	Bacia sedimentar fanerozóica e formações Botucatu, Guará, Sanga do Cabral, Pirambóia e Rio do Rastro.
Região dos Tabuleiros Costeiros, na bacia sedimentar Jatobá-Tucano e nas chapadas do Sul do Maranhão e do Leste do Piauí.	Rochas graníticas
Noroeste e Norte do Paraná	Arenito Caiuá
Sudoeste Goiano	Arenitos Botucatu e Pirambóia, e basalto da formação Serra Geral.
Bioma Amazônia – Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Mato Grosso e Tocantins.	Arenitos diversos, sedimentos arenoquartzosos do Terciário/ Quaternário.
Centro-Leste, Noroeste e Oeste de São Paulo.	Arenitos Botucatu, Caiuá e Bauru.
Mato Grosso do Sul	Arenitos Caiuá; Bauru; Botucatu; e Aquidauana.

FONTE - DONAGEMMA *et al.* (2016)

Na região noroeste do estado do Paraná, sob a influência das rochas do grupo Caiuá (FERNANDES e COIMBRA, 1999) os solos comumente apresentam texturas arenosas e há presença dos Neossolos Quartzarênicos, principalmente ocupando as porções de fundo de vale cara (CURCIO, 2017).

A partir do ano de 2012, o Laboratório de Biogeografia e solos (LABS), após a aprovação de um projeto para estudar a evolução da paisagem no Noroeste do Paraná, passou a desenvolver uma série de pesquisas nessa região, consolidadas em 2014, a partir de um convênio firmado entre o LABS (UFPR) e o Estado do Paraná (MINEROPAR), para mapear os processos erosivos em municípios do Noroeste do Estado.

O projeto aprovado em 2012 teve como principal referência à distribuição dos solos na região associando-os ao grau de entalhe da rede de drenagem.

Os resultados alcançados mostraram que às taxas de denudação aonde predominam os Argissolos, são superiores quando comparadas ao norte do rio Ivaí, aonde predominam os Latossolos, confirmando a hipótese inicial de que as vertentes ao sul deste rio se encontram em rearranjo morfológico, o que acelera os processos pedogenéticos de transformação vertical e lateral nas vertentes (COUTO *et al*, 2018).

No que se refere ao sistema pedológico Latossolo-Argissolo as hipóteses levantadas para a origem das transformações do horizonte Bw para o horizonte Bt mostram que o aprofundamento do nível dos talwegues leva as coberturas pedológicas iniciais ao desequilíbrio dos sistemas pedológicos, induzindo a transformação lateral.

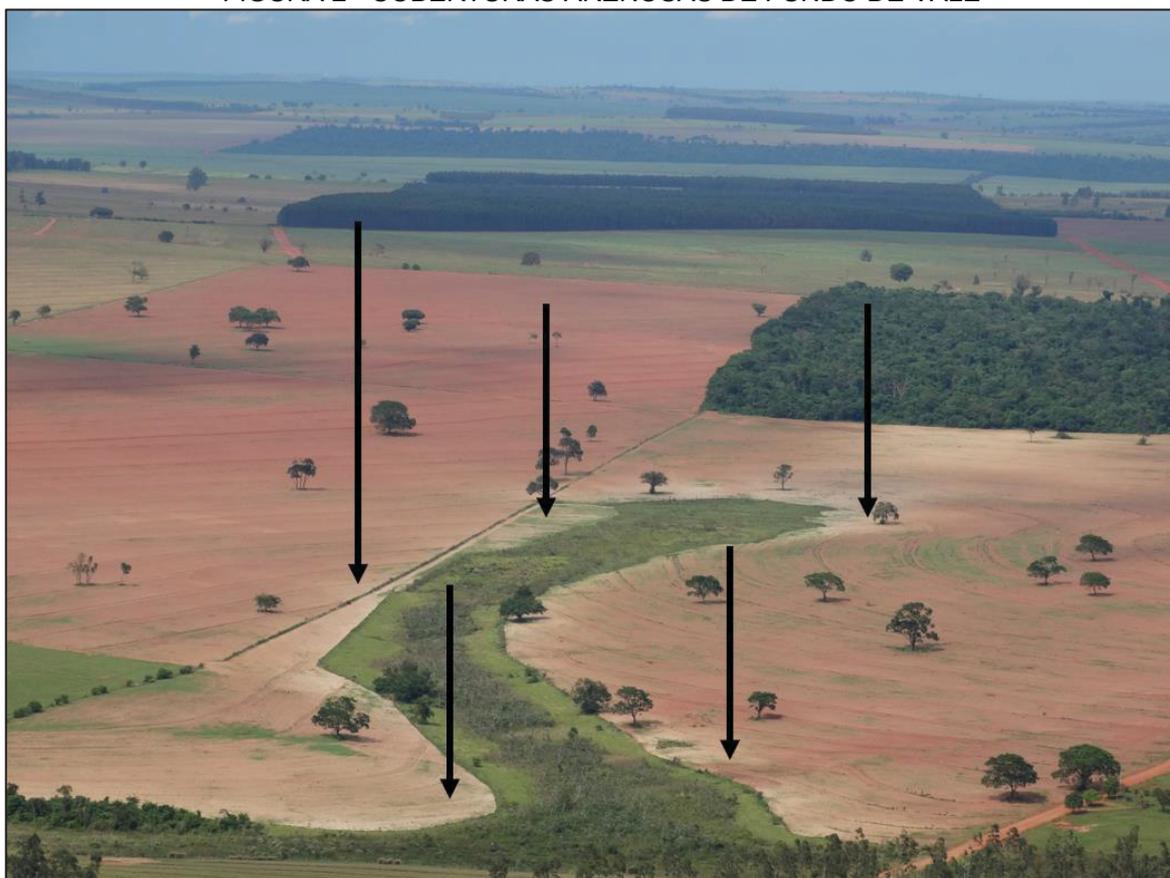
A partir de 2014, com o um outro projeto aprovado, as pesquisas na região tiveram continuidade. O conjunto de dados obtidos possibilitou a identificação e o mapeamento de ocorrência de feições morfológicas, mantidas por ferricretes, a determinação da possível ordem cronológica dos eventos de precipitação de ferro e a determinação de eventos mobilizadores de material pós-formação dos ferricretes. Os resultados apontaram a origem desses materiais como provenientes da alteração do arenito, sendo possível identificar diferentes fases de precipitação de ferro até sua completa formação. Posteriormente, ocorreram processos de desmantelamento com mobilização local dos ferricretes (FUMIYA, 2017).

A manutenção dessas feições morfológicas ao sul do rio Ivaí é um exemplo claro de que a maior taxa de denudação nessa área expôs esses corpos ferruginosos mais resistentes isolados por erosão diferencial, enquanto ao norte, com menor taxa de denudação, essas feições sequer afloram.

A partir desses diferentes projetos desenvolvidos pelo LABS na região foi possível observar outra característica nos solos da região, a existência de solos arenosos situados em cabeceiras de drenagem e no fundo dos vales (FIGURA 2), sendo essas características também observadas por diversos autores (MURATORI, 1996; NAKASHIMA, 1999; CUNHA et al, 1999; CALEGARI, 2000; GASPARETTO *et al*, 2001).

Embora a presença desses solos na paisagem tenham sido referenciada em outros estudos, eles ainda não foram estudados de maneira detalhada e sistemática, restando assim diversas dúvidas quanto a sua gênese e evolução; há os pesquisadores que associam à sua formação ao aumento de espessura do horizonte eluvial dos Argissolos e o seu enquadramento no SIBCS como Neossolo Quartzarênico (GASPARETTO *et al*, 2001) e aqueles que compreendem que esses solos se originam a partir de depósitos coluviais (MURATORI, 1996).

FIGURA 2 - COBERTURAS ARENOSAS DE FUNDO DE VALE



FONTE: O autor (2017).

LEGENDA: Setas indicam as coberturas arenosas características da região noroeste do paraná, foto do topo do morro três irmãos, Terra rica – PR.

A existência de solos arenosos na região noroeste, bem como a ausência de estudos relacionados a sua gênese, foi o que motivou o desenvolvimento do presente trabalho. E para isso foi feita a formulação de pressupostos teóricos, baseados na literatura, que são indicativos a gênese dos Rqs:

- a) A gênese dos solos arenosos encontrados no fundo de vale na região de estudo se relaciona a exportação mecânica da fração argila, e, conseqüentemente acumulação relativa de areia nos solos;
- b) Esse processo ocorre nos fundos de vale e tende a se consolidar à medida que a drenagem se instala;
- c) Morfologicamente esse processo se distingue pelo aparecimento de solos amarelados e esbranquiçados no fundo dos vales.

Para tanto, o **objetivo** do presente projeto foi:

Estudar a gênese dos solos arenosos situados no fundo do vale da bacia hidrográfica do córrego Jurema, noroeste do estado do Paraná. Trata-se de um trabalho de morfologia de solos baseado principalmente na análise granulométrica das amostras coletadas.

E por **objetivos específicos**:

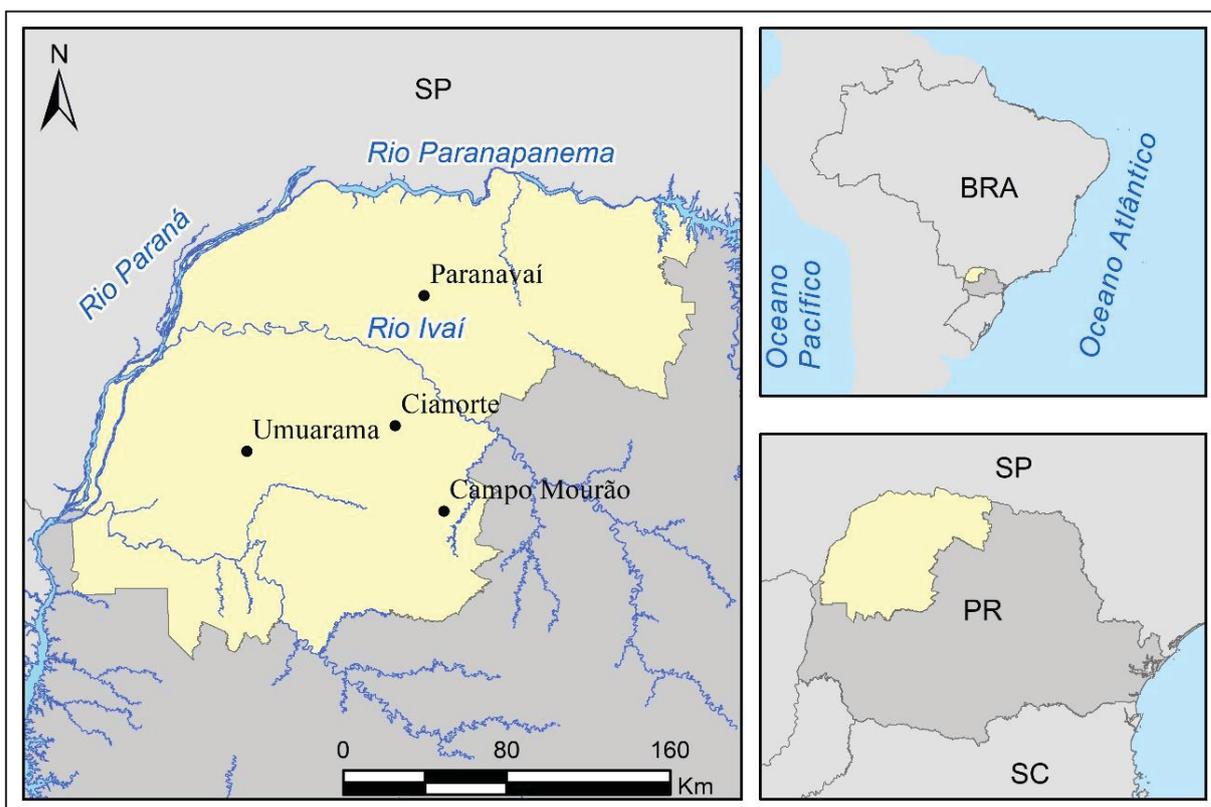
- Cartografar os limites verticais e laterais do solo por meio do estudo em topossequências, com ênfase no estudo dos solos do fundo de vale da bacia em questão;
- Compreender a relação de sucessão entre os horizontes pedológicos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região noroeste do estado do Paraná (FIGURA 3), conhecida também como Norte Novíssimo (KOHLHEPP, 2014), teve o início da sua ocupação no século XX, mais precisamente entre de 1940 e 1950. Inicialmente, a ocupação da região esteve ligada a instalação da linha férrea, sendo que com as obras, as companhias imobiliárias passaram, a dividir a região em glebas rurais, implementando assim o sistema de cidades na região. O grupo de maior importância na exploração e posterior desenvolvimento da região foi a companhia colonizadora inglesa intitulada “Companhia de Terras do Paraná”. Até o ano de 1928 a CNTP já tinha uma área de 12.500 Km² a sul do rio Paranapanema e a oeste do rio Tibagi. No planejamento dos centros urbanos foram definidas distâncias de 100 Km entre os grandes centros urbanos (Londrina, Maringá, Cianorte e Umuarama) e de 20 Km para as menores (MANGUEIRA, 2017).

FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

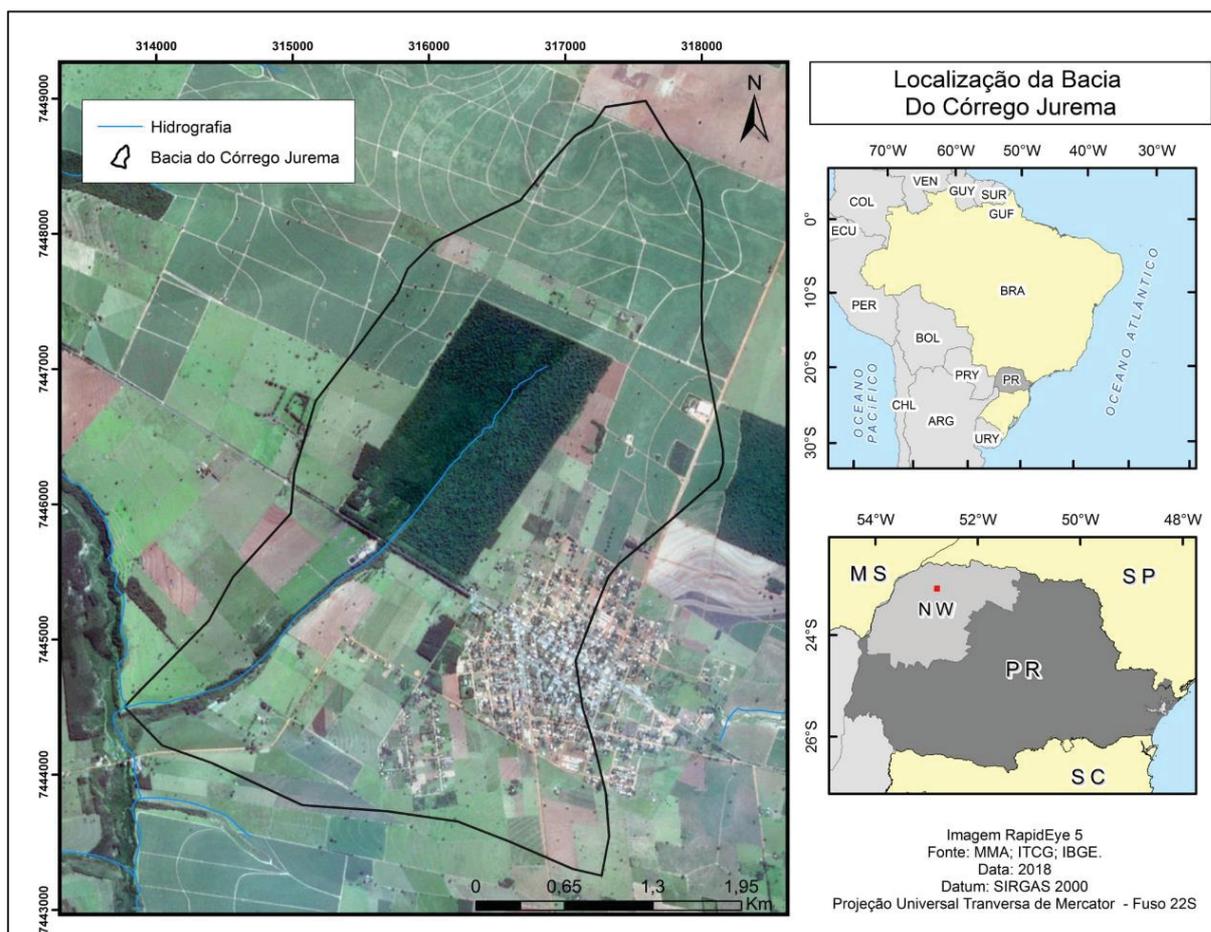


A área de estudo se localiza na bacia do córrego Jurema (13 Km²), no município de Amaporã, na Mesorregião Noroeste Paranaense na Microrregião de Paranaíba (FIGURA 4). A área é uma sub-bacia hidrográfica de primeira ordem, instalada entre o divisor dos rios Paranapanema-Ivaí que drena para o rio Ivaí, com vertentes próximas a 1.500 m na margem direita e 1000 metros na margem esquerda.

A bacia do Córrego Jurema reuni as condições ideais para testar as hipóteses do presente trabalho, tendo em vista que ela apresenta uma drenagem de primeira ordem, com um segmento permanente e um temporário, permitindo o acesso e a identificação dos solos de fundo de vale, desde a cabeceira de drenagem até o início do canal permanente, como também os seus limites laterais por meio do estudo em topossequências.

A bacia engloba uma unidade de conservação, o Parque Estadual (PE) de Amaporã, o parque surgiu como reserva florestal de Jurema, e pelo Decreto Estadual nº 3280 de 18 de novembro de 2011 passou a ser PE. O PE foi criado com os objetivos de: preservar o ecossistema de Floresta Estacional Semidecidual típico da região; preservar espécies importantes da flora, tais como peroba (*Aspidosperma polyneuron*), guaritá (*Apoleia leiocarpa*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e ipê roxo (*Tabebuia avellanedae*); preservar espécies importantes da fauna, como: lontra (*Lutra platensis*), paca (*Cuniculus paca*), capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e bugio (*Alouatta fusca*); preservar as nascentes d'água existentes na Reserva Florestal de Jurema, formadoras do rio de mesmo nome, significativamente importante para o abastecimento d'água local; estimular atividades de pesquisas dentro da unidade; promover atividades de Educação Ambiental e interpretação da natureza (IAP, 1996; NUNES, 2009; IAP, 2015).

FIGURA 4 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO JUREMA



FONTE: O autor (2018)

A região noroeste do Paraná se caracteriza pela ocorrência de erosões hídricas laminares e mesmo em condições de relevo suave, os solos com textura arenosa e o modo como a região foi ocupada propiciam o desenvolvimento de diversas erosões hídricas laminares (que afeta as camadas superficiais dos solos) e lineares (nas formas de sulcos, ravinas e voçorocas) e acabam gerando consequências sociais e econômicas à população envolvida (SUCEAM, 1994, apud WESTPHALEN, 2008).

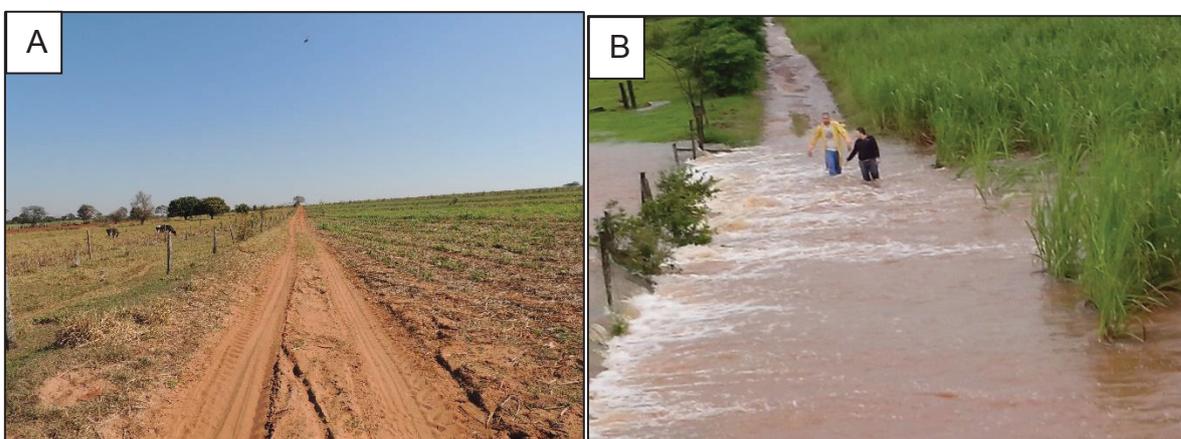
Frente a este contexto, como citado em capítulos anteriores, os solos arenosos, possuem diversas fragilidades (ALBUQUERQUE et al. 2015), desta forma, o entendimento da sua gênese dos Neossolos Quartzarênicos, objeto de estudo do presente trabalho, pode ser de grande importância na interpretação e identificação dos diversos processos de degradação ambiental que ocorrem na região.

No perímetro da bacia do córrego Jurema, os solos quase que em sua totalidade possuem mais de 80% de areia ao longo de todo o perfil, desta forma,

apresentam pouca resistência frente a eventos de desequilíbrio ambiental. Com o principal volume de chuvas concentradas no verão, essa estação do ano se apresenta como a mais propícia ao surgimento das erosões.

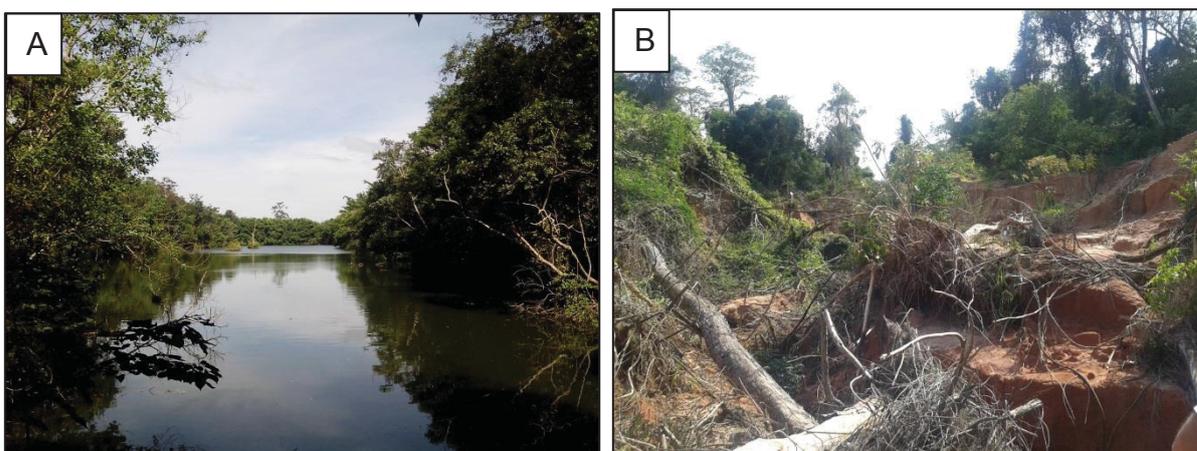
No ano de 2015, no dia 25 de novembro, houve um evento pluvial extremo, chovendo 189 mm em apenas 24 horas, essa quantidade de chuva causou diversos estragos na região noroeste do Paraná. No PE Jurema, uma tromba d'água (FIGURA 5; FIGURA 6) causou diversos danos, principalmente no vale, onde estão os solos arenosos.

FIGURA 5 – ESTRADA A MONTANTE DO PE JUREMA



LEGENDA: a) Estrada seca, ano de 2018.
b) Estrada com a tromba d'água, ano de 2015.

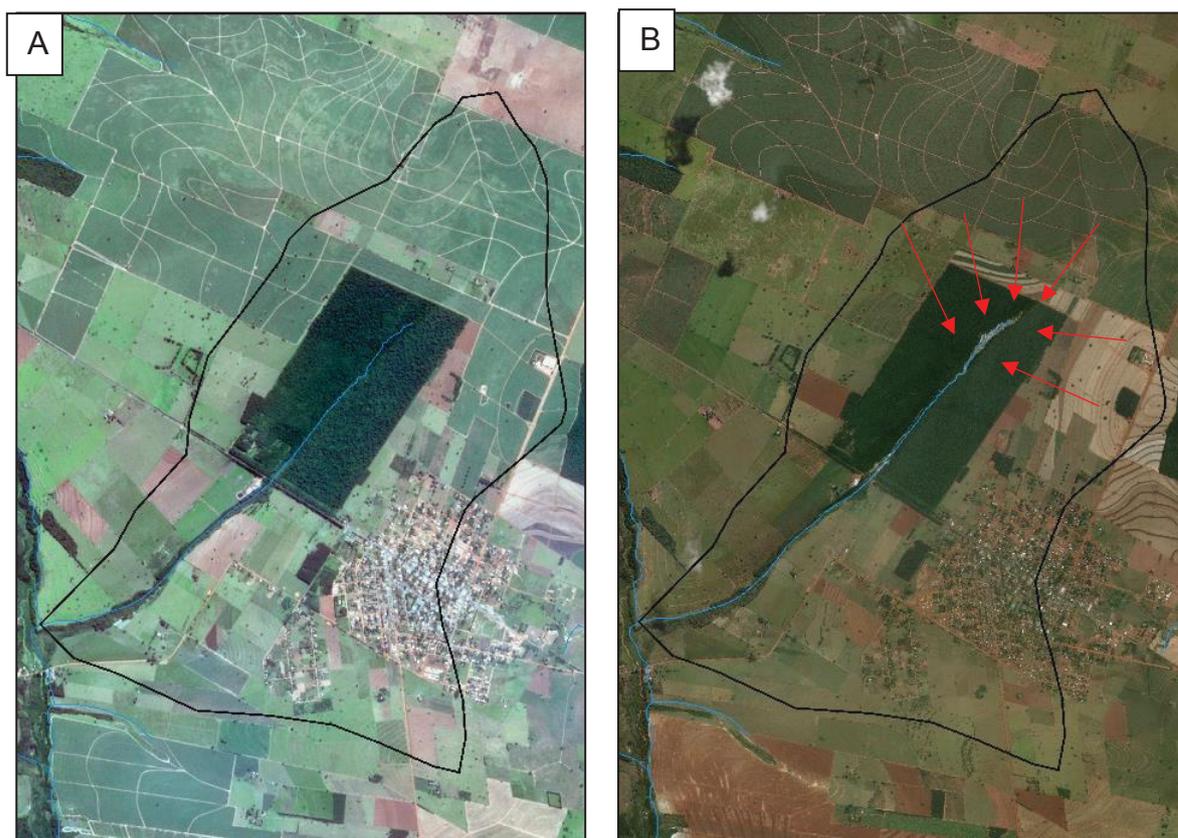
FIGURA 6 – REPRESA EXISTENTE NO PE



LEGENDA: a) Represa, ano de 2014.
b) Represa destruída, ano de 2016.

A área onde os principais danos foram observados é caracterizada pela existência de solos arenosos (FIGURA 7), portanto destaca – se que esses solos, naturalmente frágeis, mesmo situados em um ambiente de baixas declividades e com vegetação o recobrindo, são dotados de uma suscetibilidade muito grande a modificações ambientais.

FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO DA BACIA EM 2013 E 2017



LEGENDA: a) PE Jurema em 2013. Imagem *RapidEye 5*, 2013.
b) Destaque para a cicatriz deixada pela chuva ocorrida em 2015. Imagem *World View 2*, 21/09/2017.

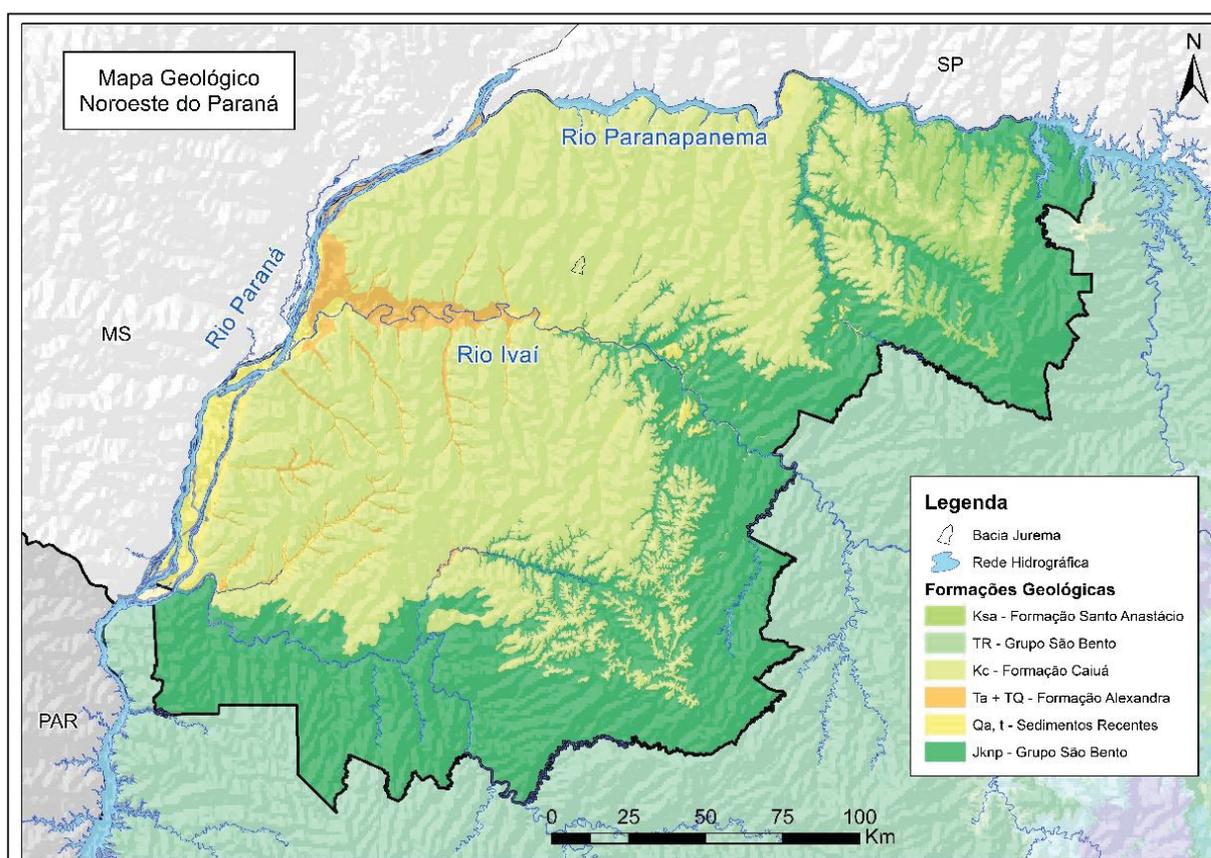
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.2.1 GEOLOGIA

Inserida no terceiro planalto paranaense (MAACK, 1968), a região noroeste do Paraná é composta por rochas sedimentares da bacia do Bauru (FIGURA 8), denominadas Grupo Caiuá (FERNANDES et al, 2012). O Grupo Caiuá é subdividido em três formações: Formação Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio, sendo essas

as formações características de ambientes desérticos, distinguidas por seus ambientes de acumulação “ zona central de sand sea, (Fm. Rio Paraná), zona de depósitos eólicos periféricos (Fm. Goio Erê) e planícies de lençóis de areia (Fm. Santo Anastácio)” (FERNANDES E COIMBRA, 1994).

FIGURA 8 – GEOLOGIA DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ



Fonte: MINEROPAR (2006)
ORG: O autor (2019)

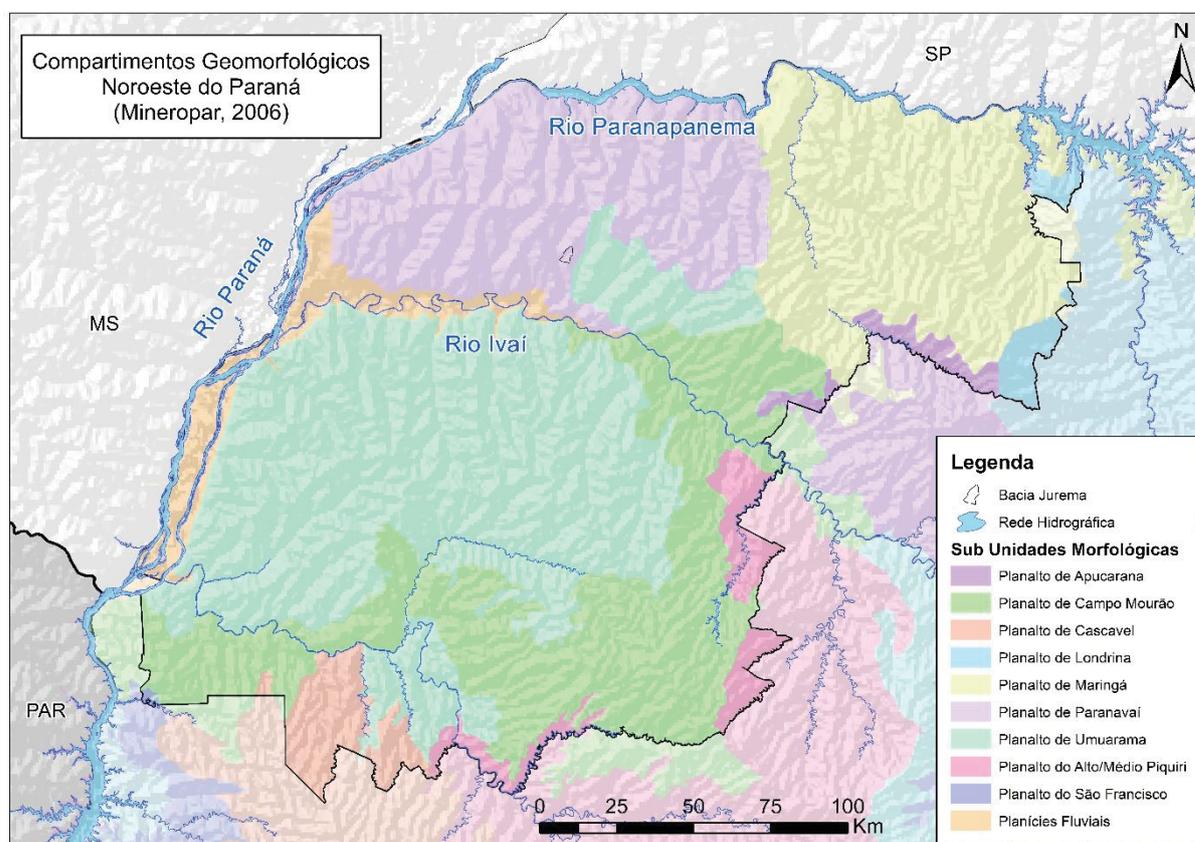
2.2.2 RELEVO

O relevo é em sua maior parte suave ondulado, encontra-se situado na bacia sedimentar do Paraná, unidade morfoescultural do terceiro planalto paranaense (MAACK, 1967).

O relevo regional é em geral uniforme e monótono, com a existência de planaltos, inclinados em direção ao vale do rio Paraná. Com altitudes variando de 600 metros nas proximidades ao contato com a formação serra geral a 300 metros nas margens dos rios Paranapanema e Paraná (NAKASHIMA, 1999).

No mapeamento geomorfológico produzido por Santos et al. (2006), a região noroeste do Paraná é subdividida em duas unidades morfoestruturais: Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares cenozoicas e depressões tectônicas sendo que essas duas unidades se subdividem nas unidades morfoesculturais terceiro planalto paranaense e planícies, respectivas as unidades estruturais. As subunidades morfoesculturais da região noroeste do Paraná são: Planalto de Maringá; Planalto de Campo Mourão; Planalto de Paranavaí; Planalto de Umuarama e Planícies Fluviais (FIGURA 9).

FIGURA 9 – COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS DO NOROESTE DO PARANÁ



Fonte: SANTOS *et al.* (2006)
ORG: O autor (2019)

2.2.3 SOLOS

A distribuição dos solos (FIGURA 10) está relacionada principalmente ao tipo de modelado de relevo (formas e declividade das vertentes), à circulação interna da água e ao padrão de drenagem.

Na região existem: Latossolos Vermelhos, Argissolos Vermelhos, Gleissolos Háplicos, Nitossolos Vermelhos, Organossolos Háplicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Regolíticos e Quartzarênicos (que não aparecem no mapa pela questão de escala).

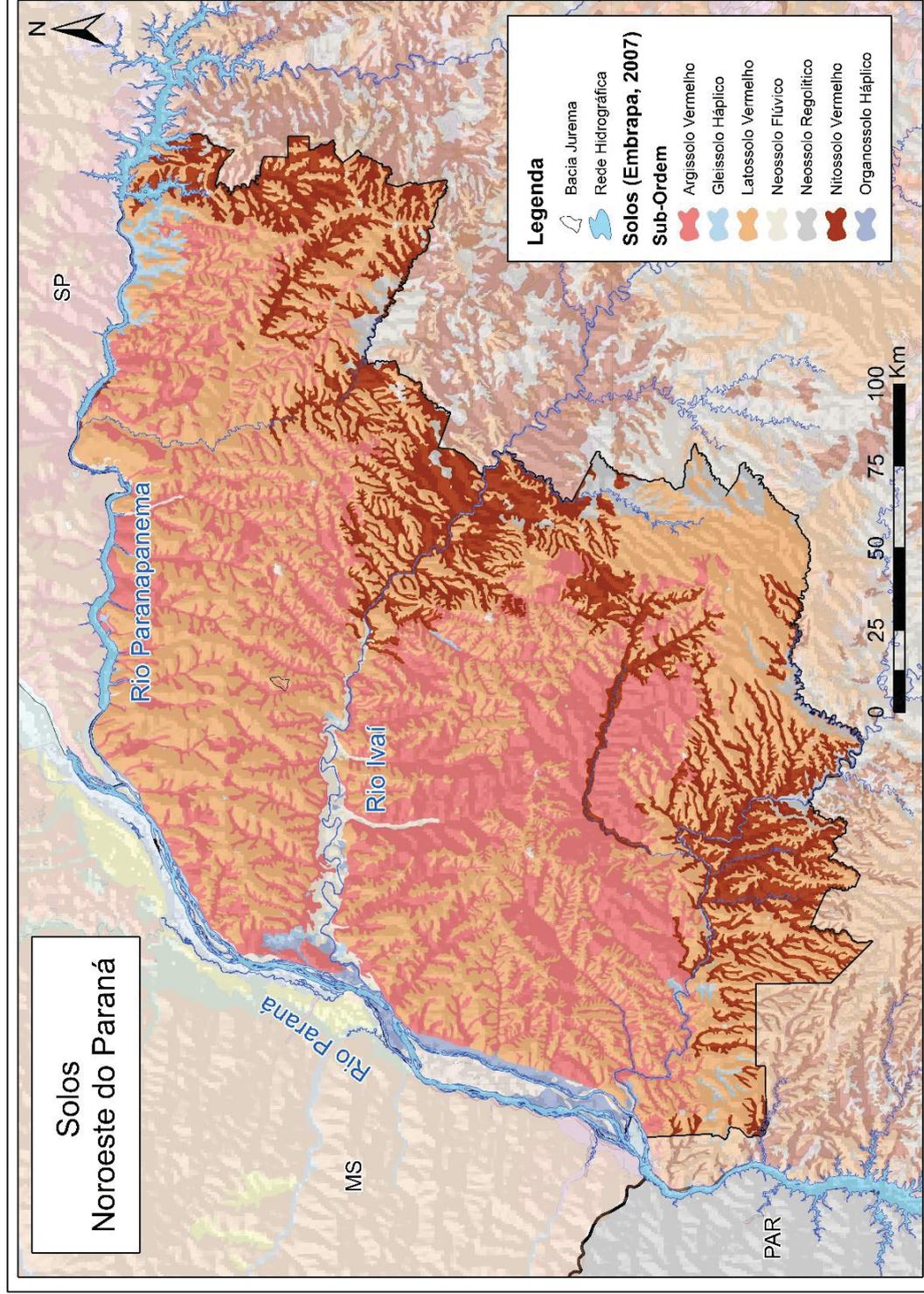
Os Latossolos Vermelhos predominam nas partes elevadas do relevo em vertentes longas, em especial nos interflúvios e patamares extensos e aplainados. Os Argissolos Vermelhos aparecem nas vertentes de média declividade, ou mesmo nos pequenos topos arredondados. No fundo dos vales próximos às redes de drenagem ocorrem os Gleissolos em partes alagadas e Neossolos Quartzarênicos em cabeceiras de drenagem e porções sem presença de hidromorfia.

Existem também os Organossolos Háplicos situados nas planícies dos canais fluviais (Ivaí, Paraná e Paranapanema) e os Nitossolos Vermelhos nas zonas de transição com os basaltos do grupo Serra Geral (NAKASHIMA, 1999; EMBRAPA, 2007).

Os solos na região são predominantemente de textura média ou arenosa, com pouca resistência ao desenvolvimento dos processos erosivos, que resultam em erosões hídricas laminares, que afeta as camadas superficiais dos solos, e lineares, nas formas de sulcos, ravinas e voçoroca (SUCEAM, 1994 *apud* WESTPHALEN 2008 e NAKASHIMA, 1999).

No mapa representado na FIGURA 10, os Neossolos Quartzarênicos não são representados por conta da escala (1:250.000), como sua ocorrência está relacionada a cabeceiras de drenagem e canais de primeira ordem (MARTINS, 2000), essa classe de solo só será representada em mapas com escala mais detalhada existentes para pequenas partes da região como os apresentados por Fasolo *et al.* (1988).

FIGURA 10 - SOLOS DA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ



FONTE: EMBRAPA (2007)
ORG: O autor (2018)

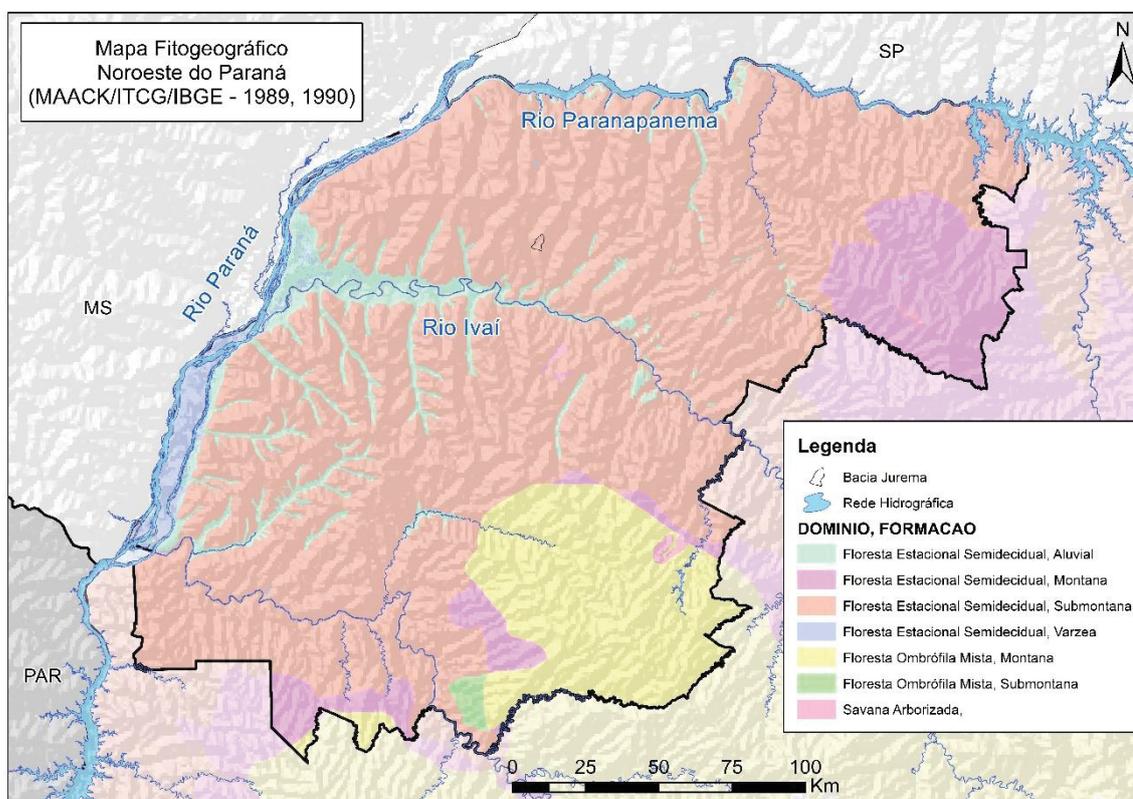
2.2.4 VEGETAÇÃO

Na região noroeste do Paraná (FIGURA 11) predomina a Floresta Estacional Semidecidual, com algumas manchas localizadas de Savana Arborizada (manchas de cerrado). A Floresta Estacional Semidecidual engloba formações vegetais que possuem como característica importante a semidecidualidade, ou seja, em estações com baixos índices pluviométricos parte das folhas cai (RODERJAN *et al.* 2002).

Regionalmente existem diferenciações nas formações de Floresta Estacional Semidecidual existentes, predomina a formação submontana, com trechos de formação Aluvial as margens do rio Ivaí e de Várzea as margens do rio paraná e ainda algumas porções de formação montana na transição com o basalto (RODERJAN *et al.* 2002).

Na porção sudeste do mapa é possível visualizar a existência do domínio de Floresta Ombrófila Mista, principalmente a formação Montana, existente em porções de altimetria superior a 800 m (RODERJAN *et al.* 2002).

FIGURA 11 – MAPA FITOGEOGRÁFICO DO NOROESTE DO PARANÁ

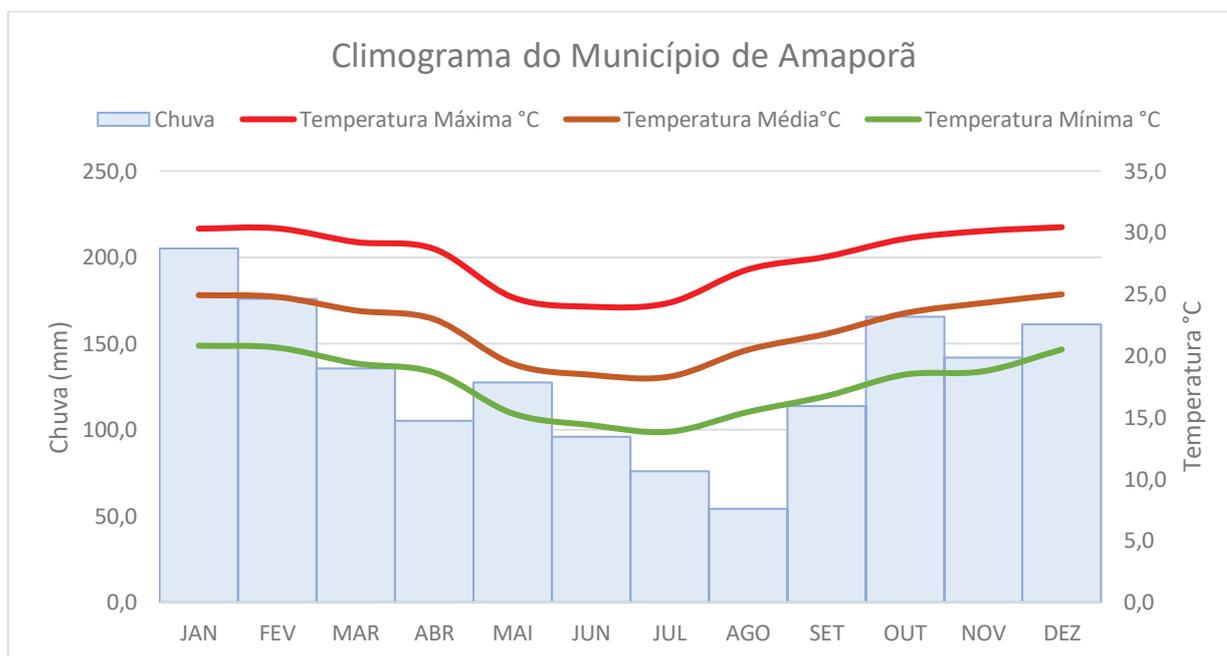


Fonte: MAACK, ITCG, IBGE (1990)
ORG: O autor (2019)

2.2.5 CLIMA

Segundo a classificação climática de Köppen, a região noroeste possui clima Cfa (clima temperado úmido com verão quente). Os valores anuais de chuva variam em média entre 1250 e 1800 mm com concentrações maiores nos meses de verão, em que os valores oscilam entre 450 e 530 mm, com temperaturas médias anuais entre 18 e 25 °C (FIGURA 12) (MANGUEIRA, 2017).

FIGURA 12 – CLIMOGRAMA DO MUNICÍPIO DE AMAPORÃ¹



FONTE: INMET; INSTITUTO DAS ÁGUAS.

ORG: O autor (2018)

Porém, nem sempre o clima da região foi semelhante ao atual, Maack (1953) foi o primeiro autor a inferir climas mais secos no passado, relacionando o desenvolvimento das matas do Paraná somente ao final do Pleistoceno, num período pluvial pós-glacial. Segundo Maack (1953) *apud* Bigarella (1985) “anteriormente predominava um clima de estepes, semiárido”, com evidências encontradas nos campos e nas ilhas de cerrado, existentes em regiões de matas pluviais e subtropicais.

¹ O climograma foi elaborado utilizando dados de chuva do instituto das Águas, estação Amaporã, enquanto os dados de temperatura do INMET, estação Maringá, ambos utilizando o recorte temporal de 1987 a 2017.

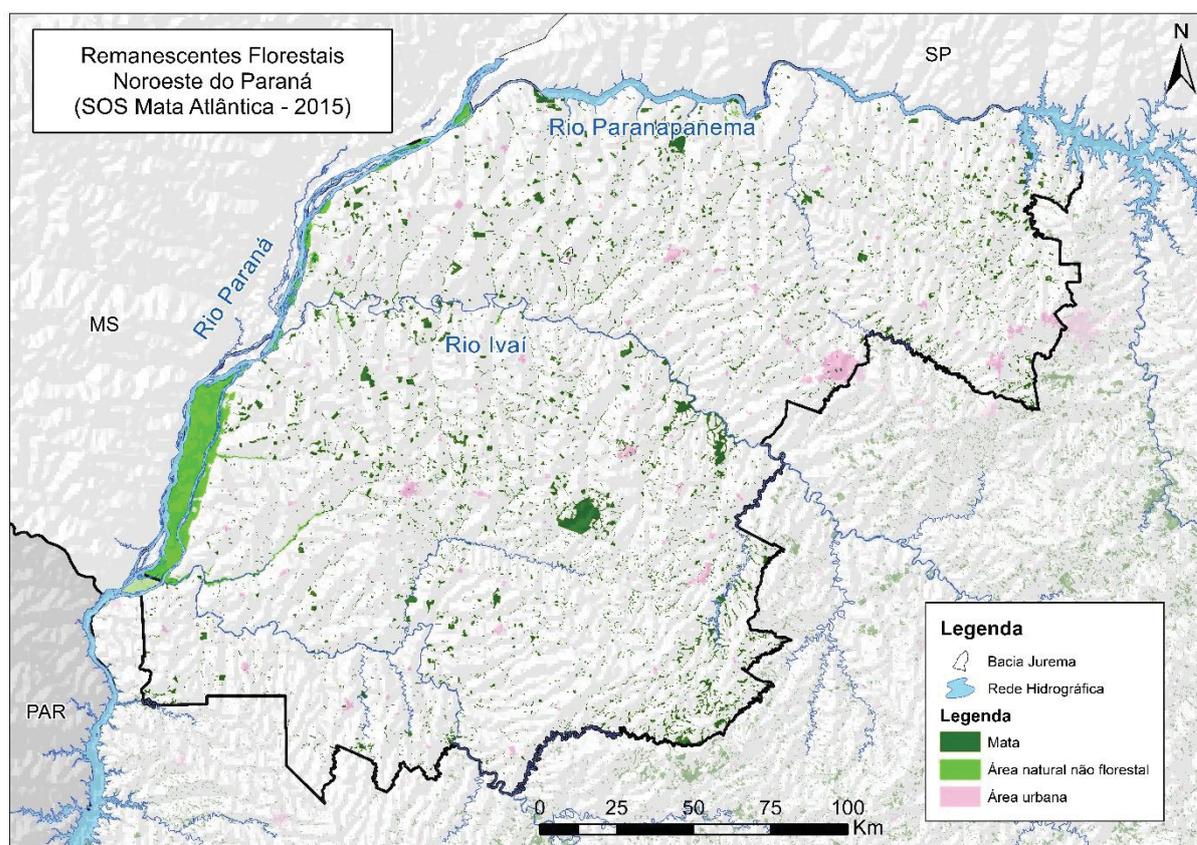
2.2.6 USO DO SOLO E PROBLEMAS ATUAIS

Porém, todas as formações vegetacionais existentes no estado do Paraná passaram por um intenso processo de transformação, desaparecendo a cobertura original e sendo transformada suscetivelmente em terras utilizadas para atividades agropecuárias (RODERJAN *et al.* 2002).

Como ressaltado no início do capítulo, a região noroeste do Paraná passou por um intenso processo de ocupação a partir da década de 1950. Esse processo, movido principalmente pela atividade cafeeira substituiu quase que em sua totalidade as florestas por plantações (RODERJAN *et al.* 2002; KOHLHEPP, 2014).

Atualmente, os remanescentes florestais da região (FIGURA 13) estão condicionados a algumas unidades de conservação e a várzea do Rio Paraná.

FIGURA 13 – REMANESCENTES FLORESTAIS DO NOROESTE DO PARANÁ



Fonte: SOS MATA ATÂNTICA (2005)
ORG: O autor (2019)

Desta forma, os principais problemas ambientais que afeta a região noroeste são as erosões lineares, Mangueira (2014) identificou cerca de 800 feições erosivas distribuídas na região, esses problemas são bastante discutidos na literatura, e são comumente relacionados as características do meio físico da região, principalmente as características do solo bem como o processo de ocupação da região, que tornam o local ainda mais propicio a ocorrência destes processos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A cobertura pedológica é um sistema estrutural, que está inserido na paisagem, e apresenta transformações progressivas em suas organizações, tanto variações verticais (perfil) como laterais (vertente) (QUEIROZ-NETO, 1987).

O solo é um corpo complexo, em trabalhos de gênese ele pode ser entendido por meio de sistemas de transformação, onde ao longo de vertentes a cobertura inicial é frequentemente transformada em solos as vezes muito diferentes (BOULET, 1993).

Com o intuito de analisar o solo ao longo das suas variações verticais e laterais a análise estrutural da cobertura pedológica, permite uma visualização das relações espaciais existentes entre as organizações complexas do solo, que se apresentam ordenadas geneticamente (PELLERIN E HELLUIN, 1988).

Não será destinado um capítulo específico para discutir a análise estrutural da cobertura pedológica, por se tratar de um tema de conhecimento da comunidade científica desde a década de 1980 no Brasil, porém, o tema será abordado na apresentação dos métodos.

Desta forma, ao longo deste capítulo, foi realizada uma breve discussão acerca dos processos de gênese dos solos discutidos ao longo do trabalho, bem como um histórico das pesquisas realizadas na região noroeste do Paraná, descrevendo solos e sistemas pedológicos pertinente ao tema proposto.

3.1 GÊNESE DE SOLOS EM REGIÕES TROPICAIS (LATOSSOLOS, ARGISSOLOS E NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS)

De modo geral, a gênese dos solos está ligada a vários fatores presentes na paisagem, como clima; relevo; material de origem; atividade biológica e tempo (JENNY, 1941), assim a variação nas suas características remete aos processos de formação. Quando se analisa um solo os atributos que nele são encontrados podem ser entendidos como “uma síntese de todos os acontecimentos daquele local específico” (LEPSCH, 2011 p.271).

O solo se desenvolve pela influência de diversos processos de naturezas distintas (química, física, biológica) atuando sob diferentes tipos de materiais de origem em diferentes relevos e climas, logo, é justificável a sua diversidade. O solo é um meio trifásico, possuindo parte sólida, parte líquida e gasosa. Cada fase possui

uma composição distinta, a parte sólida é composta de duas frações: mineral e orgânica (SAMPAIO, 2011). A fase mineral apresenta propriedades derivadas das rochas que o originou, cada rocha possui uma composição distinta e os minerais primários das rochas passam a fazer parte do solo como minerais secundários a partir do intemperismo químico.

Em regiões tropicais é comum a existência de solos profundos, vermelhos ou amarelos, bem drenados suportando uma densa vegetação com a predominância em sua gênese predominam de processos de transformação e remoção. Em condições de índices elevados de chuva e temperatura favorece a lixiviação dos nutrientes e da sílica. Desta forma, solos em avançado estado de intemperismo apresentam intensa perda de sílica (dessilicização), com resultante acúmulo de óxidos insolúveis de ferro e alumínio, sendo os mais frequentes a goetita (FeOOH), a hematita (Fe_2O_3) e a gibbsita $\text{Al}(\text{OH})^3$. Esses aspectos mineralógicos, levam o solo a possuir colorações amarelas (2,5Y-10YR) quando existe goetita e ausência de hematita, e cores avermelhadas (2,5YR - 5R), com a presença de hematita, mesmo quando ela aparece em pequenas quantidades (UEHARA, 1988; KÄMPF *et al*, 1988; ALLEONI E CAMARGO, 1995; ALLEONI *et al*, 2009; KÄMPF *et al*, 2009).

Os Latossolos são solos formados por material mineral e tem um horizonte B latossólico, resultado da intemperização de minerais primários, com concentração relativa de argilominerais e óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, são solos com características ligadas à intemperização e lixiviação intensas, menos de 5% do volume ocupado por materiais pouco alterados e que apresentam baixa diferenciação entre horizontes. A gênese dos Latossolos no Brasil, é associada ao intemperismo *in situ* das rochas subjacentes (KER, 1997, SANTOS, 2000).

Os Argissolos, segunda classe de solo com maior área no Brasil, após os Latossolos, são constituídos por material mineral, e apresentam horizonte diagnóstico B textural (Bt) abaixo de horizonte A ou E, com argila de baixa atividade. Quanto a gênese, existem algumas divergências no que diz respeito a formação do gradiente textural, as pesquisas mais recentes sugerem gênese posterior à dos Latossolos, a partir de um processo de transformação lateral do horizonte Bw característico dos Latossolos (SANTOS, 2000; PHILLIPS, 2004).

Sendo comum a passagem lateral Latossolo-Argissolo, associada a um sistema de transformação de solos, existente devido a fluxos, sobretudo laterais, que promovem a redistribuição de matéria ao longo das vertentes, fazendo com que a

partir de determinado ponto haja o adensamento do horizonte subsuperficial pelo processo de argiluviação (CASTRO 1989; COOPER, 1989).

Enquanto nos Latossolos a drenagem é profunda e vertical, nos Argissolos a partir do surgimento do horizonte Bt na média vertente, a drenagem passa a lateral e subsuperficial, sendo que essa variação textural modifica o perfil do lençol freático, aumentando a carga hídrica e favorecendo o desenvolvimento do *piping*, gerador de voçorocas (SALOMÃO, 1994).

Pesquisas desenvolvidas mostraram que a parte superior dos horizontes Bt é submetida à degradação por eluviação, que acontece devido ao impedimento de drenagem causado pela mudança textural abrupta entre os horizontes A e Bt, fazendo com que haja uma mudança na direção do fluxo hídrico de vertical preferencialmente para horizontal, formando o que é denominado na literatura de lençol suspenso, removendo e destruindo o material argiloso, originando um horizonte E cada vez mais espesso (QUEIROZ NETO *et al.* 1981; BARROS, 1985; CASTRO, 1989).

Ao longo de todo território brasileiro, principalmente ligado a rochas sedimentares ou depósitos quaternários arenosos, é comum a existência de Neossolos Quartzarênicos, tendo esses solos textura areia ou areia franca dentro de 150 cm a partir da superfície com variação de horizontes A/C (SANTOS *et al.* 2013). Esses solos apresentam baixos teores de matéria orgânica e baixa capacidade de troca de catiônica, mesmo no horizonte A (PRADO, 2008).

A existência de Neossolos Quartzarênicos na região noroeste do estado do Paraná já foi relatada por diversos autores. Segundo Gasparetto *et al.* (2001) esses solos estão situados comumente em sistemas de transformação lateral Latossolo/Argissolo/Neossolo Quartzarênico, tendo sua gênese ligada ao recuo das cabeceiras de drenagem e ao aprofundamento dos vales. Muratori (1996) descreve que os Neossolos Quartzarênicos estão em áreas de anfiteatro, localizados em sequência dos Argissolos em sentido jusante na vertente, tendo uma média granulométrica de mais de 90% de areia ao longo de todo o perfil.

A gênese de cada classe de solos identificada na região pode estar associada a distintos processos pedogenéticos atuando em concomitância ou em tempos distintos. Os solos arenosos, objeto de estudo da presente dissertação, passaram por diversos processos pedogenéticos até se encontrarem na forma atual. Alguns trabalhos correlacionam esses solos a deposição direta de sedimentos quartzosos (FRAZÃO *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2013), outros, a processos de Iluviação

(CALEGARI, 2000) ou até mesmo de mudança de níveis de base e realocação de canais (GASPARETTO *et al.*, 2001).

3.2 SISTEMAS PEDOLÓGICOS NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

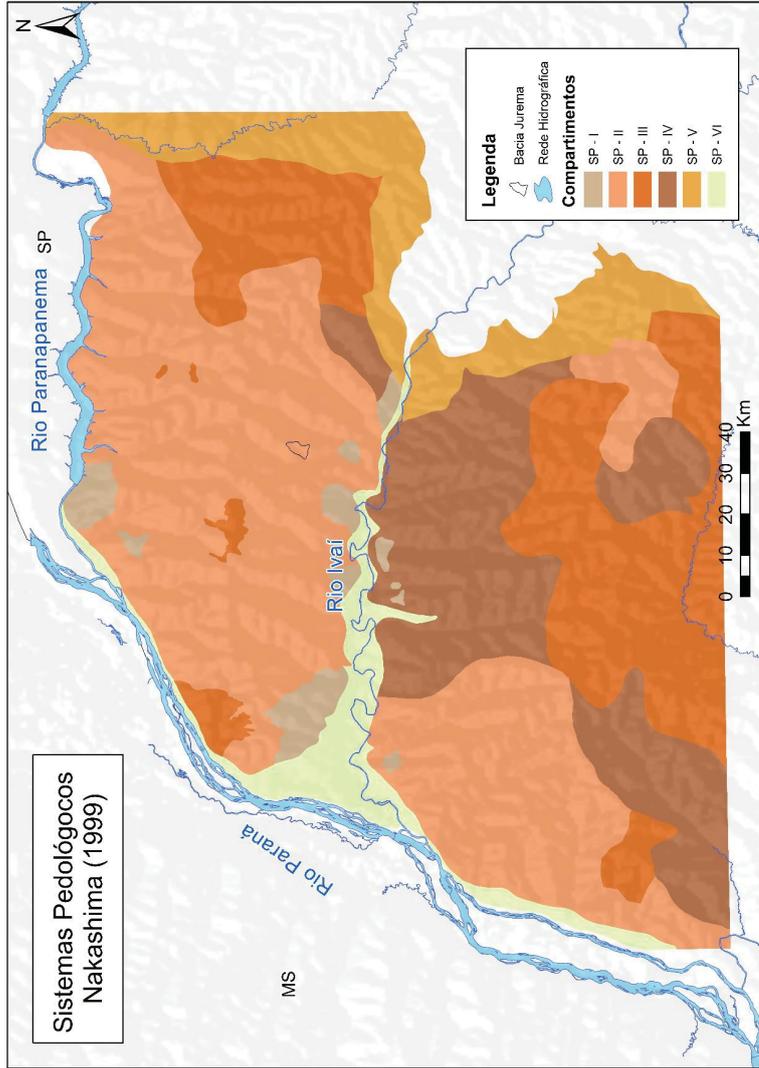
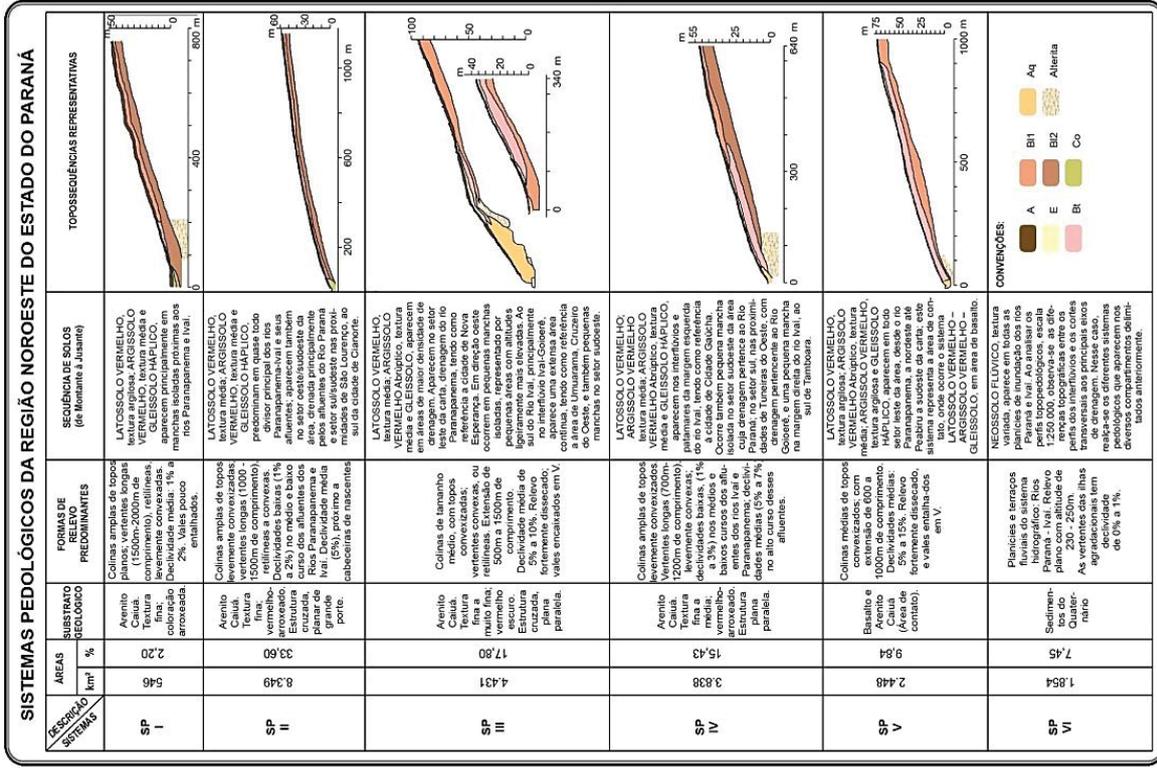
Nakashima (1999) cartografou os sistemas pedológicos em nível regional para o noroeste do Paraná, subdividindo a região em 6 conjuntos de sistemas (FIGURA 14), agrupando áreas em função dos padrões de drenagem, relevo e substrato geológico. Embora o autor não considere os Neossolos Quartzarênicos nos sistemas, o trabalho é o que abrange uma maior área e caracteriza de maneira mais detalhada os sistemas pedológicos regionais. Segundo o autor, são identificados na região os seguintes (FIGURA 14 e QUADRO 2):

QUADRO 2 - SISTEMAS PEDOLÓGICOS SEGUNDO NAKASHIMA (1999)

Sistema	Características
Sistema I	Latossolo Vermelho, textura argilosa Argissolo Vermelho Amarelo, textura média e Gleissolo
Sistema II	Latossolo Vermelho, textura média Argissolo Vermelho Amarelo, textura média e Gleissolo
Sistema III	Latossolo Vermelho, textura média Argissolo Vermelho Amarelo (abruptico) textura média e Gleissolo
Sistema V	Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho Amarelo textura média, Argissolo Vermelho Amarelo (abruptico), textura média e Gleissolo
Sistema VI	Neossolo Flúvico; Gleissolo, textura variada

FONTE: NAKASHIMA (1999)

FIGURA 14 – MAPA E REPRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS



FONTE: NAKASHIMA (1999)

Muratori (1996) estudou as areias quartzosas (Neossolos Quartzarênicos) existentes na região, utilizando a cidade de Rondon como área teste. A autora, mesmo não utilizando os conceitos de sistema pedológico, descreve que em áreas de anfiteatro, com a existência de canais de primeira ordem, existem Argissolos/Latossolos sucedidos de Neossolos Quartzarênicos e Depósitos, sendo o condicionante da transição dos solos a incisão dos canais de drenagem.

Gasparetto *et al.* (2001), os autores descrevem a existência de um sistema de transformação lateral, de Latossolos para Argissolos e por fim para Neossolos Quartzarênicos, relacionado ao recuo das cabeceiras de drenagem e ao aprofundamento dos vales.

Cunha *et al.* (1999) investigaram uma topossequência no município de Umuarama, constituída de um sistema pedológico composto por Latossolo Vermelho no topo, passando lateralmente a Argissolo Vermelho-Amarelo no terço médio e a Neossolo Quartzarênico no terço inferior.

Calegari (2000) descreveu os sistemas pedológicos de 10 topossequências numa porção do município de Nova Esperança (QUADRO 3). A autora identificou um padrão de distribuição dos solos, caracterizando 5 sistemas diferentes de distribuição dos solos:

QUADRO 3 - SISTEMAS PEDOLÓGICOS SEGUNDO CALEGARI (2000)

Sequência de distribuição	Descrição
Latossolos – Neossolos Quartzarênicos	Cabeceiras de drenagem e vertentes com baixa declividade, cobertura latossólica predomina na vertente gradando para Neossolo Quartzarênico nos fundos de vale
Latossolos – Argissolos – Latossolos	Cobertura latossólica predominando, com cobertura argissólica na média vertente associada a rupturas de declive
Latossolos – Argissolos – Cambissolos	Predomínio de Latossolos com Argissolos e Cambissolos na média vertente com rupturas de declive próximas ao talvegue
Latossolos – Argissolos – Neossolos Quartzarênicos – Gleissolos	Sistema de transformação lateral do tipo e-iluvial. Sistema representativo no contexto regional, encontrado em vertentes longas. Apresenta duas frentes de transformação “uma a montante, menos dinâmica que degrada o Bw dando origem ao Bt, alterado a direção do fluxo subsuperficial de vertical para horizontal, outra a jusante, que evolui em sentido remontante, destruindo a base do Bt, dando origem a areia quartzosa por

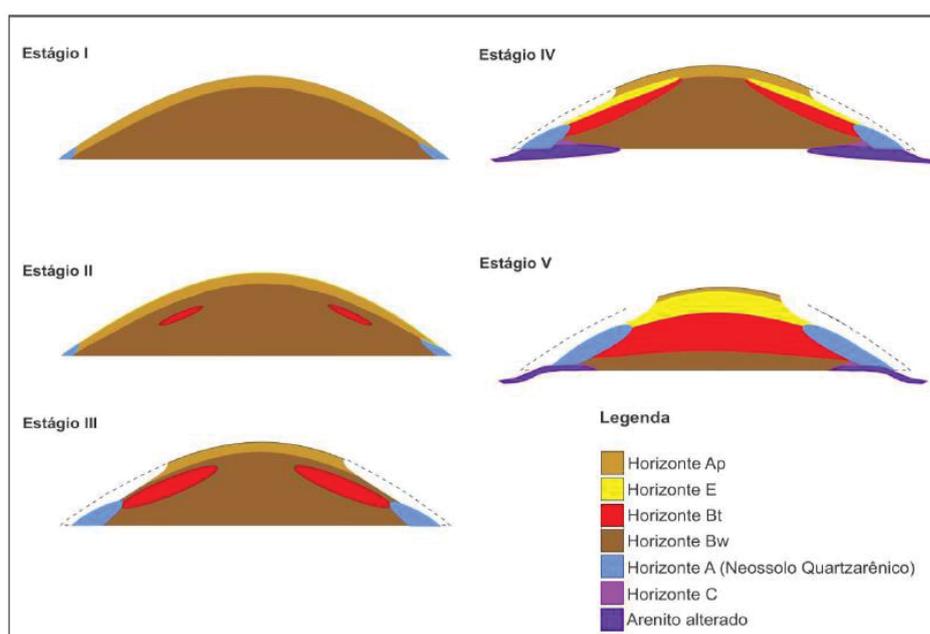
	processos como lixiviação (CALEGARI, 2000, p. 84)
Argissolos – Cambissolos	Ocorre em vertentes abruptas, predomínio da cobertura argissólica com solos rasos a partir das rupturas de declive

FONTE: CALEGARI (2000)

A partir dos padrões de distribuição de solos na paisagem descritos por Calegari (2000), a autora desenvolveu um modelo de evolução morfopedológica (FIGURA 15) com base em um sistema de transformação lateral e-iluvial e identificou V estágios de evolução morfopedológica, sendo eles:

- Estágio I: Relevo plano, cobertura latossólica homogênea, com desenvolvimento de um pacote arenoso no fundo de vale;
- Estágio II: Início de um sistema de transformação lateral dando início a cobertura argissólica;
- Estágio III: Acentuação no gradiente textural Latossolo/Argissolo e aprofundamento da ruptura de declive;
- Estágio IV: Cobertura argissolica predomina na vertente, formação de um horizonte arenoso superficial;
- Estágio V: Transformação por completo de Latossolos em Argissolos.

FIGURA 15 - MODELO DE EVOLUÇÃO PEDOLÓGICA



FONTE: FUMIYA (2017) adaptado de CALEGARI (2000)

Martins (2000) identifica 2 principais sistemas pedológicos para uma bacia no município de Cidade Gaúcha, um sistema composto por Latossolos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos e outro composto por Latossolos e Neossolos Quartzarênicos unicamente, onde a autora atribui sua evolução e dinâmica a circulação hídrica interna

Segundo Zapparoli (2010) os Neossolos Quartzarênicos da região noroeste do Paraná são derivados da Formação Caiuá, ocorrem em relevo suave ondulado, se restringindo a baixa vertente ou áreas embaciadas, e são desenvolvidos a partir de espessamento dos horizontes eluviais dos Argissolos.

Os trabalhos realizados até então sobre a gênese dos solos no noroeste do Paraná tiveram como enfoque principal o estudo do sistema de transformação lateral Latossolo/Argissolo e obtiveram resultados importantes relacionados aos seus mecanismos de formação como também do comportamento físico-hídrico desses solos, contudo, existe ainda na literatura uma lacuna em relação a trabalhos que abordem a gênese dos solos arenosos, na qual o presente trabalho pretende contribuir.

A seguir uma síntese dos trabalhos existentes sobre os solos da região noroeste é apresentada no quadro (QUADRO 4):

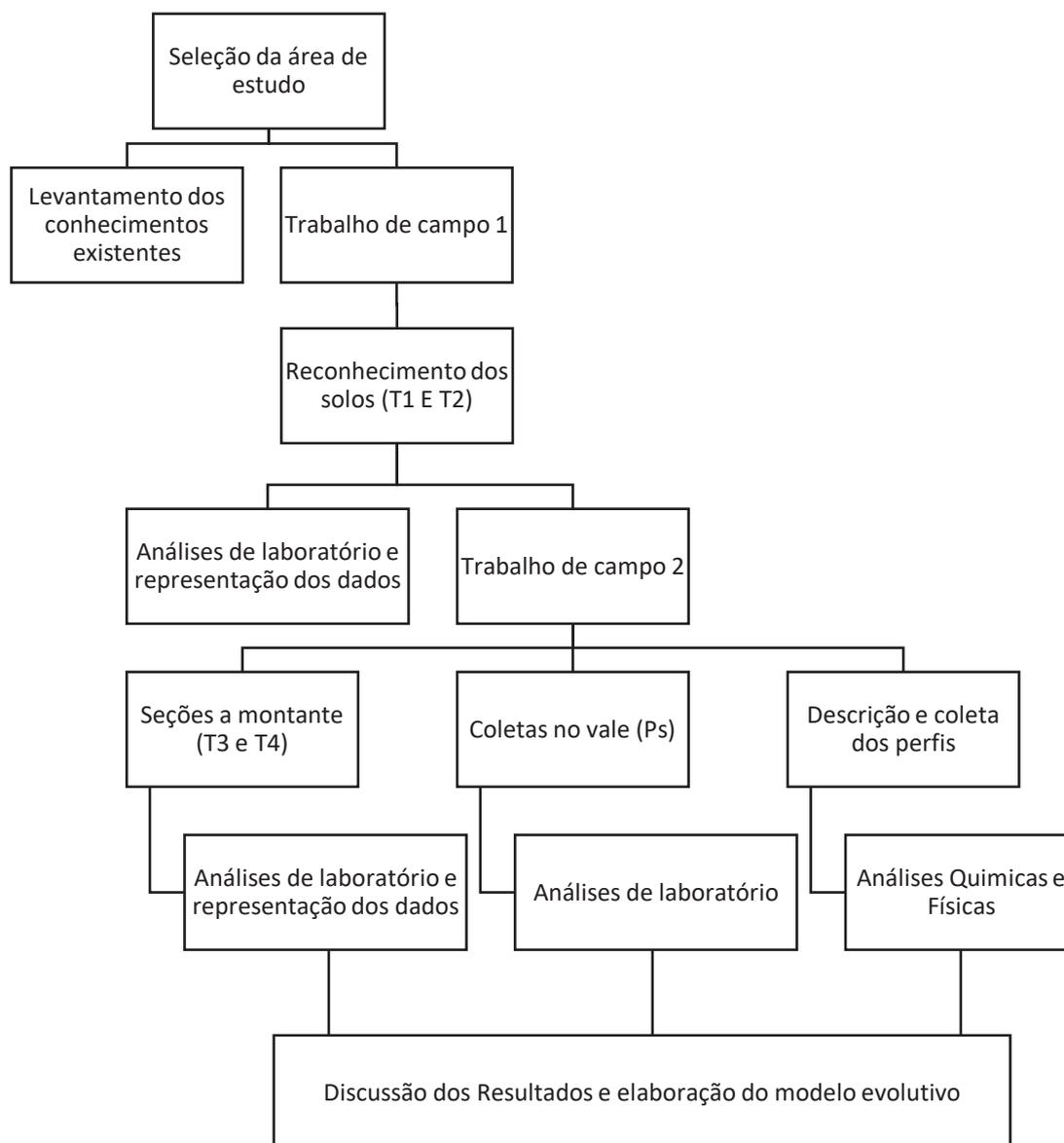
QUADRO 4 - SINTESE DOS TRABALHOS NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ

AUTOR	LOCAL	SISTEMA
MURATORI (1996)	RONDON	SISTEMA DEFINIDO PRINCIPALMENTE COM TRANSIÇÕES ARGISSOLO – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO - DEPÓSITOS, COM OS NEOSSOLOS CONDICIONADOS A PORÇÕES DEPRIMIDAS DO RELEVO EM ANFITEATROS E COM CANAIS DE PRIMEIRA ORDEM.
NAKASHIMA (1999)	TODA A REGIAO NOROESTE	SEIS SISTEMAS PEDOLÓGICOS LOCAIS, COM A DISTRIBUIÇÃO LIGADA A PADROES DE RELEVO E RUPTURAS DE DECLIVE QUE CONDICIONAM A EXPRESSÃO E EXISTENCIA DOS ARGISSOLOS AO LONGO DAS VERTENTES.
CUNHA <i>et al</i> (1999)	UMUARAMA	SISTEMA PEDOLÓGICO COMPOSTO POR LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO NO TOPO, PASSANDO LATERALMENTE A ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO NO TERÇO MÉDIO E A NEOSSOLO-QUARTZARÊNICO NO TERÇO INFERIOR.
CALEGARI (2000)	NOVA ESPERANÇA	CINCO PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE SOLOS CARACTERIZANDO UM SISTEMA DE EVOLUÇÃO, INICIANDO EM LATOSSOLOS EVOLUINDO PARA ARGISSOLOS AMBOS COM A EXISTENCIA DE NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS NOS FUNDOS DE VALE.
MARTINS (2000)	CIDADE GAÚCHA	DOIS SISTEMAS PEDOLÓGICOS; UM LATOSSOLO/ARGISSOLO/NEOSSOLO QUARTZARÊNICO E OUTRO LATOSSOLO /NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, COM DUAS FRENTE DE TRANSFORMAÇÃO, PRIMEIRA ELUVIAL-ILUVIAL E SEGUNDA ILUVIAL-ELUVIAL
GASPARETTO <i>et al</i> (2001)	CIANORTE	SISTEMA DE EVOLUÇÃO LATERAL LATOSSOLO/ARGISSOLO/NEOSSOLO QUARTZARÊNICO COM A PASSAGEM RELACIONADA A RECUO DAS CABECEIRAS E APROFUNDAMENTO DOS VALES.
ZAPAROLI (2010)	FLORAÍ	SISTEMA COMPOSTO POR DUAS FRENTE DE TRANSFORMAÇÃO, UMA NA ALTA VERTENTE, ONDE O BT AVANÇA REMONTANTEMENTE EM DIREÇÃO AO LATOSSOLO; OUTRA NA MÉDIA VERTENTE, PREVALECENDO PROCESSOS VERTICAIS QUE FAZEM COM QUE O HORIZONTE BT ATINJA O CONTATO COM A ALTERITA; E OUTRA FRENTE DE TRANSFORMAÇÃO IMPORTANTE E BASTANTE AGRESSIVA OCORRE NA BAIXA VERTENTE, DEVIDO À OSCILAÇÃO DO LENÇOL FREÁTICO, RESPONSÁVEL PELA DESTRUIÇÃO DE TODOS OS HORIZONTES ARGILOSOS, RESTANDO APENAS UM VOLUME ESPESSE DE TEXTURA ARENOSA.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos do presente trabalho podem ser resumidos no fluxograma da FIGURA 16:

FIGURA 16 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DO PROJETO



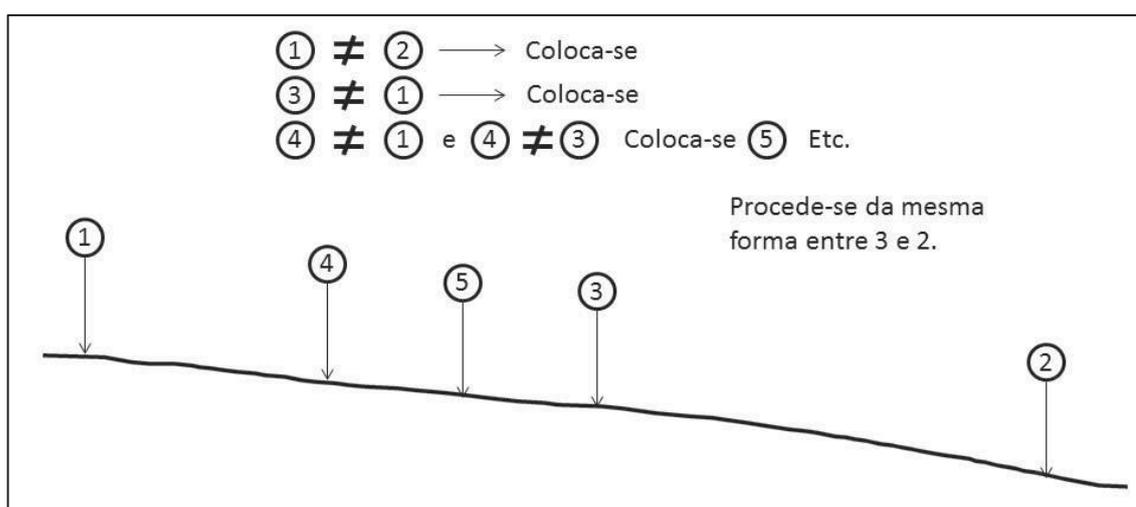
FONTE: O autor (2017)

4.1 ANÁLISE ESTRUTURAL DA COBERTURA PEDOLÓGICA DA ÁREA

O método aplicado para o desenvolvimento do presente trabalho foi a análise estrutural da cobertura pedológica. Essa análise foi desenvolvida a partir de uma série de estudos desenvolvidos por pedólogos franceses da década de 1970, principalmente na África e introduzida no Brasil na década de 1980, com o trabalho pioneiro de Barros (1985).

Em termos gerais, o trabalho se baseia em observações de campo e na análise do solo quanto a sua distribuição ao longo das vertentes (FIGURA 17). Esse procedimento permite a coleta sistemática de amostras ao longo de uma vertente e a observação de descontinuidades de camadas ou horizontes do solo (GASPARETTO et al. 2001).

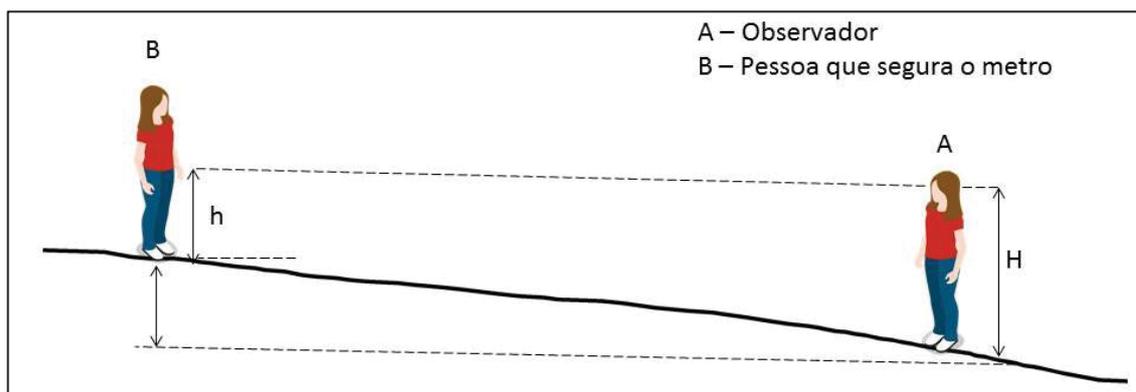
FIGURA 17 - OBSERVAÇÕES SEGUNDO O MÉTODO DA ANÁLISE ESTRUTURAL



FONTE: Adaptado de BOULET *et al.* (1982a)

Para o desenvolvimento desta etapa da pesquisa foi necessário um levantamento topográfico detalhado em campo. O método adotado consistiu na utilização de um clinômetro de bolha, onde duas pessoas separadas por uma distância conhecida mediram o desnível visível a altura dos olhos de uma para a outra (FIGURA 18) e repetiram esse procedimento anotando os valores coletados até o recobrimento total da área de interesse (CUNHA *et al.* 2011; BRICALLI, 2006).

FIGURA 18 - PROCEDIMENTO DE LEVANTAMENTO DA TOPOGRÁFIA LOCAL



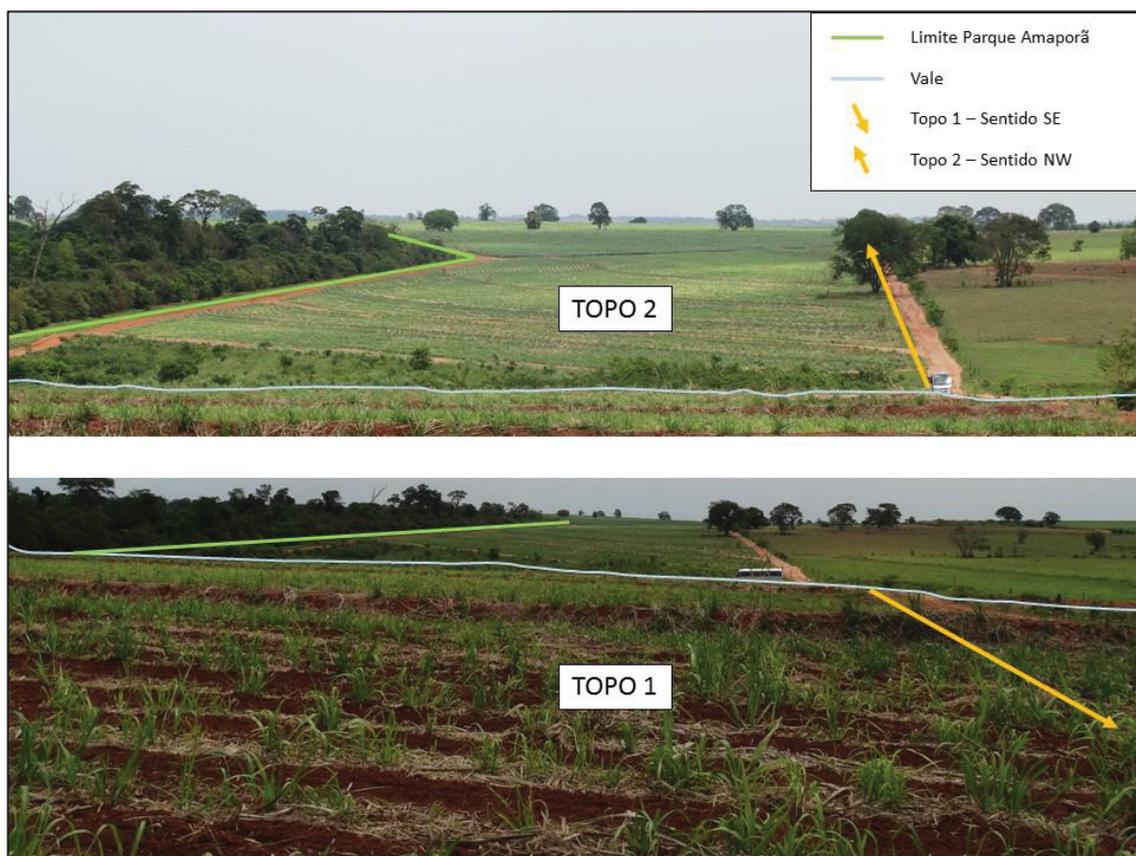
FONTE: Adaptado de BRICALLI (2006)

Foram realizadas sondagens a trado ao longo das topossequências com o objetivo de verificar algumas características morfológicas do solo como: sucessão, espessura, limites e quando possível as transições entre os horizontes, e a cor do solo (amostra seca e úmida).

O trabalho de campo foi realizado de acordo com o pressuposto metodológico contido em Boulet *et al.* (1982, a, b e c), as sondagens realizadas possibilitaram cartografar a distribuição bidimensional dos horizontes pedológicos e suas transições verticais e laterais. A descrição dos solos foi realizada segundo Santos *et al.* (2010) e a classificação conforme Santos *et al.* (2013). Amostras deformadas de cada horizonte foram coletadas para realização de análises físicas e químicas.

Iniciou-se o trabalho de campo em dois divisores de água que convergem para um vale comum (FIGURA 19). Ao longo da topossequência 1 (T1) foram realizadas 13 sondagens, e na topossequência 2 (T2) 14 sondagens, totalizando 27 sondagens, com sondagens até 120 cm de profundidade.

FIGURA 19 - ÁREA DE REALIZAÇÃO DAS TOPOSSEQUÊNCIAS



FONTE: O AUTOR (2017)

LEGENDA: Acima vista da T2 e abaixo da T1.

Para cada sondagem foram coletadas amostras nas profundidades de 0-5, 20, 50, 90 e 120 cm, para que pudessem ser verificadas mudanças nas características morfológicas dos solos (cor e textura). A verificação das cores do solo foi determinada com o auxílio da carta de cores de Munsell ®.

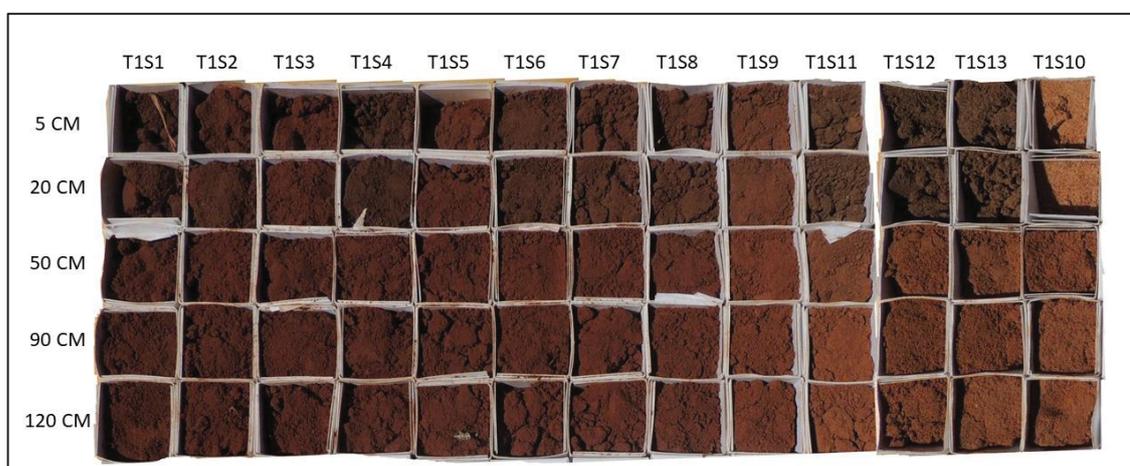
As amostras coletadas foram dispostas em pedocomparadores (FIGURA 20; FIGURA 21; FIGURA 23; FIGURA 24) para análise posterior das alterações de cor ao longo das vertentes estudadas, buscando assim estabelecer gradientes de variação lateral e não apenas analisar os perfis verticais ou horizontes amostrados (BOULET, 1993).

A montante da T1 e T2, foram realizadas duas sequências de tradagens (T3 e T4), foram elaboradas, partindo do fundo do vale até cerca de 200 metros a montante em ambos os lados das vertentes. Essas sequencias tiveram como objetivo determinar as características morfológicas desse trecho de tradagens e compara-lo

com os mesmos segmentos das topossequencias T1 e T2. Por não seguirem os preceitos metodológicos determinados para a confecção das topossequencias, ou seja, cartografar a vertente desde o topo até o fundo de vale, foram denominadas de seção de vertente. Foram realizadas também coletas em todo o vale, desde o trecho temporário até o trecho perene do rio (Ps).

Por fim, foram aproveitadas 14 amostras existentes da bacia (PJ 1 a PJ14) coletadas em atividade de campo pretéritas a realização da presente pesquisa. (FIGURA 22).

FIGURA 20 – AMOSTRAS DA T1



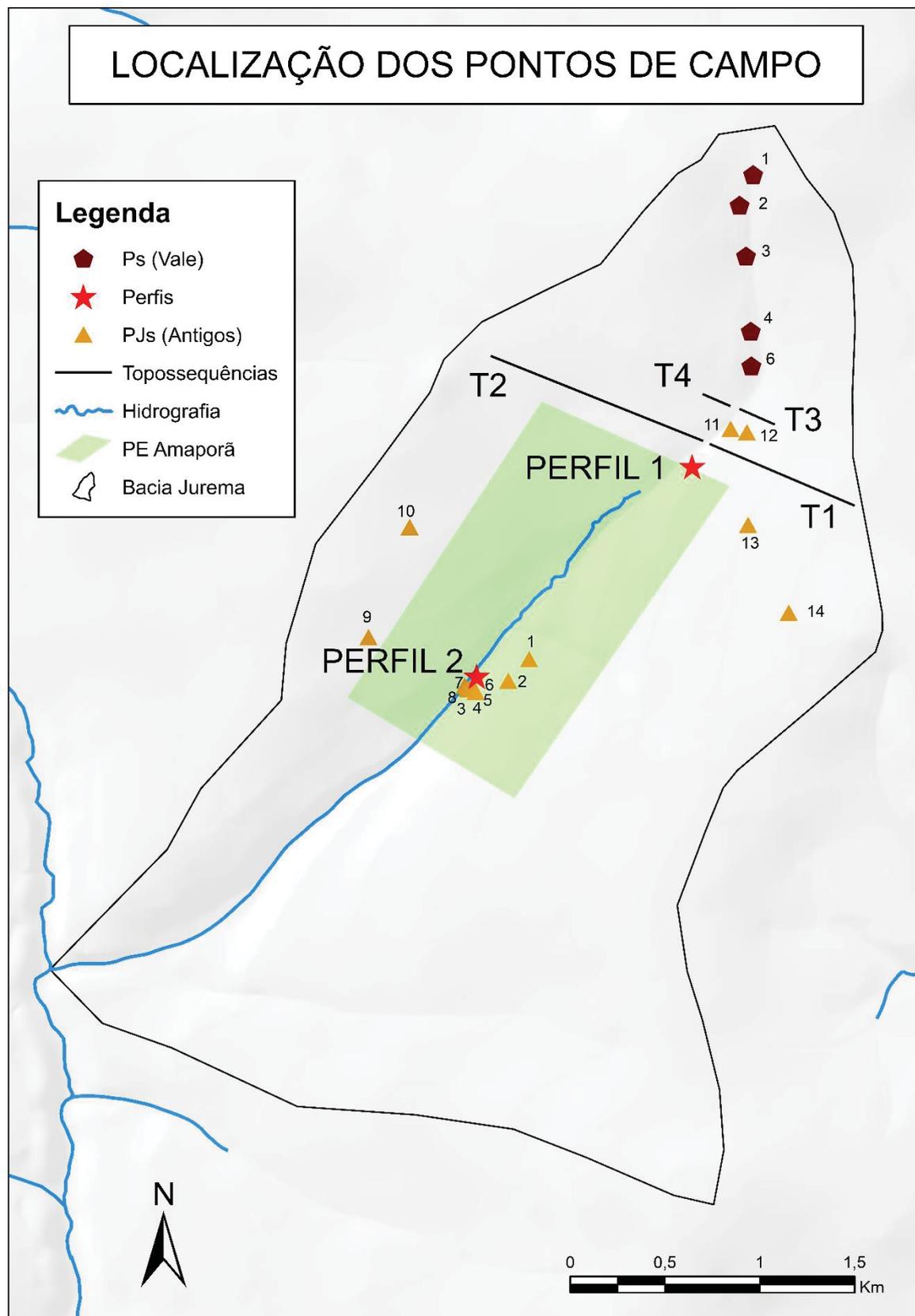
LEGENDA: Da esquerda para a direita fundo de vale em direção ao topo.

FIGURA 21 – AMOSTRAS DA T2 – DA ESQUERDA PARA A DIREITA TOPO EM DIREÇÃO AO FUNDO DE VALE



LEGENDA: Da esquerda para a direita topo em direção ao fundo de vale.

FIGURA 22 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA EM CAMPO



FONTE: O autor (2018)

FIGURA 23 – AMOSTRAS T3 E T4

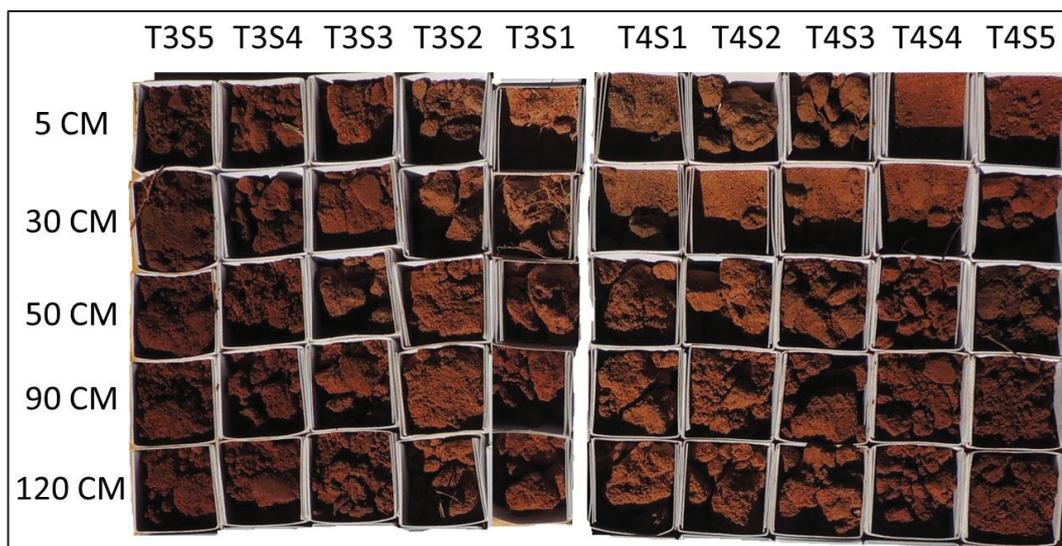


FIGURA 24 – AMOSTRAS PJ



FONTE: O autor (2018)

Além das sondagens a trado, foi realizada também a descrição e classificação de 2 perfis de solo expostos segundo método contido em Santos *et al.* (2010). Para os perfis, foram descritas as características morfológicas: horizontes, profundidade, cor (seca e úmida), textura de campo, estrutura, consistência, plasticidade, pegajosidade e transição. Das amostras coletadas foram feitas as análises granulométricas e químicas (Ph em CaCl, pH SMP, Al, H+Al, Ca, Mg, K, P, C, K) e com esses dados calculados os valores de CTC, V e M %.

4.2 ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS

Após a secagem das amostras, passou-se para a etapa da análise granulométrica, as análises físicas foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia e Petrologia Sedimentar da UFPR (LABESED), vinculado ao Departamento de Geologia. Os torrões de solo foram desmanchados e quarteados, em seguida, pesados entre 10 e 20g em um recipiente e adicionado o dispersante químico Hexametáfosfato de sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) sempre com peso inferior a 1g. Adicionou-se então 200 ml de água a amostra de solo junto ao dispersante e deixada em um agitador de hélice por cerca de 5 minutos, posteriormente o recipiente foi despejado em uma proveta de 500 ml e adicionada água até preencher o recipiente.

Com a solução na proveta, o material foi novamente agitado e a partir de então iniciou-se a contagem de tempo de queda do material com base na lei de Stokes (LIMA E LUZ, 2001). Foram coletadas 20 ml da solução nos tempos pré-determinados (QUADRO 5) e depositados em um recipiente plástico que foi levado a estufa, de modo a diferença entre os pesos vazio e cheio do recipiente, e a relação entre esses valores representar as frações de partícula encontradas no solo (FIGURA 25).

QUADRO 5 - TEMPOS DE COLETA DAS PARTICULAS

Diâmetro da partícula	Tempo de queda	Profundidade de coleta
0,062 -0,031	58s	20cm
0,031-0,016	3m52s	20cm
0,016-0,008	7min44s	10cm
0,008-0,004	31min	10cm
<0,004	2h03min	10cm

FIGURA 25 – PROCEDIMENTOS UTILIZADOS PARA AS ANÁLISES GRANULOMETRICAS



FONTE: O autor (2018)

LEGENDA: a) Provetas cheias aguardando os tempos de coleta.

b) Recipientes plásticos utilizados para levar as amostras a secagem.

As frações mais grossas que silte foram discretizadas por granulometria a laser utilizando o granulômetro Microtrac S3500 BlueWave (FIGURA 26). No analisador foi colocado cerca de 1 g de amostra que passou por difração de laser. A determinação do tamanho dos grãos neste equipamento é baseada na interação entre três feixes de laser vermelho ($\lambda = 780 \text{ nm}$) e a partícula de sedimento (MICROTRAC, 2005; GUILHERME *et al*, 2015).

FIGURA 26 - MICROTRAC FLEX S3500



FONTE: O autor (2018)

Por fim as amostras foram discretizadas em 3 frações totais pelo método da pipetagem: silte, argila e areia e em 5 Frações de areia, por granulometria a laser: muito fina, fina, média, grossa e muito grossa (QUADRO 6). As frações de areia foram discretizadas com maior nível de detalhe pois representam a principal fração

granulométrica dos solos da região, sendo responsável por mais de 80% do material mineral desses solos, em geral. Os tamanhos utilizados não seguiram o modelo da EMBRAPA, pois como havia a possibilidade de subdividir as frações de areia pela granulometria a lazer, foram desmembradas as frações em 7 classes.

QUADRO 6 - TAMANHO E FRAÇÃO DAS PARTICULAS

NOMENCLATURA	DIMENSÃO (MM)
AREIA MUITO GROSSA	2 A 1
AREIA GROSSA	1 A 0.5
AREIA MÉDIA	0.5 A 0.25
AREIA FINA	0.25 A 0.125
AREIA MUITO FINA	0.125 A 0.062
SILTE	0.062 A 0.004
ARGILA	> 0.002

A partir das amostras coletadas foram extraídos os valores de média aritmética simples; mediana; desvio padrão. variância da amostra; intervalo; mínimo e máximo. As análises foram feitas para a T1 e T2, subdividindo as topossequências em um grupo de topo e outro de fundo de vale, o primeiro engloba as amostras em cotas altimétricas superiores a 380m enquanto o segundo em cotas inferiores a esse mesmo valor. Desses dados foram elaborados os gráficos boxplot.

4.3 ANÁLISES QUÍMICAS

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de química e fertilidade do solo (LQFS), vinculado ao departamento de solos e engenharia agrícola (DSEA) da UFPR. Para essas análises, foram utilizadas apenas as amostras coletadas dos perfis. As análises seguem o método descrito por PAVAN *et al* (1992) e os procedimentos realizados estão no texto localizado no ANEXO I - APOSTILA DO LQFS SOBRE OS MÉTODOS RELATIVOS AS ANÁLISES QUÍMICAS.

4.4 REPRESENTAÇÃO DOS DADOS DE SOLO EM AMBIENTE SIG

Por fim os resultados foram plotados em papel milimetrado, respeitando as escalas verticais, horizontais e do solo. Posteriormente o perfil espacializado foi convertido em arquivo digital e processado utilizando o *software ArcGIS 10.3*.

Para a representação gráfica dos dados granulométricos das topossequências as vertentes foram georreferenciadas e vetorizadas, com os dados em ambiente SIG foram plotadas as 27 sondagens e os 135 pontos (FIGURA 27) da T1 E T2 e as 10 sondagens e os 50 pontos (FIGURA 28) da T3 e T4, nos quais houveram coletas e análises de amostras (5 profundidades para cada sondagem).

FIGURA 27 – PONTOS UTILIZADOS PARA INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DE SOLO DA T1 E T2

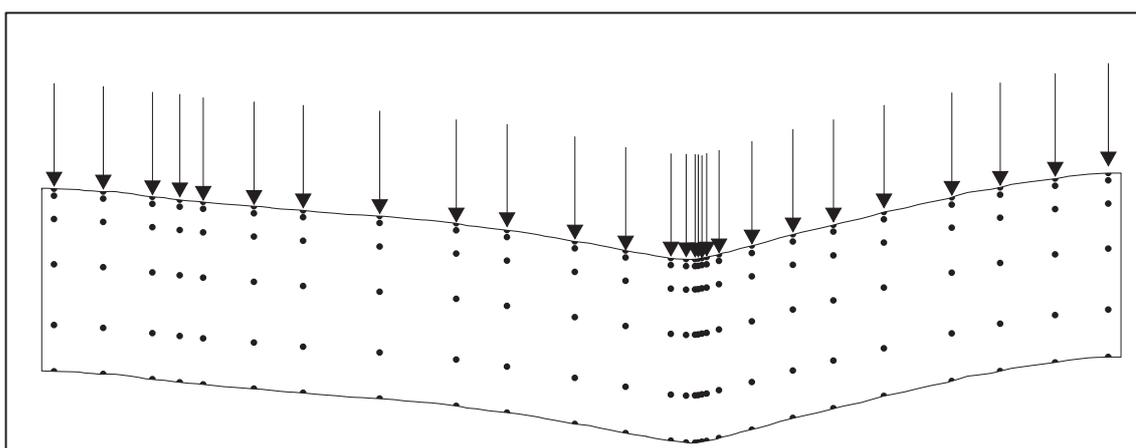
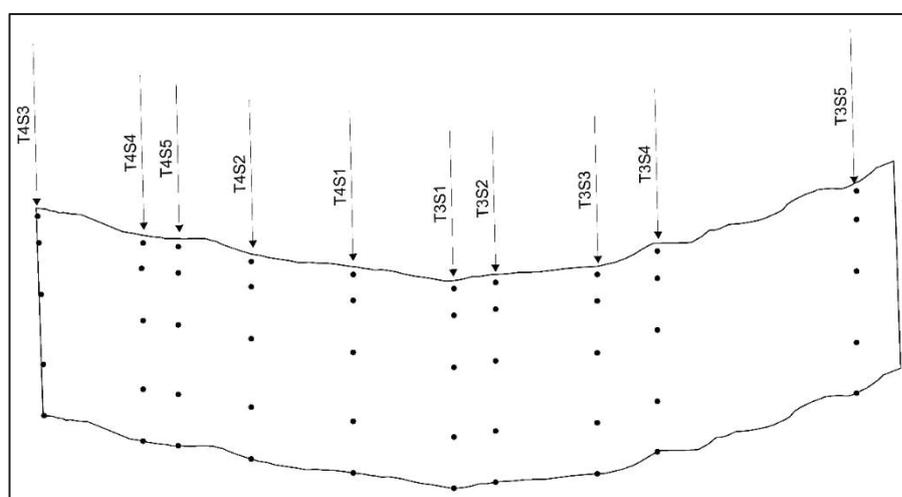


FIGURA 28 – PONTOS UTILIZADOS PARA INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DE SOLO DA T3 E T4



FONTE: O autor (2018)

Os dados de solo foram então interpolados para a representação contínua das informações na vertente, realizados testes com diversos interpoladores (*natural neighbor*; *kriging*; *spline*; IDW), todavia, a interpolação necessitou de diversos testes. O interpolador selecionado foi o *natural neighbor*, pois se apresenta como um interpolador simples e que não “inventa” valores novos, sendo seu emprego realizado por meio da seguinte formula (EQUAÇÃO 1).

$$G(\widehat{x, y}) = \sum_{i=1}^N w_i \int (x_i, y_i) \quad [1]$$

Onde:

G (x,y) é estimado em x e y

w_i são os pesos

(x_i, y_i) são os dados de entrada conhecidos

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estão organizados de modo a primeiro descrever dos perfis amostrados e caracterizados, na sequência o sistema pedológico no qual se foi trabalhado. Após, estão dispostos os resultados do estudo macromorfológico das topossequências, e, por fim uma síntese com discussões sobre os resultados obtidos no trabalho.

5.1 PERFIS

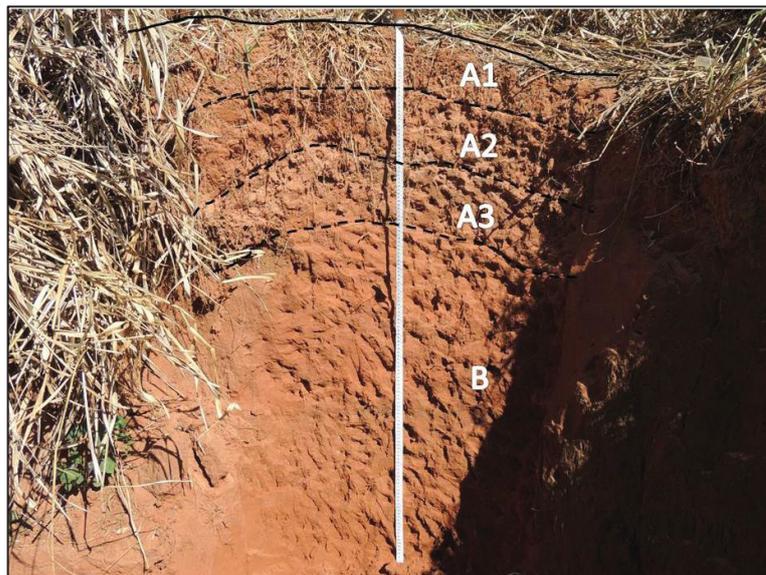
O perfil 1 (FIGURA 29) apresenta 1 m e 50 centímetros e possui uma sucessão de horizontes Ap – Ab – Ba – Bt. Os dois horizontes mais próximos a superfície (Ap e Ab) com características de material depositado enquanto o horizonte Ba com características de material *in situ*.

A estrutura varia de em blocos média nos horizontes superficiais a em blocos pequenos no horizonte Bt. O perfil apresentou uma relação textural de 4,7, sendo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico Espessarênico Abrúptico.

O perfil apresenta características morfológicas semelhantes as encontradas nos Latossolos, como estrutura e falta de cerosidade. Porém, como o horizonte A, possui uma porcentagem muito baixa de argila, a relação textural necessária para que o solo seja classificado como Argissolo (relação de 1,8 em solos de textura média arenosa) é facilmente alcançada.

Portanto, os Argissolos da bacia aparentam ser resultado de um processo de empobrecimento de argila do horizonte A mais relevante que um acúmulo do horizonte B. O comportamento físico-hídrico desses solos é mais próximo ao dos Latossolos que dos Argissolos.

FIGURA 29 – PERFIL DE ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO



O perfil 2 (FIGURA 30) foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico, apresenta cerca de 1 m e 65 centímetros, e uma sucessão de horizontes A/C. A área de ocorrência desse grupo são os vales e margens do Córrego Jurema, e o início dessa classe de solo situa-se nas proximidades as nascentes localizadas na bacia.

FIGURA 30 – PERFIL DE NEOSSOLO QUARTZARÊNICO



FONTE: O autor (2018)

Os resultados das análises químicas evidenciam a baixa quantidade de sais (K, P, Mg e Ca) disponíveis nos perfis amostrados, condicionado ao aumento das taxas de argila, principalmente no perfil 1 (TABELA 1) e ao aumento da matéria orgânica, notado no horizonte A do Perfil 2 (TABELA 2). O pH de ambos os perfis é ácido (entre 4,17 e 4,63), ilustrando a elevada lixiviação das quais os perfis foram submetidos.

A CTC de ambos os perfis (*QUADRO 7*) é baixíssima, logo, a quantidade de sítios de carga disponível para associação aos sais é baixa, fato esse relacionado a textura arenosa dos solos, tendo as amostra com maiores CTC (1,75 e 1,86) no horizonte A do Perfil 2, que apresenta a maior quantidade de matéria orgânica amostrada na bacia, identificada pelo carbono (2,1) e no horizonte B2 do Perfil 1, pelos 11% de argila no perfil.

TABELA 1 – RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO PERFIL 1

		X	Y	PERFIL 1																	
COORDENADAS		317155	7447172	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO ESPESARÊNICO ABRÚPTICO														ELEVAÇÃO (m)			
		(g ⁻¹ Kg)		Cmolc/dm ³														Cmolc/dm ³			
Horizonte	Argila	Silte	Areia	Ph CaCl	pH SMP	Al	H+Al	Ca	Mg	K	ppm			g/dm ³			ppm	Cmolc/dm ³		M%	
											P	C	C	K	V%	CTC (EFETIVA)	V%	M%			
A1	17,19	52,6	930,2	4,63	7	0,11	2,4	0,6	0,5	0,09	2,5	0,6	0,6	3,6	33,14	1,3	33,14	8,46%			
A2	12,08	25,71	962,19	4,32	7,1	0,17	2,2	0,6	0,3	0,05	0,9	0,6	0,6	2	30,15	1,12	30,15	15,18%			
A3	23,67	56,45	919,86	4,17	6,9	0,27	2,5	0,7	0,3	0,05	0,6	0,6	0,6	2,1	29,57	1,32	29,57	20,45%			
B1	48,41	44,47	907,11	4,3	7,1	0,16	2,2	0,8	0,3	0,05	1,2	0,6	0,6	1,9	34,32	1,31	34,32	12,21%			
B2	113,56	56,7	829,72	4,27	6,9	0,31	2,5	1	0,5	0,05	0,6	0,6	0,6	1,8	38,27	1,86	38,27	16,67%			

TABELA 2 – RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DO PERFIL 2

		X	Y	PERFIL 2																	
COORDENADAS		315987	7446064	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ÓRTICO TÍPICO														ELEVAÇÃO (m)			
		(g ⁻¹ Kg)		Cmolc/dm ³														Cmolc/dm ³			
Horizonte	Argila	Silte	Areia	Ph CaCl	pH SMP	Al	H+Al	Ca	Mg	K	ppm			g/dm ³			ppm	Cmolc/dm ³		M%	
											P	C	C	K	V%	CTC	V%	M%			
A	51,29	33	915,69	4,38	7,1	0,14	2,2	1,1	0,4	0,11	1,2	2,1	2,1	4,2	42,25	1,75	42,25	8,00%			
C	29,04	16,1	954,82	4,35	7,3	0,17	1,9	0,9	0,3	0,06	0,6	0,6	0,6	2,4	39,87	1,43	39,87	11,89%			

FONTE: O autor (2018)

5.2 SISTEMA PEDOLÓGICO

As topossequências estudadas apresentam um sistema pedológico composto de duas classes de solo: Argissolos e Neossolos Quartzarênicos. Os Argissolos ocupam toda a porção superior e média das vertentes com os Neossolos Quartzarênicos ocupando os vales em berço. Existe uma sucessão com um horizonte Ap recobrimdo toda a superfície, com um horizonte Bt de coloração vermelha a montante e um horizonte C de coloração vermelho amarela nos vales.

Este sistema se assemelha a topossequência 9 descrito por Calegari (2000) (sistema Latossolo-Areia Quartzosa). Há diferença existente entre os sistemas está nos solos que se situam a montante, no estudo de Calegari (2000) são os Latossolos enquanto no presente trabalho os Argissolos, embora exista essa diferença marcante, o ambiente de ocorrência dos Neossolos Quartzarênicos é o mesmo.

Martins (2000) descreve sistemas semelhantes em uma bacia no município de Cidade Gauchá, destacando modificação lateral nítida nos aspectos cor e textura, onde de montante a jusante existem solos avermelhados que passam a solos de coloração mais clara e mais arenosos.

Nas as porções sem drenagem perene, os Neossolos Quartzarênicos possuem coloração vermelho-amarela e são morfologicamente semelhantes aos Latossolos. Enquanto nas porções com drenagem instaladas, eles possuem coloração bruno-claro-acinzentada e são morfologicamente típicos a classe dos Neossolos Quartzarênicos.

5.3 ESTUDO MACROMORFOLÓGICO DAS TOPOSSEQUÊNCIAS

Os resultados a seguir descritos correspondem as sondagens realizadas a trado nas vertentes a montante do PE de Amaporã, e a sua análise permite estabelecer as características do solo: cor, profundidade dos horizontes e textura.

A vertente referente a T1 se inicia a 424 m de altitude, com sentido SE-NW, localizada na margem esquerda do vale do córrego Jurema, possui extensão de 878 m e variação altimétrica de 42 m até a última sondagem localizada a 384 m de altitude.

A vertente denominada T2 começa a 414 m de altitude com sentido NW-SE, situada na margem direita do vale do córrego Jurema, possui extensão de 1520 m e uma variação altimétrica de 32 m até a última sondagem.

Os horizontes identificados ao longo das topossequências T1 e T2 possuem poucas variações verticais e laterais até o início do terço inferior, conforme pode ser observado na topografia local e na distribuição das sondagens nas duas vertentes (APÊNDICE F – REPRESENTAÇÃO DA T1 E T2).

Nas porções superiores e médias das duas vertentes o solo caracteriza-se pela presença de um horizonte Ap, de coloração vermelho escuro acinzentado (2,5 YR 2,5/3 ou 2,5 YR 3/3), a espessura deste horizonte varia entre 15 e 30 cm, em profundidade ele transiciona para um horizonte B com cor vermelho-escuro ou vermelho (2,5 YR 3/6 ou 2,5 YR 4/6) que permanece homogêneo em profundidade até o limite das sondagens (120 cm).

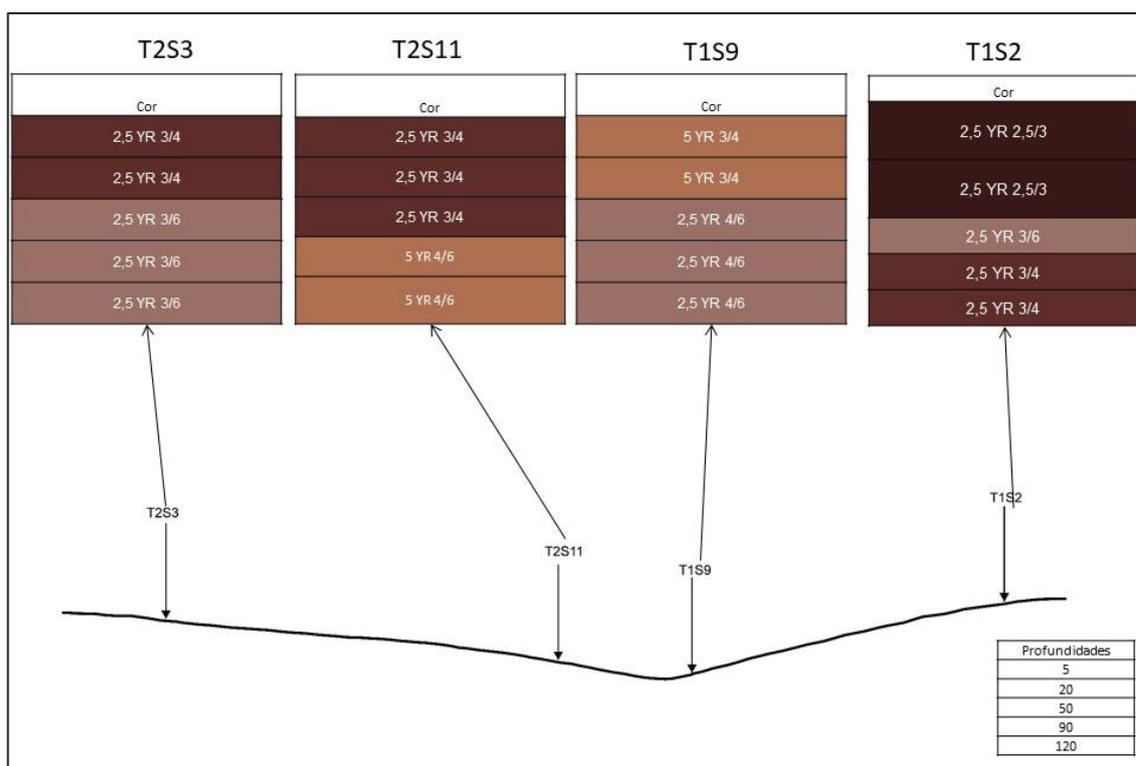
Na T1, em duas sondagens (3 e 5), não foi constatada a presença do horizonte A, essa ausência foi atribuída ao cultivo da cana de açúcar, evidenciado em campo pelo manejo agrícola com presença de terraços que descaracterizam comumente a superfície do solo e permite a erosão/decapitação do horizonte superficial.

No terço inferior de ambas as vertentes, os horizontes adquirem tons vermelho-amarelado (5 YR 3/4 e 4/6) (FIGURA 31), enquanto que no fundo de vale uma cobertura arenosa caracterizada por areia solta, fina e esbranquiçada recobre os horizontes subjacentes.

Próximo ao fundo de vale (sondagem 9 na T1 e 12 na T2), observou-se a presença de água livre no solo, sendo que na sondagem 10 da T1, a partir de 100 cm da superfície, a resposta na retirada do trado do solo foi de uma amostra totalmente saturada.

Em estudos realizados em topossequências (FAUCK, 1974; BOULET *et al.*, 1984) é comum a identificação de um limite de drenagem livre associado a solos amarelados (devido ao processo de oxi-redução), condizente com os resultados obtidos em campo, observa-se que a medida que se desloca do topo das vertentes em direção ao fundo de vale, o nível freático apresenta-se mais próximo da superfície do solo e conseqüentemente, limitando a drenagem vertical, gerando condições favoráveis a redução do Fe e levando a cores mais pálidas.

FIGURA 31 - VARIAÇÃO DAS CORES DO SOLO AO LONGO DA T1 E T2



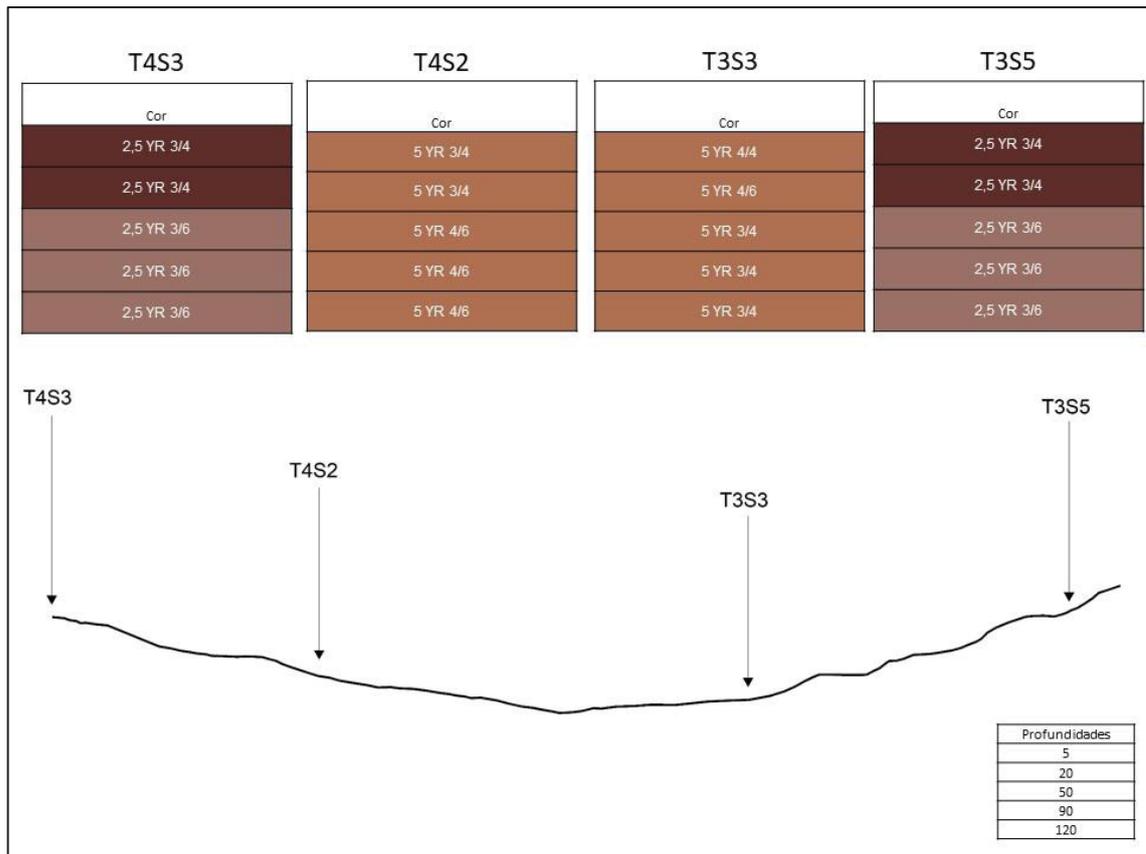
FONTE: O autor (2018)

A seção de vertente T3 se inicia a 393 m de altitude com sentido SE-NW, possui extensão de 220 m e variação altimétrica de 13 m.

A seção de vertente T4 começa a 386 m com sentido NW-SE, possui extensão de 200 m e uma variação altimétrica de 6 m até a última sondagem

Nas seções (T3 e T4), localizadas a montante das topossequências, verificou-se nos trechos amostrados as mesmas características encontrados nas topossequências (FIGURA 32) (APÊNDICE G – REPRESENTAÇÃO DA T3 E T4), com uma ressalva importante: o horizonte vermelho-amarelado (5 YR 3/4 e 4/6) nessas seções se encontra confinado no fundo do vale quando comparado ao horizonte com as mesmas características na T1 e T2 (FIGURA 29).

FIGURA 32 - VARIAÇÃO DAS CORES DO SOLO AO LONGO DA T3 E T4

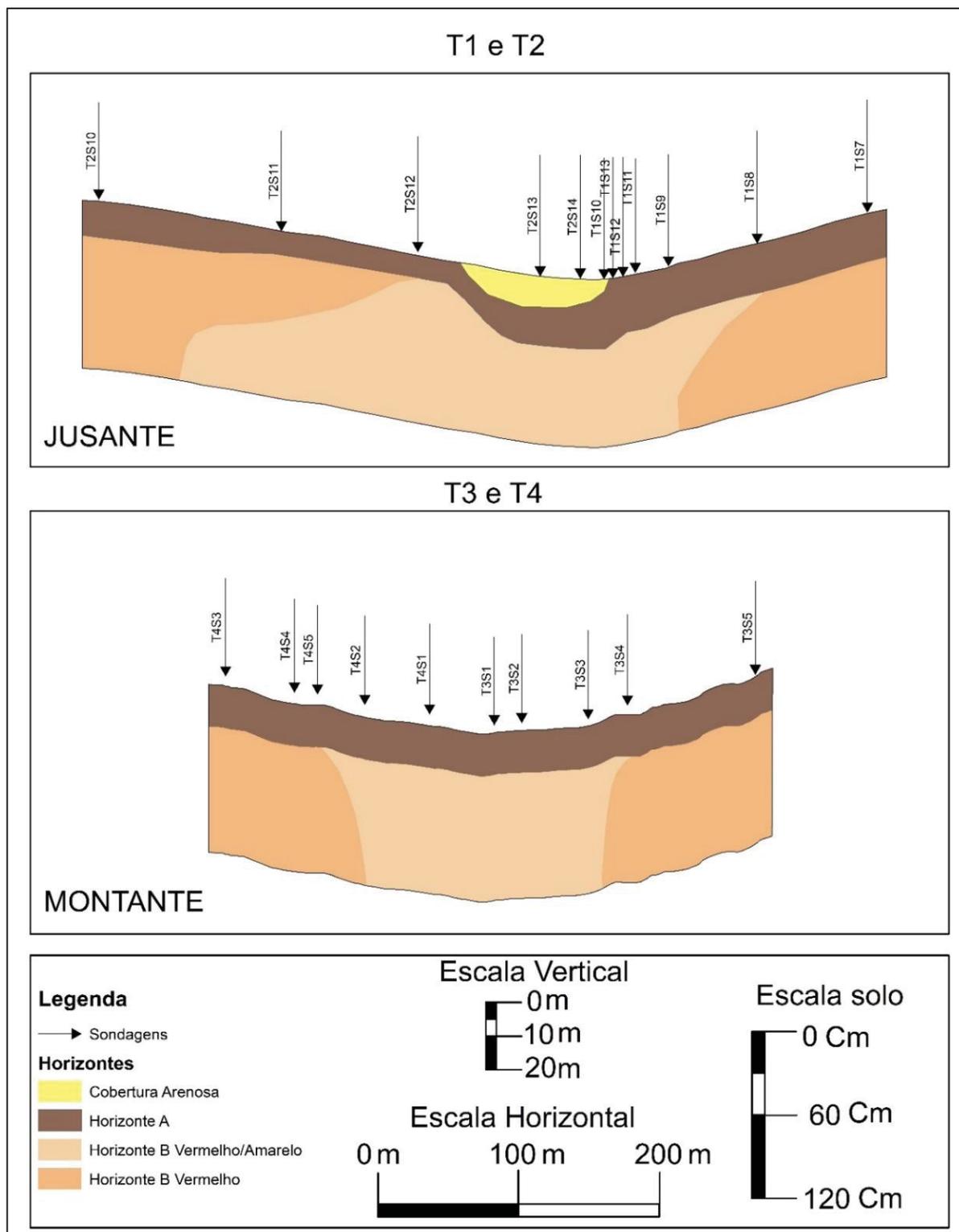


FONTE: O autor (2017)

Na T1, o horizonte amarelo se inicia a uma distância de 100 metros do vale, enquanto na T2 essa distância é de 300 metros. Na T3 e T4 esse mesmo horizonte se inicia a uma distância menor do vale, 85 metros na T3 e 100 metros na T4, como pode ser observado na comparação entre as topossequências e as secções de vertente na

FIGURA 33.

FIGURA 33 – COMPARAÇÃO ENTRE AS TOPOSSEQUÊNCIAS



5.4 ESTUDO ANALÍTICO

Os resultados analíticos das topossequências, seções e perfis estão descritos nos tópicos a seguir, sendo que a visualização dos dados poderá ser feita através dos apêndices APÊNDICE F – REPRESENTAÇÃO DA T1 E T2 e APÊNDICE G – REPRESENTAÇÃO DA T3 E T4, bem como todos os dados das sondagens e perfis estão dispostos nos apêndices A, B, C, D e E.

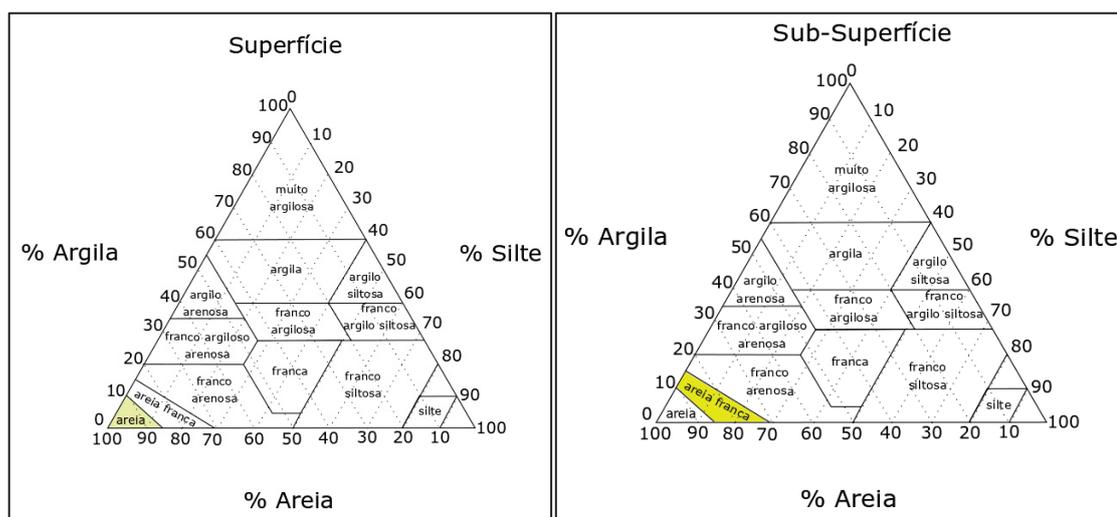
5.4.1 GRANULOMETRIA

Neste item constam os resultados das análises granulométricas realizadas a partir de 274 amostras coletadas em 52 sondagens a trado e 2 perfis de solo. Para as amostras coletadas nas sondagens (topossequências e seções) foram geradas curvas de isodirerenciação, disponíveis para consulta nos anexos F e G.

As análises estatísticas incluíram somente as topossequências T1 e T2, visto que somente estas possibilitaram uma análise completa de duas vertentes, ou seja, do topo até o fundo do vale.

As amostras coletadas em superfície (profundidades 5 e 20 cm) se apresentaram na classe textural areia, enquanto as amostras de subsuperfície (profundidades 50, 90 e 120 cm) textura areia franca (FIGURA 34).

FIGURA 34 – CLASSES TEXTURAS DAS AMOSTRAS COLETADAS



FONTE: O autor (2019)

A análise conjunta dos resultados possibilitou a separação das topossequências em dois grupos².

Para a fração argila, foi verificado aumento no seu percentual a partir dos 50 cm de profundidade nas duas topossequências analisadas, alcançando máximas próximas a 18% e médias próximas a 13%. Esse fato é evidenciado através do limite das curvas de isovalor a partir da curva 11%. No fundo de vale os percentuais de argila diminuem, até os 120 cm de profundidade, contudo, essa redução é mais expressiva nos primeiros 50 cm (TABELA 3). Foram observadas nítidas distinções entre superfície e subsuperfície nas amostras do grupo 1 e do grupo 2 no que se refere a distribuição das argilas ao longo das topossequências (APÊNDICE F – REPRESENTAÇÃO DA T1 E T2 e APÊNDICE G – REPRESENTAÇÃO DA T3 E T4).

TABELA 3 - VALORES PARA ARGILA NOS GRUPOS 1 E 2

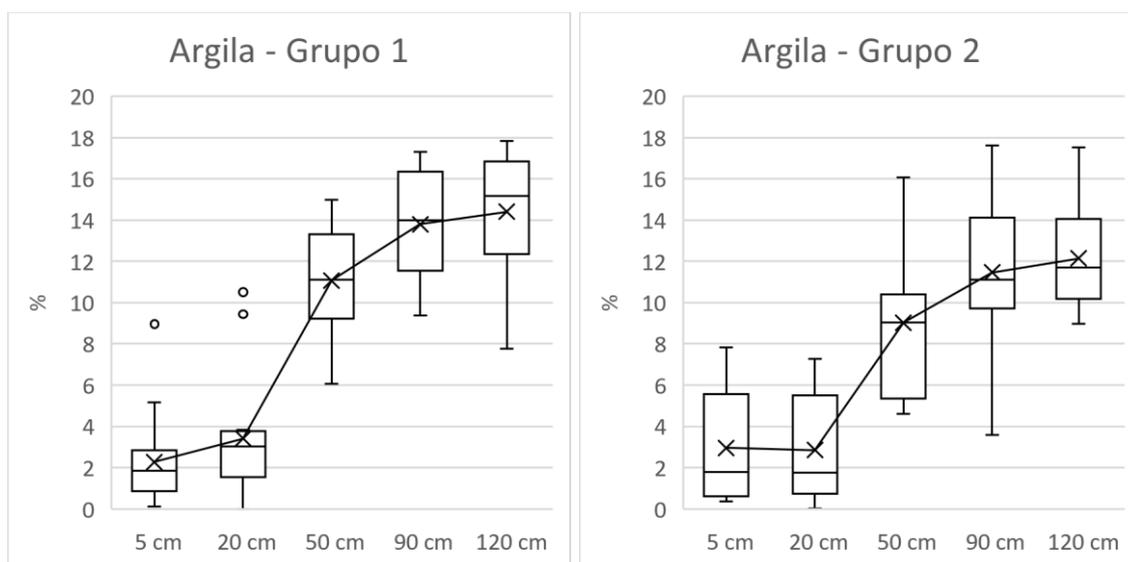
ARGILA (%)	GRUPO 1				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	2,36	3,69	10,80	13,26	13,95
MEDIANA	1,55	3,10	10,74	12,70	14,99
MÍNIMO	0,11	0,006	6,07	9,36	7,76
MÁXIMO	8,95	10,50	14,42	17,31	17,84
ARGILA (%)	GRUPO 2				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	2,95	2,85	9,02	11,46	12,14
MEDIANA	1,78	1,74	9,04	11,10	11,70
MÍNIMO	0,37	0,01	4,59	3,57	8,97
MÁXIMO	7,82	7,26	16,06	17,62	17,51

FONTE: O autor (2018)

Por meio da FIGURA 35 é possível constatar uma concentração de argila em subsuperfície iniciando próximo ao topo na T1 e já na média encosta na T2, esse processo pode ser indício dos processos de formação do horizonte Bt, dos Argissolos, muito descritos para a região.

² Para os cálculos estatísticos foram utilizadas somente as topossequências T1 e T2. Tendo em vista que o foco da pesquisa foi o estudo dos solos de fundo de vale, as amostras foram divididas em dois grupos. O grupo 1 com altimetria superior a 380 m e o grupo 2 com altimetria inferior a 380 m, que representa o solo do fundo de vale.

FIGURA 35 - GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DAS ARGILAS DA T1 E T2



FONTE: O autor (2019)

Na fração silte, os resultados indicaram um baixo percentual dessa fração ao longo das duas topossequências, com exceção para as amostras nos primeiros 30 cm de profundidade que apresentam percentuais iguais ou superiores a 6%.

Para a fração areia total se observou percentuais elevados nas amostras situadas entre os 30 e 50 cm de profundidade, com valores iguais ou superiores a 85%, em praticamente todas as topossequências estudadas, no vale esses percentuais ganham expressão também em profundidade (FIGURA 36).

Nas amostras do grupo 1, em superfície as médias de areia são de 91% e em subsuperfície de 82% em geral. No fundo de vale (grupo 2), as médias de areia ficam próximas a 92% em superfície e diminuem conforme a profundidade atingindo valores de 86% em subsuperfície. Destaca-se essa relação entre as médias em profundidade, há um nítido aumento nos valores de areia, destacado através da curva de isovalor 85%, que forma nas proximidades do vale uma espécie de "U", indicando que essa porção das vertentes condiciona um aumento da fração areia total ao longo do perfil, mas principalmente em subsuperfície (TABELA 4).

FIGURA 36 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DAS AREIAS DA T1 E T2

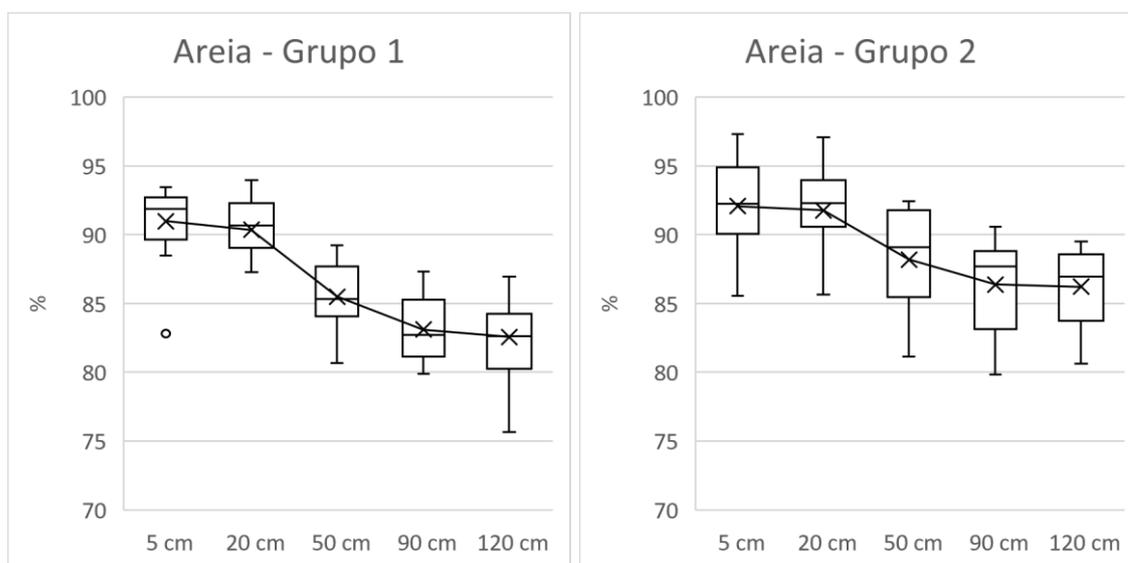


TABELA 4 – VALORES PARA AREIA NOS GRUPOS 1 E 2

AREIA	GRUPO 1				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	91,17	90,31	85,82	83,45	82,75
MEDIANA	91,96	90,53	85,61	83,23	83,12
MÍNIMO	82,82	82,79	81,18	79,89	75,65
MÁXIMO	93,44	93,98	89,22	87,31	86,94
AREIA	GRUPO 2				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	92,07	91,76	88,18	86,38	86,22
MEDIANA	92,26	92,26	89,08	87,67	86,92
MÍNIMO	85,56	85,64	81,11	79,85	80,62
MÁXIMO	97,33	97,09	92,45	90,56	89,52

FONTE: O autor (2019)

As frações areia muito fina, fina e média (FIGURA 37; FIGURA 38 e FIGURA 39), seguiram a mesma tendência da areia grossa ao longo das topossequências: percentuais maiores para as amostras do grupo 1 e menores para as amostras do grupo 2.

FIGURA 37 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA MUITO FINA DA T1 E T2

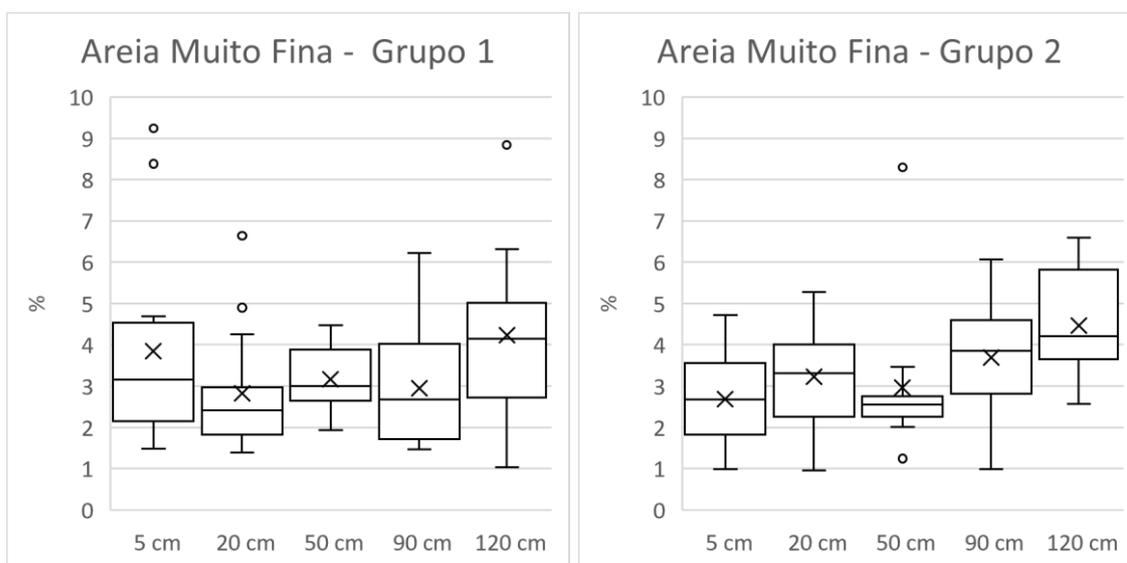


FIGURA 38 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA FINA DA T1 E T2

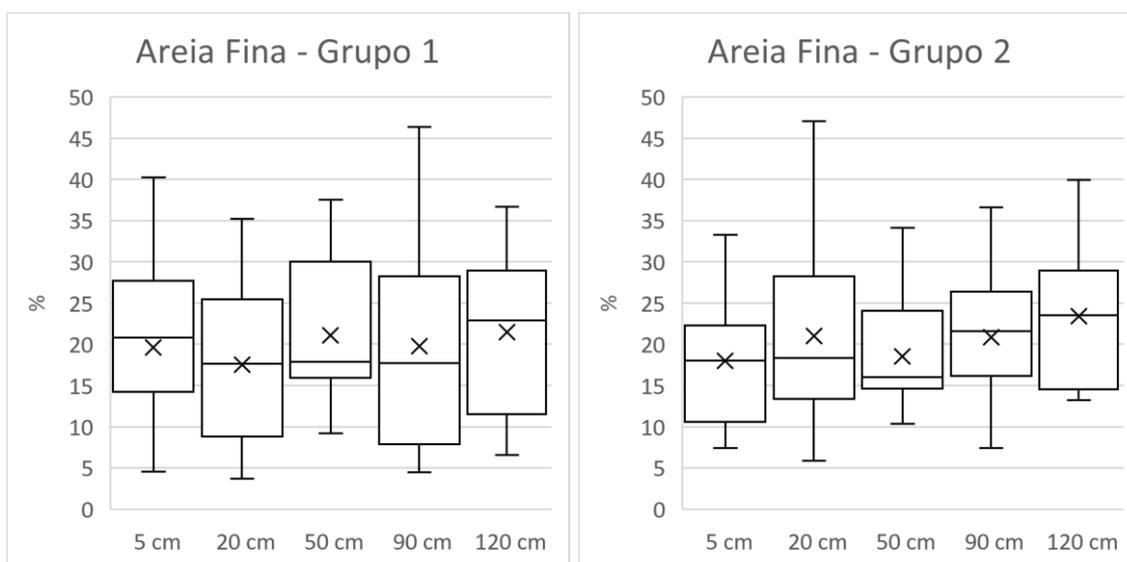
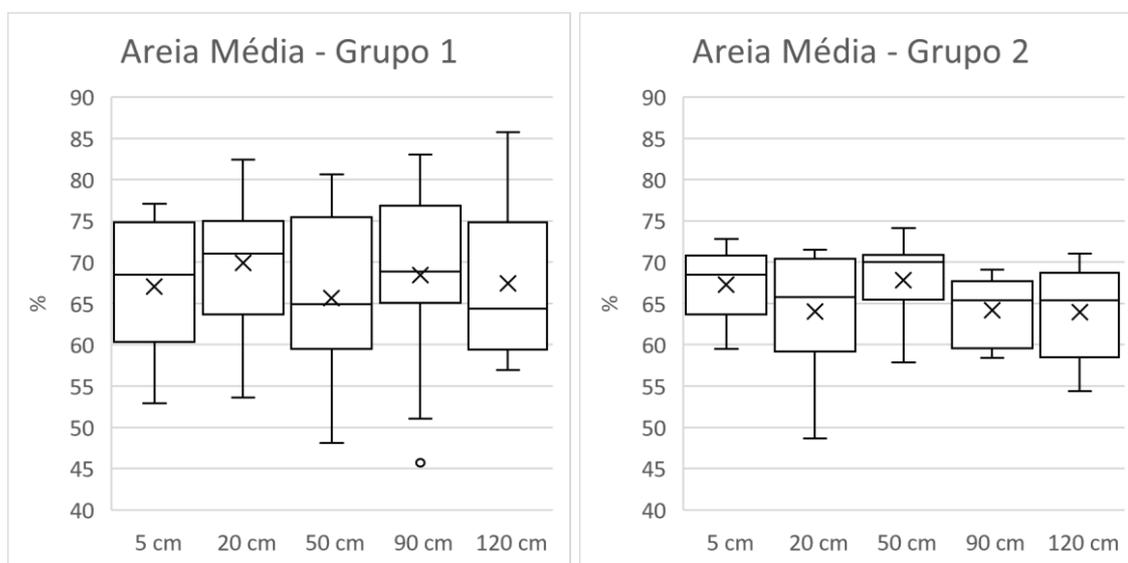


FIGURA 39 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA MÉDIA DA T1 E T2

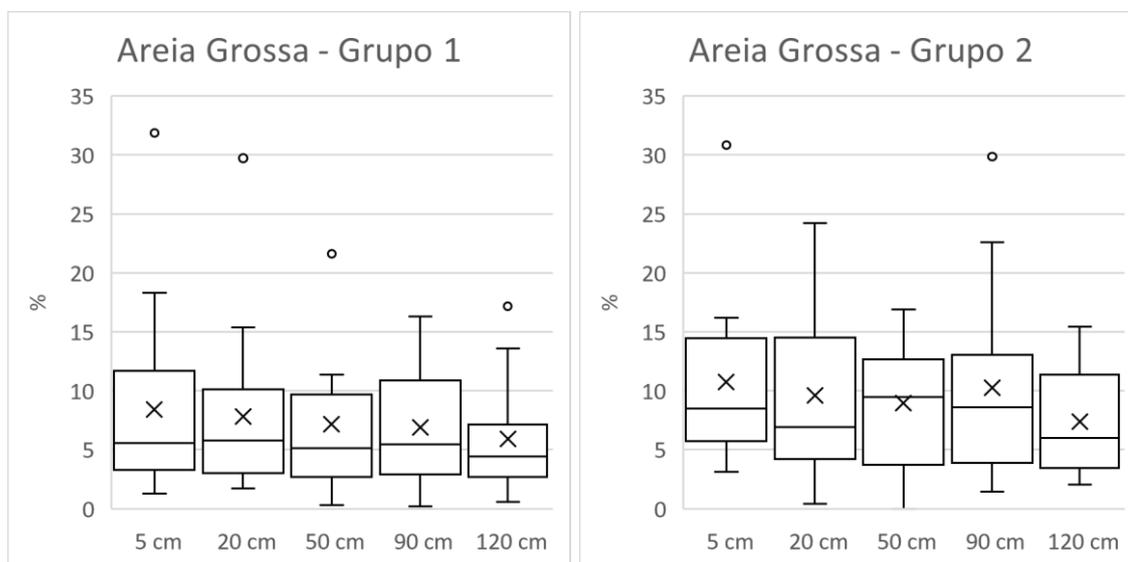


FONTE: O autor (2019)

Ao contrário das tendências notadas nas outras dimensões da frações areia, a areia grossa possui percentuais mais elevados nas amostras grupo 2 em relação as amostras do grupo 1 (FIGURA 40). Esses dados indicam um aumento relativo nas frações maiores que areia média ao fundo dos vales com relação as frações menores.

Fidalski *et al.* (2013) ressaltam que na região, solos com maiores porcentagens de areia grossa apresentam menor disponibilidade de água para as plantas, logo, nesses ambientes há um maior risco de déficit hídrico.

FIGURA 40 – GRÁFICOS BOXPLOT DA GRANULOMETRIA DA AREIA GROSSA DA T1 E T2



A partir da análise da textura do solo, foi possível inferir que os teores de areia e de argila estão condicionados as posições da vertente. Sendo que há acúmulo relativo das taxas de areia próximo ao fundo do vale (T3S2 e T4S2) acompanhado de um decréscimo absoluto de argila na mesma porção das vertentes, visualizado principalmente na T1 e T2, mas possível também de ser observado a partir das curvas menores que 85% de areia, na T3 e T4.

Essas características podem indicar que as frações menores de areia estão sendo exportadas também com o material fino (argila e silte) para o fundo de vale por processos de elutriação e eluviação.

5.5 SINTESE DOS RESULTADOS

A posição dos solos arenosos na bacia indica que sua gênese está ligada aos processos de eluviação das frações granulométricas de menor dimensão (argila, silte, areia muito fina, fina e média) e elutriação das frações de areia grossa e muito grossa.

Devido ao processo de eluviação que favorece o transporte das frações finas (silte e argila) em detrimento das frações mais grossas (areia), associada a baixa concentração de matéria orgânica, comum a essa paisagem, limitando a evolução da pedalidade nos horizontes superficiais. Esse processo promove não só o espessamento de um horizonte mais arenoso a montante, como também a jusante, onde há eluviação e deposição de material retirado a montante (erosão laminar).

Desta forma, os Neossolos Quartzarênicos verificados são interpretados como oriundos de um processo iluvial-eluvial, onde os vales em berço “recebem materiais finos dos setores de montante e que, em contrapartida, perdem esses materiais numa proporção maior que recebe, dando origem a cobertura areno-quartzosa” (MARTINS, 2000 p. 120)

As margens do córrego Jurema, foram verificados pontos de exportação de ferro nos perfis expostos (FIGURA 41), o que pode indicar a perda desse material e a formação de solos amarelados inicialmente e posteriormente esbranquiçados com textura predominantemente arenosa.

FIGURA 41 – INDÍCIOS DE EXPORTAÇÃO DE FERRO EM PERFIS DE NEOSSOLO QUARTZARÊNICO



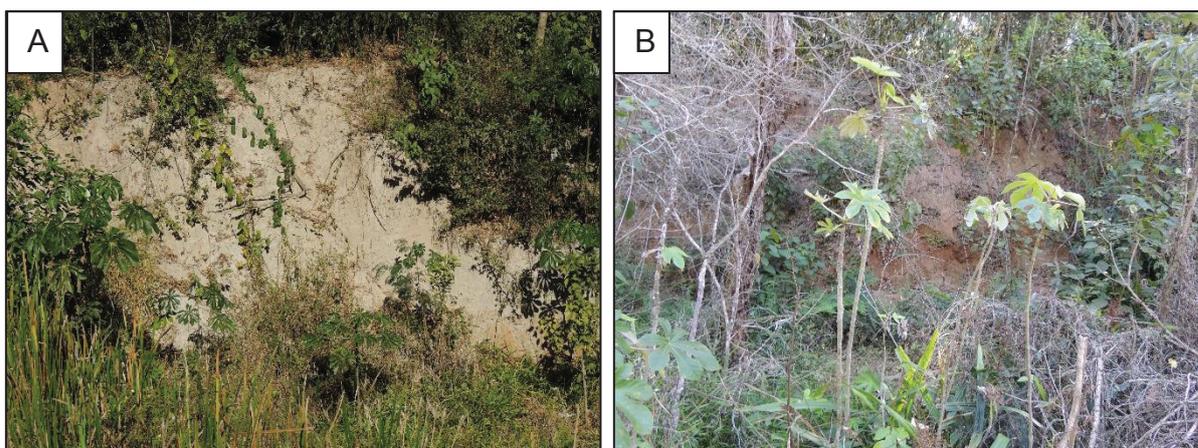
FONTE: O autor (2018)

Ao longo das margens do córrego Jurema foi notado que partindo em sentido montante, os perfis esbranquiçados vão dando lugar a perfis de coloração amarelada (FIGURA 42), hipótese C. Essas cores mais pálidas refletem a ação da água no sistema, variando de um sistema razoavelmente drenado (cores vermelho-amareladas) a mal drenado (bruno-clara-acinzentado).

Devido ao efeito dos processos hidromórficos que favorecem a oxi-redução do ferro, a destruição das argilas pedogenéticas e a retirada dos finos, há de se considerar também a ação vertical e lateral do curso d'água, na evolução do canal que desestabiliza o sistema pedológico.

Condições semelhantes foram verificadas por Martins (2000), onde a autora identificou indícios de redução de argila no setor inferior de vertentes, reconhecidos através do branqueamento dos horizontes no qual a autora relaciona a oscilação do nível de água, que leva a uma hidromorfia temporária e ao rompimento das ligações ferro-argila e a consequente argiluviação e remoção do ferro.

FIGURA 42 – PERFIS AO LONGO DO CÓRREGO JUREMA



FONTE: O autor (2018)

LEGENDA: a) perfis esbranquiçados a jusante.

b) perfis a montante na transição para os amarelados.

Com o propósito de explicar o processo de formação dos solos arenosos no fundo de vale da bacia estudada, foi elaborado um modelo evolutivo dos solos de cabeceira da bacia (FIGURA 43).

O modelo apresenta os horizontes A, Ap, Bt, Bw e C, e foi concebido a partir dos resultados alcançados neste trabalho e de estudos pretéritos realizados na região e propõe 4 estágios de evolução morfo-pedológica nesta bacia de 1ª ordem.

Estágio 1: parte da premissa que o relevo inicial variava de plano a suavemente ondulado (FUMIYA et al, 2016), sem um vale ainda instalado e caracterizado somente pela existência de um caminho preferencial no escoamento superficial das águas nos períodos de chuva. Este estágio foi pensado a partir da premissa que o modelado da região noroeste do Paraná remete-se a alternância de processos morfogenéticos, que são relacionados a diferentes sistemas morfoclimáticos recorrentes que se instalaram sobre um arcabouço morfo e geoestrutural do final do cretáceo, submetido a epirogênese positiva (BIGARELLA; MAZUCHOWSKI, 1985). Assim, este estágio inicial da formação da cobertura pedológica da área do estudo teria seu início a partir desse arcabouço geológico, possibilitando o predomínio da pedogênese.

Estágio 2: nessa fase o relevo começa a ser modelado, e os processos morfogenéticos passam a atuar permitindo o entalhe de um vale mais definido, fruto da contínua circulação das águas superficiais nos períodos de chuva. A drenagem ainda se mantém predominantemente temporária, ganha destaque a formação e espessamento do horizonte Bw acompanhando a topografia das vertentes que começa a marcar uma ruptura de declividade devido ao entalhe do talvegue. Conseqüentemente essa ruptura começa a alterar a circulação lateral subsuperficial e superficial na encosta, como descrito em Cunha et al. (1999).

Estágio 3: a partir dessa fase têm-se a instalação das frentes de transformação eluvial-iluvial na média vertente onde o horizonte Bw do topo transforma-se lateralmente em horizonte E, na superfície, por perda de matéria fina e em Bt, na subsuperfície, por rearranjo estrutural com participação de argila translocada; o horizonte Bt do terço médio da vertente degradar-se-ia, a fração areia passa a predominar ao longo de todo o perfil formando um espesso horizonte C. Nesse estágio, o vale se apresenta mais entalhado e as vertentes mais curtas. Essa fase tem sido relatada em vários trabalhos, a exemplo de Cunha et al. (1999); Nakashima (1999) e Calegari (2000). Como consequência dessas frentes de alteração nessa zona de acumulação dos fluxos, tem-se o espessamento do horizonte superficial arenoso.

Estágio 4: representa o estágio atual da paisagem com a configuração dos vales devido a instalação de uma drenagem perene. Neste cenário os Neossolos Quartzarênicos passam a predominar no fundo do vale com coloração variando de vermelho-amarelada a bruno-clara-acinzentada enquanto a montante há o predomínio dos Argissolos.

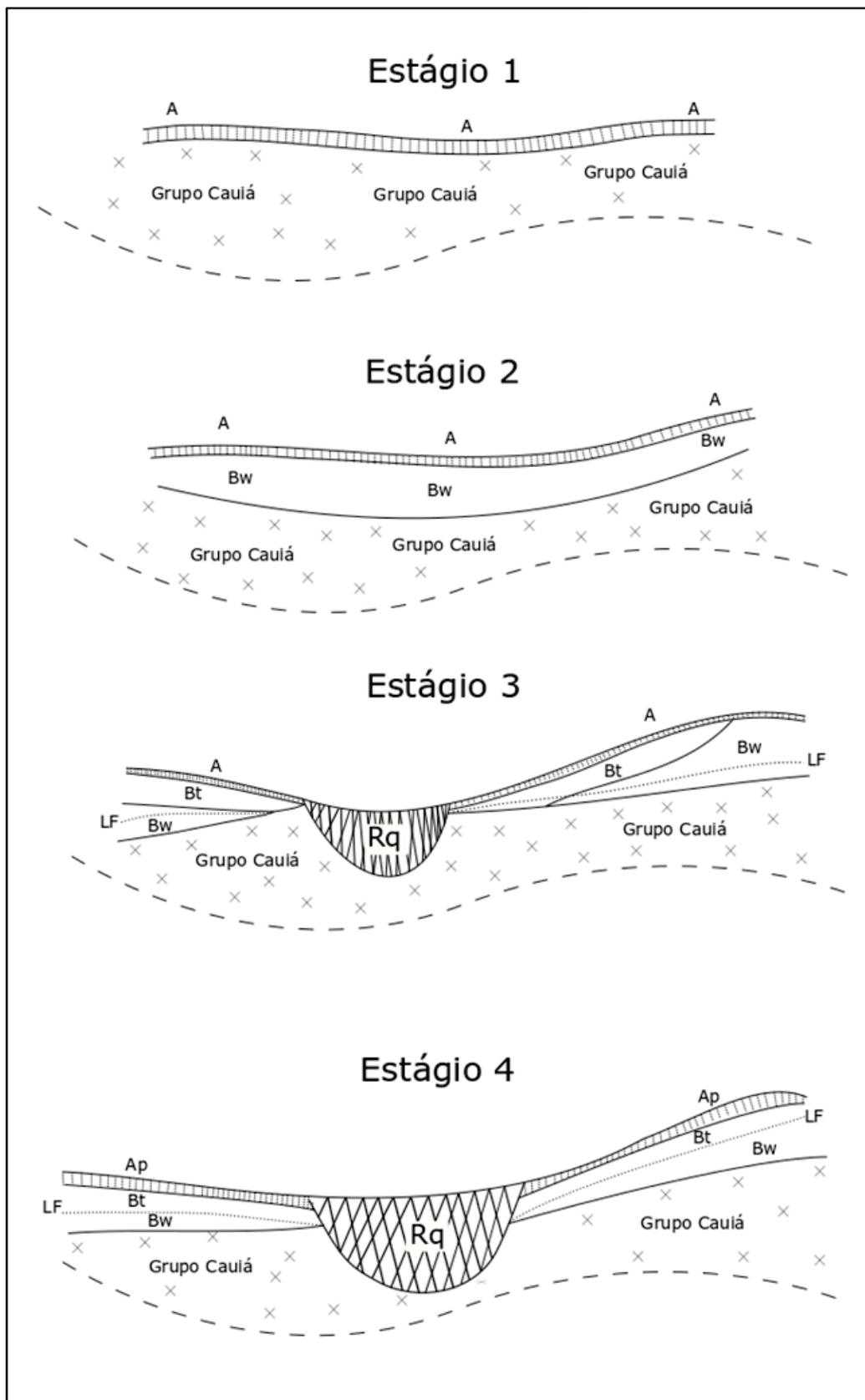
A FIGURA 44 reforça as ideias contidas no modelo da FIGURA 43, ilustrando que desde o relevo inicial plano até a instalação das drenagens perenes, o sistema pedológico passa por diversas fases/estágios. O sistema inicia nos estágios 1 e 2 com a cobertura unicamente latossolica, e há o início da cobertura argissolica e dos Neossolos Quartzarênicos, nos estágios 3 e 4 buscando uma nova estabilidade/equilíbrio as modificações no sistema.

Ao longo do vale sem a presença de drenagem perene existem em sua maioria solos vermelhos, com textura arenosa em superfície e média a partir das sondagens de 90 cm (Sondagens P1 a P6).

Entre a porção superior do vale a o trecho com drenagem instalada existe uma “área de transição”, com vale entalhado, onde os solos possuem características de textura ainda arenosas, com indícios de perda inicial de material fino, e coloração vermelho-amarela (Sondagens T3S1, T1S10 e Perfil 1).

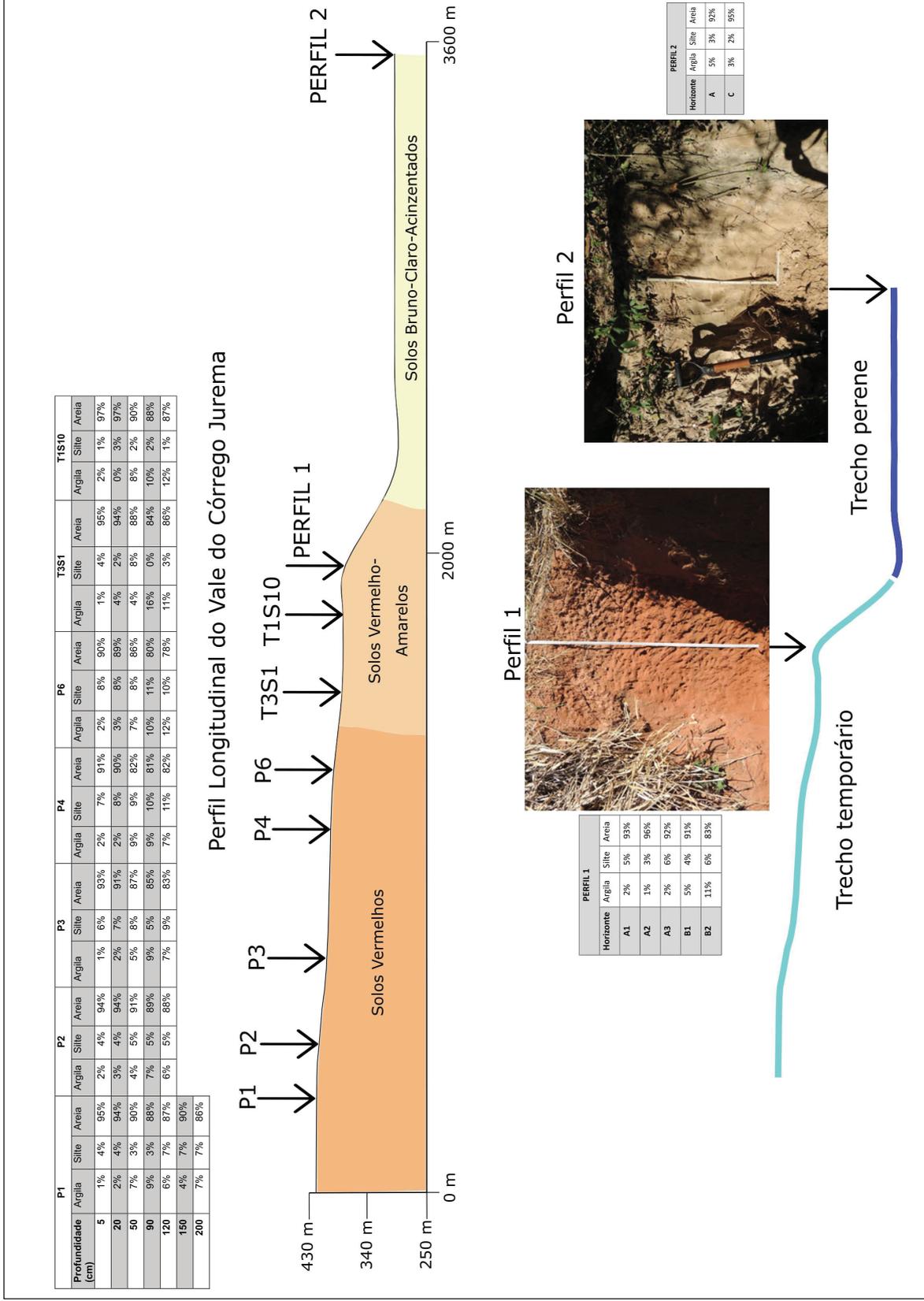
A partir da nascente do canal de drenagem identificaram-se solos bruno-claro-acinzentados e arenosos, com valores próximos a 90% de areia ao longo de todo o solo (Perfil 2).

FIGURA 43 – ESTÁGIOS EVOLUTIVO DOS SOLOS ARENOSOS



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 44 – REPRESENTAÇÃO BIDIMENSIONAL DOS SOLOS NO VALE DA BACIA DO CÓRREGO JUREMA



FONTE: O autor (2019)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, empregado no presente trabalho, por meio do estudo de topossequências, se mostrou útil no estudo da gênese dos solos arenosos. Mesmo se originando na década de 1960/70, esse método continua sendo aplicado em diferentes paisagens contribuindo de maneira expressiva para as pesquisas de gênese dos solos no Brasil.

Os resultados permitiram atingir os objetivos previstos bem como dialogar com os pressupostos levantados no início desta pesquisa.

O primeiro pressuposto referente a **gênese dos solos arenosos se relacionar também a exportação mecânica da fração argila, e, conseqüentemente acumulação relativa de areia nos solos**, pôde ser confirmada pela interpretação das curvas de isodiferenciação das frações granulométricas realizadas para as duas topossequências e para as duas seções.

O segundo pressuposto, que sugere ser **esse processo de exportação mecânica ocorre nos fundos de vale e tende a aumentar a medida que a drenagem se instala**, também foi confirmada, em parte, pela sequência de sondagens realizadas dentro do vale até a cabeceira de drenagem. Entretanto os resultados mostraram que os percentuais da fração areia já são elevados desde praticamente o divisor de água da bacia mostrando que o processo de exportação do material com menor dimensão é eficiente mesmo no vale com drenagem ainda temporária.

Finalmente o terceiro pressuposto referente ao **aparecimento dos solos amarelados e esbranquiçados no fundo dos vales**, teve sua comprovação tanto pela análise das topossequências que mostraram uma transição gradativa dos solos vermelhos para solos amarelos e esbranquiçados à medida que aproxima se do vale, como também dos perfis de solos descritos.

Por fim, ressalta se a elevada fragilidade ambiental desses solos, facilmente podem ser erodidos pela sua baixa agregação. Desta forma, o seu uso requer cuidados, como um manejo que leve em consideração suas características e riscos.

A ampliação de estudos sobre as relações solos-relevo auxilia para o avanço das análises integradas de planejamento de uso do solo, bem como avaliar potencialidades e fragilidades.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, L.R.F.; CAMARGO, O.A. **Óxidos de ferro e de alumínio, e mineralogia da fração argila desferrificada de latossolos ácricos**. Sci. Agric., Piracicaba, v. 53, p. 416-421, 1995.
- ALLEONI, L. R. F. et al. Química dos solos altamente intemperizados. MELO, VF & ALLEONI, LRF **Química e mineralogia do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 2, p. 381-447, 2009.
- BARROS, O.N. **Análise estrutural e cartografia detalhada de solos em Marília, Estado de São Paulo: ensaio metodológico**. Dissertação de mestrado, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.
- BIGARELLA, J.J; MAZUCHOWSKI, J.Z. **Visão integrada da problemática da erosão**. In: Simpósio de controle de erosão, 3. ABGE, 1985.
- BOULET, R. **Toposéquence des sols tropicaux en Haute-Volta: équilibres dynamiques et bioclimat**. Cahiers de l'ORSTOM, série pédologie, v. 13, p. 3-6, 1975.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. **Analyse structurale et pédologie. I Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: lês études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance dès sols**. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, p.309-322. 1982a.
- BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. **Analyse Structurale et Cartographie en Pédologie. II Une méthode d'analyse prenant en compte l'organisation tridimensionnelle des couvertures pédologiques**. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, p.323-339, 1982b.
- BOULET, R.; HUMBEL, F. X.; LUCAS, Y. **Analyse Structurale et Cartographie en Pédologie. III. Passage de la phase analytique a une cartographie generale synthetique..** Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. 19, n. 4, p.323-339, 1982c.
- BOULET, René. **Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia**. 1993.
- BRICALLI, L. L. **Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e Gemorfologia: estudo da evolução de uma depressão no estado do Espírito Santo (ES)**. In: VI simpósio na nacional de geomorfologia, 2006, Goiânia. Vi simpósio nacional de geomorfologia, 2006.
- CALEGARI, M. R. **Distribuição da Cobertura Pedológica e o Relevo no Alto Vale do Ribeirão Água do São Francisco - Nova Esperança-PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

CASTRO, S. S. (1989) **Sistema de transformação pedológica em Marília, SP: B latossólicos e B texturais**. 1 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. (editores). **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Brasília/DF: Embrapa, 2015

CHARTS, Munsell Soil Color. **Munsell color**. Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore, Maryland, USA, 1975.

COOPER, M. **Sequência de solos com B latossólico e B textural em Piracicaba (SP)**. Piracicaba, 102p. (Dissertação - Mestrado), ESALQ-USP, 1996.

COUTO, E.V. **Evolução denudacional de longo prazo e a relação solo - relevo no noroeste do Paraná**. 2015. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

COUTO, E.V; SANTOS, L. J. C.; DE SORDI, M.V; BOURLES, D. ; BRAUCHER, R. ; SALGADO, A. A. R. ; LEANNI, L. ; FERREIRA, J. H. D. . **Changes of the base levels in the Ivaí and Paraná Rivers confluence zone (Southern Brazil): Denudational reflexes in the evolution of the upstream drainage network**. ZEITSCHRIFT FUR GEOMORPHOLOGIE, p. 1-18, 2018.

CUNHA, J. E.; CASTRO, S. S.; SALOMÃO, FX de T. **Comportamento erosivo de um sistema pedológico de Umuarama, noroeste do Estado do Paraná**. Revista brasileira de ciência do solo, v. 23, n. 4, 1999.

CUNHA, J. E., MARQUES, A. J., & SANTIL, F. L. D. P. (2011). **O uso do clinômetro no levantamento topográfico. Estudo de caso: levantamento pedológico**. Boletim de Geografia, 18(1), 135-142.

CURCIO, G.R. (2017). **Solos desenvolvidos sobre arenito Caiuá: Potencialidades e riscos**. In: 5ª Reunião Paranaense de Ciência do Solo, Maringá – PR. Anais, Universidade Estadual de Maringá. p.20-22.

DONAGEMMA, G.K.; FREITAS, P.L.; BALIEIRO, F.C.; FONTANA, A.; SPERA, S.T.; LUMBRERAS, J.F.; VIANA, J.H.M.; ARAUJO FILHO, J.C.; SANTOS dos, F.C.; ALBUQUERQUE, M.R., MACEDO, M.C.M.; TEIXEIRA, P.C.; AMARAL, A.J.; BORTOLAN, E.; BORTOLAN, L. **Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil**. Pesqui. agropec. Bras. Brasília, v.51, n.9, p.1003-1020. set. 2016.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

FAO (Food and Agriculture Organization). **The State of Food Insecurity in the World 2015**. Food and Agriculture Organization Publications, Rome. 2015

FAUCK, R. **Les facteurs et les mécanismes de la pédogenèse dans les sols rouges et jaunes ferrallitiques sur sables et grès en Afrique**. Cah. ORSTOM, Sér.

Pédol., v. 12, p. 69-72, 1974.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. **O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional**. Revista Brasileira de Geociências, v. 24, n. 3, p. 164-176, 1999.

FERNANDES, L. A.; COUTO, E. V.; SANTOS, L. J. C. **Três Morrinhos, Terra Rica, PR-Arenitos silicificados de dunas do Deserto Caiuá testemunham nível de superfície de aplainamento KT**. p. 69-87, 2012.

FIDALSKI, J. **Diagnóstico de manejo e conservação do solo e da água na região Noroeste do Paraná**. Revista Unimar, v.19, p.845-851, 1997.

FIDALSKI, J., TORMENA, C. A., ALVES, S. J., & MARTINS, P. A. (2013). **Influência das frações de areia na retenção e disponibilidade de água em solos das formações Caiuá e Paranavaí**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 37(3).

FRAZÃO, L.A. PÍCCOLO, M.C., FEIGL, B. J., CERRI, C. C., & CERRI, C. E. P. **Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 5, p. 641-648, 2008.

FUMIYA, M. H., SANTOS, L. J. C., MANGUEIRA, C. G.,COUTO, E. V. (2016). **Emprego do índice de concentração da rugosidade na identificação de feições morfológicas associada a materiais ferruginosos no noroeste do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia, 17(3).

FUMIYA, M.H. **Gênese dos ferricretes e sua relação com transformações da paisagem no noroeste do Paraná**. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

GASPARETTO, N.V.L.; NÓBREGA, M.T. E CARVALHO, A. **A reorganização da cobertura pedológica no noroeste do Paraná e as suas relações com o Arenito Caiuá**. In: Encuentro de Geografos de America Latina, 8., 2001, CDRom,Santiago, EGAL. 2001. p. 164 -169.

GUILHERME, P. D. B., BORZONE, C. A., DE LIMA BUENO, M., & LAMOUR, M. R. (2016). **Análise granulométrica de sedimentos arenosos de praias através de imagens digitais. Descrição de um protocolo de mensuração de partículas no software ImageJ-Fiji**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, 19(2), 23-32.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. **Plano de Manejo Reserva Florestal de Jurema**. 1º revisão. Paranavaí, p. 04-32, 1996.

IAP (Instituto Ambiental do Paraná) (Org.). **Plano de Manejo do Parque Estadual de Amaporã**. Curitiba, 2015.

IAPAR (Instituto Agronômico Do Estado Do Paraná). **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. 1994. Londrina, IAPAR, 1994. 49 p. ilustr. (IAPAR, Documento, 18).

JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York, NY: McGraw-Hill Book Company, 1941.

KÄMPF, N.; KLANT, E.; SCHNEIDER, P. **Óxidos de ferro em Latossolos do Brasil Sudeste e Sul. Reunião de classificação, correlação de solos e interpretação de aptidão agrícola**, v. 3, p. 153-183, 1988.

KÄMPF, N.; CURTI, N.; MARQUES, J. J. **Óxidos de alumínio, silício, manganês e titânio. Química e mineralogia do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1, p. 573-610, 2009.

KER, J.C. **Latossolos do Brasil: uma revisão**. Geonomos, 5:17-40, 1998.

KOHLHEPP, G. **Colonização agrária no Norte do Paraná: processos geoeconômicos e sociogeográficos de desenvolvimento de uma zona subtropical do Brasil sob a influência da plantação de café**. Maringá: EDUEM, 2014.

LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação de Solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 215 p

LEPSCH, I.F. **19 lições de Pedologia**. Oficina de Textos, 2011.

LIMA, R.M.F., LUZ, J.A.M. (2001) **Análise Granulométrica por técnicas que se baseiam na sedimentação gravitacional: Lei de Stokes**. Ver Esc Minas 54(2):7

MAACK, R. **As consequências da devastação das matas no Estado do Paraná**. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba, v. 8, p. 437-457, 1953.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 1968.

MANGUEIRA, C. G.; COUTO, E. V.; SANTOS, L. J. C. **Relação solo e relevo na distribuição de feições erosivas no Noroeste do Paraná**. In: 9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, Rio de Janeiro. 9º SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia. Rio de Janeiro: UFRJ, 2012.

MANGUEIRA, C.G. **Processos erosivos no noroeste do Paraná: mapeamento e análise da distribuição**. 2014. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MANGUEIRA, C.G. **Proposta De Classificação Do Nível De Criticidade Dos Processos Erosivos Da Região Noroeste Do Paraná**. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MARTINS, V.M. **Caracterização morfológica e da circulação hídrica dos solos da cabeceira de drenagem do córrego Bom Jesus no município de Cidade Gaúcha-PR.** 2000. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MELO, V. de F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. **Reserva mineral do solo.** MELO, VF; ALLEONI, RF Química e Mineralogia do Solo. Parte I: conceitos básicos. Viçosa: SBCS, p. 251-332, 2009.

MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. **Química e Mineralogia do Solo, Parte I,** Viçosa - MG, 529, 2009.

MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. **Química e Mineralogia do Solo, Parte II,** Viçosa - MG, 529, 2009.

MILNE, G. (1934) **Some suggested units of classification and mapping particularly for East African soils.** Londres, *Soil Research* v. 4, n. 2, p.183-98.

MICROTRAC. **Microtrac FLEX Software Operations Manual.** Pensilvânia: 2005.

MINEROPAR- Minerais do Paraná. **Atlas Geomorfológico do Estado Do Paraná -** Escala base 1: 500.000; Curitiba, 2006.

MURATORI, A. M. **Processos interativos entre o relevo e as areias quartzosas no sistema ambiental da região noroeste do estado do Paraná–Brasil.** 1996. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NUNES, T. T. (2009). **Uma abordagem sobre análise ambiental na área do parque estadual de Amaporã,** PR. Monografia (Especialização em Análise Ambiental em Ciências da Terra) –Universidade Estadual de Londrina. 74f.

NAKASHIMA, P. **Cartografia dos Sistemas Pedológicos do Noroeste do Paraná: distribuição e subsídios para o controle da erosão.** São Paulo. Tese de doutorado. FFLCH, USP, 1999.

OLIVEIRA, V.A., (Coord.). **Manual técnico de pedologia.** 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2005. 300p. (Manuais técnicos em Geociências, n.4).

PHILLIPS, J. D. (2004). **Geogenesis, pedogenesis, and multiple causality in the formation of texture-contrast soils.** *Catena*, 58(3), 275-295.

PRADO, H. **Pedologia fácil:** Aplicações na agricultura. Piracicaba, 2008. 145 p.

PELLERIN, J.; HELLUIN, M. **Análise Estrutural e Organização das paisagens: as pesquisas visando a generalização cartográfica.** In: Congresso de Ciência do Solo. 1988. p. 455-463.

QUEIROZ NETO, J. P., CASTRO, S. S., BARROS, O.N.F, MANFREDINI, S., PELLERIN, J., RUELLAN, A., & TOLEDO, G. S. (1981). **Um estudo de dinâmica de solos: formação e transformação de perfis com horizonte B textural**. In Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo (Vol. 18, pp. 150-154). Salvador: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

QUEIROZ NETO, J. P. **Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil**-In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. XXI–Campinas–Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 415-429, 1987.

QUEIROZ NETO, J.P. **Análise estrutural da cobertura pedológica: uma experiência de ensino e pesquisa**. Revista do Departamento de Geografia, v. 15, p. 77-90, 2011.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNYOSHI, Y. S. HATSCHBACH, G. G. **As Unidades Fitogeográficas do Estado do Paraná**. Ciência & Ambiente, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 75-92, 2002.

SALOMÃO, F.D.T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. São Paulo, 1994.

SAMPAIO, E. (2011). **Mineralogia do solo**. Departamento de Geociências da Universidade de Évora. Disponível em <http://home.dgeo.uevora.pt/~ems/files/Anexo%20B-03.pdf>, consultado em 28/03/2018.

SANTOS, L.J.C. **Contribuição da análise estrutural da cobertura pedológica ao desenvolvimento da ciência do solo**. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 4, 2000.

SANTOS, L. C. J. (2000) **Pedogênese no topo do platô de Bauru (SP): o caso da bacia do córrego da Ponte Preta**. 1 v. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANTOS, L. J. C., OKA-FIORI, C., CANALI, N. E., FIORI, A. P., SILVEIRA, C. T., SILVA, J. M. F. ROSS, J. L. S. (2006). **Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná**. Revista Brasileira de geomorfologia, 7(2).

SANTOS, R. D., LEMOS, R. D., SANTOS, H. D., KER, J. C., ANJOS, L. D., & SHIMIZU, S. H. (2010). **Manual de descrição e coleta de solo no campo**.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B.; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306p

SOUZA, C.M.P; COSTA, L.M; MOREAU, A.M.S.S. MOREAU, M.S. CRUZ, N.S. **Solos correlacionados a depósitos arenosos sobre o grupo barreiras no município de**

Ilhéus-Bahia. In: XXXIV Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo, 34., 2013, Florianópolis. Anais. Florianópolis: SbcS, 2013. p. 1 - 4.

SPERA, S.T.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; CORREIA, J.R.; CUNHA, T.J.F. **Solos areno-quartzosos no Cerrado: problemas características e limitações ao uso.** Planaltina: Embrapa Cerrados, p.1-48, dez. 1999.

SUCEAM – Superintendência do Controle da Erosão e Saneamento Ambiental. **Caracterização do meio físico: subsídios para o planejamento urbano e periurbano.** Curitiba, 1994. 23p.

WESTPHALEN, L.A. **Avaliação e Hierarquização da Erodibilidade dos Solos do Noroeste do Estado do Paraná: Subsídios ao planejamento ambiental.** Paraná. Dissertação de Mestrado, UFPR, 2008.

ZAPAROLI, F.C.M. **As transformações pedológicas identificadas na topossequência Sítio São José na bacia do córrego Aratu, Floraí-PR.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Geografia, 2009.

ZAPAROLI, F.C.M.; GASPARETTO, N.V.L. **Distribuição de solos e sua relação com o relevo em uma vertente no município de Floraí-PR.** Boletim de Geografia, v.28, p.49-63, 2010. DOI: 10.4025/bolgeogr.v28i2.1

APÊNDICES

APÊNDICE A – CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS COLETADAS

T1 S1 – DIVISOR TOPOGRÁFICO				
ARGISSOLO VERMELHO				
	X	Y		
COORDENADAS	318212	7446966	ELEVAÇÃO (m)	419
Horizonte A com 25 cm apresentando transição difusa para o B				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	6,4447	59,10	930,44	2,5 YR 3/3
20	19,11	64,75	916,03	2,5 YR 3/3
50	60,77	62,38	876,84	2/5 YR 3/6
90	114,89	82,20	802,89	2/5 YR 3/6
120	77,63	66,22	856,14	2/5 YR 3/6

T1 S2				
ARGISSOLO VERMELHO				
	X	Y		
COORDENADAS	317905	7447018	ELEVAÇÃO (m)	415
Horizonte A com 20 cm apresentando transição clara para o B				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	1,60	79,50	918,80	2,5 YR 2,5/3
20	31,91	71,38	896,69	2,5 YR 2,5/3
50	126,34	22,08	851,56	2,5 YR 3/6
90	122,92	4,96	872,10	2,5 YR 3/4
120	145,33	98,09	756,56	2,5 YR 3/4

T1 S3

LATOSSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	317800	7447058	ELEVAÇÃO (m)	414

Solo sem a presença de horizonte A - Presença de carvão (90 cm)

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	89,50	82,30	828,20	2,5 YR 3/4
20	105,02	67,05	827,91	2,5 YR 3/4
50	130	37,16	829,82	2,5 YR 3/4
90	163,64	22,40	813,94	2,5 YR 3/4
120	156,63	16,99	826,37	2,5 YR 3/4

T1 S4

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	317699	7447097	ELEVAÇÃO (m)	412

Horizonte A com 25 cm apresentando transição gradual

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	28,40	78	893,60	2,5 YR 3/2
20	22,60	86,94	890,44	2,5 YR 3/2
50	103,36	43,60	853,02	2,5 YR 3/6
90	163,34	25,36	811,29	2,5 YR 3/6
120	168,66	30,24	801,09	2,5 YR 3/6

T1 S5

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	317572	7447157	ELEVAÇÃO (m)	402

Horizonte A com 15 cm apresentando transição gradual

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	51,80	51,70	896,50	2,5 YR 2,5/3
20	94,34	32,84	872,80	2,5 YR 2,5/3
50	144,20	43,98	811,80	2,5 YR 3/6
90	115,48	57,49	827,02	2,5 YR 3/6
120	151,61	24,44	823,93	2,5 YR 3/6

T1 S6

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	317474	7447194	ELEVAÇÃO (m)	396

Horizonte A com 34 cm apresentando transição difusa

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	8,70	65,70	925,50	5 YR 3/3
20	10,88	49,54	939,56	5 YR 3/3
50	111,16	42,30	846,26	2,5 YR 3/6
90	173,10	27,95	798,93	2,5 YR 3/6
120	178,42	29,52	792,05	2,5 YR 3/6

T1 S7

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	317407	7447225	ELEVAÇÃO	394
			(m)	

Horizonte A com 32 cm apresentando transição difusa

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	14,90	72,10	913	2,5 YR 2,5/3
20	11,81	76,26	911,92	2,5 YR 2,5/3
50	106,18	40,55	853,26	2,5 YR 3/6
90	129,94	22,94	847,11	2,5 YR 3/6
120	132,82	24,56	842,60	2,5 YR 3/6

T1 S8

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	317339	7447258	ELEVAÇÃO	391
			(m)	

Horizonte A com 35 cm apresentando transição gradual

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	4,40	65,70	925,50	2,5 YR 3/3
20	10,88	49,54	939,56	2,5 YR 3/3
50	111,16	42,30	846,52	2,5 YR 3/4
90	173,10	27,95	798,93	2,5 YR 3/4
120	178,42	29,52	792,05	2,5 YR 3/4

T1 S9**ARGISSOLO VERMELHO**

	X	Y		
COORDENADAS	317293	7447276	ELEVAÇÃO (m)	389

Horizonte A com 35 cm apresentando transição gradual

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	27	40,8	932,20	5 YR 3/4
20	19,77	51,52	928,69	5 YR 3/4
50	92,72	21,74	885,52	2,5 YR 4/6
90	113,43	14,10	872,45	2,5 YR 4/6
120	115,89	16,91	867,18	2,5 YR 4/6

T1 S11**NEOSSOLO QUARTZARÊNICO***

	X	Y		
COORDENADAS	317266	7447277	ELEVAÇÃO (m)	389

Horizonte A com 40 cm apresentando transição difusa

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	56,60	45,30	898,10	5 YR 3/3
20	31,90	51,45	916,63	5 YR 3/3
50	48,37	30,14	921,48	2,5 YR 4/6
90	118,38	6,41	875,20	2,5 YR 4/6
120	89,75	15,03	895,20	2,5 YR 4/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T1 S12				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	317266	7447277	ELEVAÇÃO (m)	389
Horizonte A com 40 cm apresentando transição difusa				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	3,90	45,90	950,30	5 YR 4/3
20	7,16	49,49	943,33	5 YR 4/6
50	58,58	28,46	922,68	5 YR 4/6
90	35,86	58,65	905,55	5 YR 4/6
120	99,75	11,89	888,35	5 YR 4/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T1 S13				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	317251	7447291	ELEVAÇÃO (m)	387
Horizonte A com 10 cm apresentando transição clara				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	13,80	41,60	944,70	5 YR 3/3
20	15,13	42,22	942,63	5 YR 3/3
50	45,97	29,54	924,48	5 YR 4/6
90	96,25	12,94	890,74	5 YR 4/6
120	92,09	13,77	894,13	5 YR 4/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T1 S10				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	317251	7447295	ELEVAÇÃO (m)	387

Horizonte A com 20 cm apresentando transição clara- Presença de água a partir de 1 metro.

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	20,80	5,90	973,30	7,5 YR 5/6
20	0,16	28,37	970,89	7,5 YR 7/4
50	76,68	20,46	902,84	5 YR 5/4
90	104,71	16,58	878,69	5 YR 5/4
120	120,78	7,59	871,62	5 YR 5/4

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T2 S1 – DIVISOR TOPOGRÁFICO				
ARGISSOLO VERMELHO				
	X	Y		
COORDENADAS	315989	7447816	ELEVAÇÃO (m)	402

Horizonte A com 25 cm apresentando transição difusa para o B

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	18,37	54,32	927,30	2,5 YR 4/6
20	0,06	60,11	939,82	2,5 YR 4/6
50	142,71	16,52	840,76	2/5 YR 3/6
90	93,69	33,14	873,15	2/5 YR 3/6
120	101,92	28,59	869,48	2/5 YR 3/6

T2 S2				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	316091	77447762	ELEVAÇÃO (m)	397
Horizonte A com 30 cm apresentando transição difusa				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	33	48,20	918,80	2,5 YR 3/6
20	21,35	53,10	925,53	2,5 YR 3/6
50	68,90	38,80	892,29	2/5 YR 3/6
90	96,23	42,65	861,10	2/5 YR 3/6
120	116,50	20,32	863,17	2/5 YR 3/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T2 S3				
ARGISSOLO VERMELHO				
	X	Y		
COORDENADAS	316190	7447709	ELEVAÇÃO (m)	393
Horizonte A com 35 cm apresentando transição difusa para o B				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	19,50	63,20	917,30	2,5 YR 3/4
20	35,34	60,82	903,83	2,5 YR 3/4
50	118,77	21,89	859,32	2/5 YR 3/6
90	155,21	17,50	827,27	2/5 YR 3/6
120	152,30	21,63	826,06	2/5 YR 3/6

T2 S4**ARGISSOLO VERMELHO**

	X	Y		
COORDENADAS	316243	7447655	ELEVAÇÃO (m)	393

Horizonte A com 40 cm apresentando transição difusa para o B

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	12,80	66,70	920,50	2,5 YR 3/4
20	64,28	68,09	897,61	2,5 YR 3/4
50	91,94	27,16	880,88	2/5 YR 3/4
90	139,77	22,86	837,36	2/5 YR 3/6
120	148,21	15,58	836,20	2/5 YR 3/6

T2S5**ARGISSOLO VERMELHO**

	X	Y		
COORDENADAS	316288	7447655	ELEVAÇÃO (m)	390

Horizonte A com 30 cm apresentando transição difusa para o B

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	12,20	60	927,80	2,5 YR 3/4
20	38,36	54,85	906,77	2,5 YR 3/4
50	103,68	27,46	868,85	2/5 YR 3/6
90	130,16	17,18	852,64	2/5 YR 3/6
120	153,74	3,55	842,70	2/5 YR 3/6

T2 S6				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	316401	7447626	ELEVAÇÃO (m)	390
Horizonte A com 35 cm apresentando transição difusa para o B				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	1,10	66,60	932,40	2,5 YR 3/4
20	30,26	49,13	920,60	2,5 YR 3/4
50	92,08	20,30	887,60	2/5 YR 3/4
90	123,83	15,97	860,18	2/5 YR 3/6
120	123,63	18,46	857,90	2/5 YR 3/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T2 S7				
ARGISSOLO VERMELHO				
	X	Y		
COORDENADAS	316506	7447596	ELEVAÇÃO (m)	388
Horizonte A com 30 cm apresentando transição difusa para o B				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	18,80	59,10	922	2,5 YR 3/4
20	15,29	61,80	922,90	2,5 YR 3/4
50	100,75	30,89	868,35	2/5 YR 3/6
90	149,55	24,36	826,07	2/5 YR 3/6
120	144,97	13,31	841,71	2/5 YR 3/6

T2 S8

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	316752	7447514	ELEVAÇÃO (m)	385

Horizonte A com 25 cm apresentando transição difusa para o B

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	27,40	87,60	885	2,5 YR 3/4
20	37,56	78,56	883,87	2,5 YR 3/4
50	149,87	43,19	806,92	2/5 YR 3/6
90	160,20	23,13	816,65	2/5 YR 3/6
120	168,46	22,39	809,14	2/5 YR 3/6

T2 S9

	X	Y		
COORDENADAS	316902	7447459	ELEVAÇÃO (m)	384

Horizonte A com 27 cm apresentando transição difusa para o B

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	11,60	88,70	899,70	2,5 YR 3/4
20	13,65	79,12	907,21	2,5 YR 3/4
50	112,77	38,26	848,95	2/5 YR 3/6
90	167,44	25,65	806,90	2/5 YR 3/6
120	173,18	24,31	802,49	2/5 YR 3/6

T2 S10				
ARGISSOLO VERMELHO				
	X	Y		
COORDENADAS	317000	7447459	ELEVAÇÃO (m)	382
Horizonte A com 24 cm apresentando transição difusa para o B				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	53,10	91,40	855,60	2,5 YR 3/4
20	50,67	92,97	856,35	2,5 YR 3/4
50	160,69	28,15	811,14	2/5 YR 3/6
90	176,24	25,20	798,46	2/5 YR 3/6
120	175,19	18,63	806,16	2/5 YR 3/6

T2 S11				
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO				
	X	Y		
COORDENADAS	317140	7447355	ELEVAÇÃO (m)	376
Horizonte A com 17 cm apresentando transição difusa para o B				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	78,20	46,10	875,70	2,5 YR 3/4
20	56,47	82,23	861,28	2,5 YR 3/6
50	156,28	16,64	827,06	2/5 YR 3/6
90	157,28	19,52	823,19	5 YR 4/6
120	148,06	16,31	835,61	5 YR 4/6

T2 S12				
ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO				
	X	Y		
COORDENADAS	317212	7447310	ELEVAÇÃO	376
			(m)	
Horizonte A com 17 cm apresentando transição difusa para o B				
Profundidade	Argila (g⁻¹	Silte (g⁻¹	Areia (g⁻¹	Cor
(cm)	Kg)	Kg)	Kg)	(Munsell)
5	3,70	61,40	934,90	2,5 YR 3/4
20	8,17	76,97	914,85	2,5 YR 3/4
50	97,88	30,01	872,09	5 YR 4/4
90	100,22	19,99	879,77	5 YR 4/6
120	118,12	14,55	867,31	5 YR 4/6

T2 S13				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	317234	7447301	ELEVAÇÃO	376
			(m)	
Horizonte A com 50 cm apresentando transição difusa				
Profundidade	Argila (g⁻¹	Silte (g⁻¹	Areia (g⁻¹	Cor
(cm)	Kg)	Kg)	Kg)	(Munsell)
5	66,80	24,40	908,80	5 YR 4/4
20	72,62	23,94	903,43	5 YR 4/6
50	88,15	15,76	896,07	5 YR 4/6
90	108,60	13,15	878,24	5 YR 4/6
120	114,56	14,52	871,21	5 YR 4/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T2 S14				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	317245	7447294	ELEVAÇÃO (m)	376
Horizonte A com 50 cm apresentando transição difusa				
Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell)
5	11,20	37,70	951	5 YR 4/4
20	31,61	38,58	930,12	5 YR 4/6
50	67,76	25,12	907,11	5 YR 4/6
90	90,46	19,04	890,49	5 YR 4/6
120	108,01	14,91	877,07	5 YR 4/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

P1

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

	X	Y		
COORDENADAS	7448726	317476	ELEVAÇÃO	392 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	14,48	38,20	947,30	2,5 YR 4/6	2,5 YR 2,5/4
20	23,21	39,80	936,97	2,5 YR 4/6	2,5 YR 2,5/4
50	68,75	31,12	900,12	2,5 YR 3/4	2,5 YR 2,5/3
90	89,34	25,73	884,91	2,5 YR 3/4	2,5 YR 2,5/3
120	62,77	67,76	869,45	2,5 YR 3/4	2,5 YR 2,5/3
150	35,86	66,84	897,28	2,5 YR 3/4	2,5 YR 2,5/3
200	73,81	68,76	857,41	2,5 YR 3/4	2,5 YR 2,5/4

P2

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*

	X	Y		
COORDENADAS	7448562	317404	ELEVAÇÃO	410 m
			(m)	

Horizonte A com 30 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	19,39	41,24	939,37	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/6
20	26,01	35,63	938,35	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/6
50	44,63	50,08	905,29	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/6
90	67,31	46,56	886,13	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/6
120	64,05	52,23	883,72	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

P3

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7448292	317437	ELEVAÇÃO	407 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	13,01	57,86	929,11	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
20	15,24	70,82	913,92	2,5 YR 4/8	2,5 YR 3/4
50	49,59	77,47	872,92	2,5 YR 3/4	2,5 YR 3/6
90	90,88	54,95	854,16	2,5 YR 3/4	2,5 YR 3/6
120	70,61	94,42	834,96	2,5 YR 3/4	2,5 YR 3/6

P4

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7447893	317464	ELEVAÇÃO	397 m
			(m)	

Horizonte A com 30 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	17,60	72,07	910,33	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
20	23,38	76,55	900,05	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
50	89,82	86,79	823,38	2,5 YR 4/6	2,5YR 3/6
90	88,82	103,17	807,99	2,5 YR 4/6	2,5YR 3/6
120	71,15	110,88	817,65	2,5 YR 4/6	2,5YR 3/6

P6

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7447709	317467	ELEVAÇÃO	390 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	23,07	79,97	896,97	2,5 YR 3/4	
20	32,46	81,15	886,38	2,5 YR 4/6	
50	65,80	76,09	858,09	2,5 YR 3/6	
90	98,02	106,71	795,25	2,5 YR 3/6	
120	116,86	101,54	781,59	2,5 YR 3/6	

P5 ou T3S1

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

	X	Y		
COORDENADAS	7447480	317403	ELEVAÇÃO	390 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	8,96	40,60	950,44	5 YR 4/4	5 YR 3/4
20	42,73	16,20	941,06	5 YR 4/4	5 YR 3/4
50	42,74	76,72	880,52		5 YR 4/6
90	156,23	3,77	839,98		5 YR 4/6
120	112,32	26,79	860,88		5 YR 4/6

T3S2**NEOSSOLO QUARTZARÊNICO***

	X	Y		
COORDENADAS	7447466	317422	ELEVAÇÃO	390 m
			(m)	

Horizonte A com 35 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	27,07	60,45	912,48	5 YR 5/6	5 YR 4/4
20	24,33	74,58	901,08	5 YR 5/6	5 YR 4/4
50	56,59	80,69	862,70		5 YR 4/6
90	89,52	33,45	877,01		5 YR 4/6
120	101,85	26,07	872,06		5 YR 4/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T3S3**ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO**

	X	Y		
COORDENADAS	7447448	317462	ELEVAÇÃO	383 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	52,45	52,54	895,01	5 YR 5/6	5 YR 4/4
20	26,57	73,42	899,99	5 YR 5/6	5 YR 4/6
50	29,69	80,93	889,36		5 YR 3/4
90	88,57	68,19	843,23		5 YR 3/4
120	94,89	57,97	847,13		5 YR 3/4

T3S4**ARGISSOLO VERMELHO**

	X	Y		
COORDENADAS	7447427	317502	ELEVAÇÃO	385 m
			(m)	

Horizonte A com 35 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	20,92	50,31	928,77	5 YR 4/4	5 YR 3/4
20	20,32	52,38	927,28	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/6
50	93,36	65,75	840,88		2,5 YR 4/6
90	81,02	76,00	842,96		2,5 YR 3/6
120	95,13	68,59	836,26		2,5 YR 3/6

T3S5**LATOSSOLO VERMELHO**

	X	Y		
COORDENADAS	7447398	317592	ELEVAÇÃO	390 m
			(m)	

Horizonte A com 20 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	53,43	91,98	854,58	2,5 YR 2,5/4	2,5 YR 3/4
20	55,92	100,71	843,36	2,5 YR 2,5/4	2,5 YR 3/6
50	35,53	65,86	898,60		2,5 YR 3/4
90	84,68	63,29	852,02		2,5 YR 3/6
120	79,94	108,34	811,75		2,5 YR 3/6

T4S1				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	7447494	317355	ELEVAÇÃO	384 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	18,60	40,84	940,56	5 YR 4/4	5 YR 3/4
20	42,42	55,38	902,18	5 YR 4/4	5 YR 3/4
50	84,23	50,07	865,68		5 YR 4/6
90	87,85	34,64	877,50		5 YR 4/6
120	83,05	40,69	876,24		5 YR 4/6

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T4 S2				
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO*				
	X	Y		
COORDENADAS	7447515	31708	ELEVAÇÃO	384 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	34,28	59,19	906,53	5 YR 4/6	5 YR 3/4
20	41,44	61,76	896,79	5 YR 4/6	5 YR 3/4
50	5,49	59,09	935,41		5 YR 4/4
90	60,58	51,37	888,03		5 YR 4/4
120	65,96	67,70	866,33		5 YR 4/4

*Como as sondagens foram até a profundidade de 120 cm, afere-se apenas que são Neossolos Quartzarênicos, pois os mesmos necessitam de verificação de textura até 150 cm.

T4 S3**ARGISSOLO VERMELHO**

	X	Y		
COORDENADAS	317209	7447557	ELEVAÇÃO	384 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	31,47	78,78	889,75	5 YR 3/4	
20	32,96	88,16	878,87	2,5 YR 3/6	2,5 YR 3/4
50	122,41	59,28	818,29		2,5 YR 3/6
90	124,88	74,35	800,75		2,5 YR 3/6
120	151,84	55,05	793,10		2,5 YR 3/6

T4 S4**ARGISSOLO VERMELHO**

	X	Y		
COORDENADAS	7447539	317267	ELEVAÇÃO	364 m
			(m)	

Horizonte A com 40 cm

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
5	39,16	85,43	875,41	2,5 YR 3/4	2,5 YR 2,5/4
20	35,39	90,60	873,99	2,5 YR 3/4	2,5 YR 2,5/4
50	84,01	85,86	830,12		2,5 YR 3/6
90	100,78	75,89	823,31		2,5 YR 3/6
120	82,80	95,91	821,28		2,5 YR 3/6

PJ 01

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7446099	316244	ELEVAÇÃO (m)	342 m

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	16,20	28,30	955,48	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/4
30	23,67	41,59	934,73	2,5 YR 4/6	2,5 YR 2,5/4
50	65,43	35,21	899,35	2,5 YR 3/6	2,5 YR 2,5/4
100	80,27	50,64	869,08	2,5 YR 3/6	2,5 YR 2,5/4
120	101,40	55,50	843,09	2,5 YR 3/6	2,5 YR 2,5/4

PJ 02

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7445984	316134	ELEVAÇÃO (m)	340

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	28,70	43,73	927,56	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
30	38,30	63,39	898,30	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
50	69,01	63,19	867,79	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
100	107,13	59,32	833,54	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
120	119,15	65,37	815,47	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6

PJ 04

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

	X	Y		
COORDENADAS	744594	315921	ELEVAÇÃO	321
			(m)	

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	30,75	38,68	930,56	10 YR 5/4	10 YR 4/4
30	37,30	43,60	919,09	10 YR 5/4	10 YR 4/4
50	54,88	42,46	902,64	10 YR 5/4	10 YR 4/4
100	68,79	41,22	889,98	7,5 YR 5/6	7,5 YR 4/6
160	91,83	77,77	830,39	7,5 YR 5/6	7,5 YR 4/6

PJ 05

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

	X	Y		
COORDENADAS	744594	31594	ELEVAÇÃO	322
			(m)	

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	37,25	42,64	920,10	10 YR 5/4	10 YR 4/4
30	46,72	60,21	893,06	10 YR 5/4	10 YR 4/4
50	93,75	45,64	860,60	10 YR 5/4	10 YR 4/4
100	71,74	38,42	869,63	7,5 YR 5/6	7,5 YR 4/6
140	107,70	58,94	833,35	7,5 YR 5/6	7,5 YR 4/6

PJ 06

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

	X	Y		
COORDENADAS	744593	31595	ELEVAÇÃO (m)	323

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	28,79	45,07	926,12	7,5 YR 6/6	7,5 YR 5/6
30	49,77	58,86	891,35	7,5 YR 6/6	7,5 YR 5/6
50	72,25	70,75	856,99	7,5 YR 4/6	7,5 YR 3/4
100	123,27	54,24	822,47	5 YR 4/6	5 YR 3/6
140	111,03	90,39	798,57	5 YR 4/6	5 YR 3/6

PJ 07

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

	X	Y		
COORDENADAS	744592	31596	ELEVAÇÃO (m)	324

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	34,95	40,29	924,75	7,5 YR 6/6	7,5 YR 5/6
30	63,12	63,78	873,08	7,5 YR 6/6	7,5 YR 5/6
50	101,84	75,81	822,33	7,5 YR 4/6	7,5 YR 3/4
100	137,88	59,88	802,22	5 YR 4/6	5 YR 3/6
140	166,86	56,97	776,15	5 YR 4/6	5 YR 3/6

PJ 08

NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

	X	Y		
COORDENADAS	744595	31590	ELEVAÇÃO (m)	320

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	27,72	16,50	955,78	10 YR 7/2	10 YR 6/2
30	40,38	29,98	929,64	10 YR 7/2	10 YR 7/2
50	57,97	21,45	920,58	10 YR 7/2	10 YR 7/2
100	65,82	25,19	908,99	10 YR 7/2	10 YR 7/2
200	47,09	29,20	923,72	10 YR 6/4	10 YR 5/4

PJ 09

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7446215	315397	ELEVAÇÃO (m)	361

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	36,03	89,94	874,01	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/4
30	66,14	91,82	842,03	2,5 YR 4/6	2,5 YR 2,5/4
50	107,12	103,80	789,06	2,5 YR 3/6	2,5 YR 2,5/4
100	124,42	79,58	795,99	2,5 YR 3/6	2,5 YR 2,5/4
120	134,43	85,35	780,20	2,5 YR 3/6	2,5 YR 2,5/4

PJ 10

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7446800	315614	ELEVAÇÃO	383
			(m)	

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	34,27	78,90	886,81	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
30	43,83	100,47	855,69	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
50	117,43	79,97	802,59	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
100	126,52	80,21	793,26	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
120	113,06	81,90	805,03	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6

PJ 11

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

	X	Y		
COORDENADAS	744732	31730	ELEVAÇÃO	379
			(m)	

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	33,07	66,54	900,39	5 YR 4/4	5 YR 3/4
30	45,66	95,59	858,75	5 YR 4/6	5 YR 3/4
50	57,04	85,90	857,06	5 YR 4/6	5 YR 3/4
100	54,51	103,96	841,53	5 YR 4/6	5 YR 3/4
120	56,90	109,29	833,81	5 YR 4/6	5 YR 3/4

PJ 12

LATOSSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	744730	31739	ELEVAÇÃO	384
			(m)	

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	38,58	93,95	887,46	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
30	42,28	89,30	868,41	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
50	62,41	110,19	827,39	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
100	52,09	136,44	811,46	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
120	46,36	137,52	816,11	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6

PJ 13

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	7446811	317399	ELEVAÇÃO	400
			(m)	

Profundidade (cm)	Argila (g ⁻¹ Kg)	Silte (g ⁻¹ Kg)	Areia (g ⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	41,51	92,06	866,42	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
30	20,98	81,61	897,40	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
50	70,31	22,77	906,91	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
100	90,77	73,26	835,95	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
120	120,87	58,57	820,54	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6

PJ 14

ARGISSOLO VERMELHO

	X	Y		
COORDENADAS	744634	31761	ELEVAÇÃO (m)	419

Profundidade (cm)	Argila (g⁻¹ Kg)	Silte (g⁻¹ Kg)	Areia (g⁻¹ Kg)	Cor (Munsell) Seca	Cor (Munsell) Úmida
10	27,85	65,12	907,02	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
30	58,37	68,81	872,81	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4
50	70,73	63,99	865,27	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
100	82,26	94,53	823,20	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6
120	79,81	76,15	844,02	2,5 YR 4/6	2,5 YR 3/6

APÊNDICE B – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS

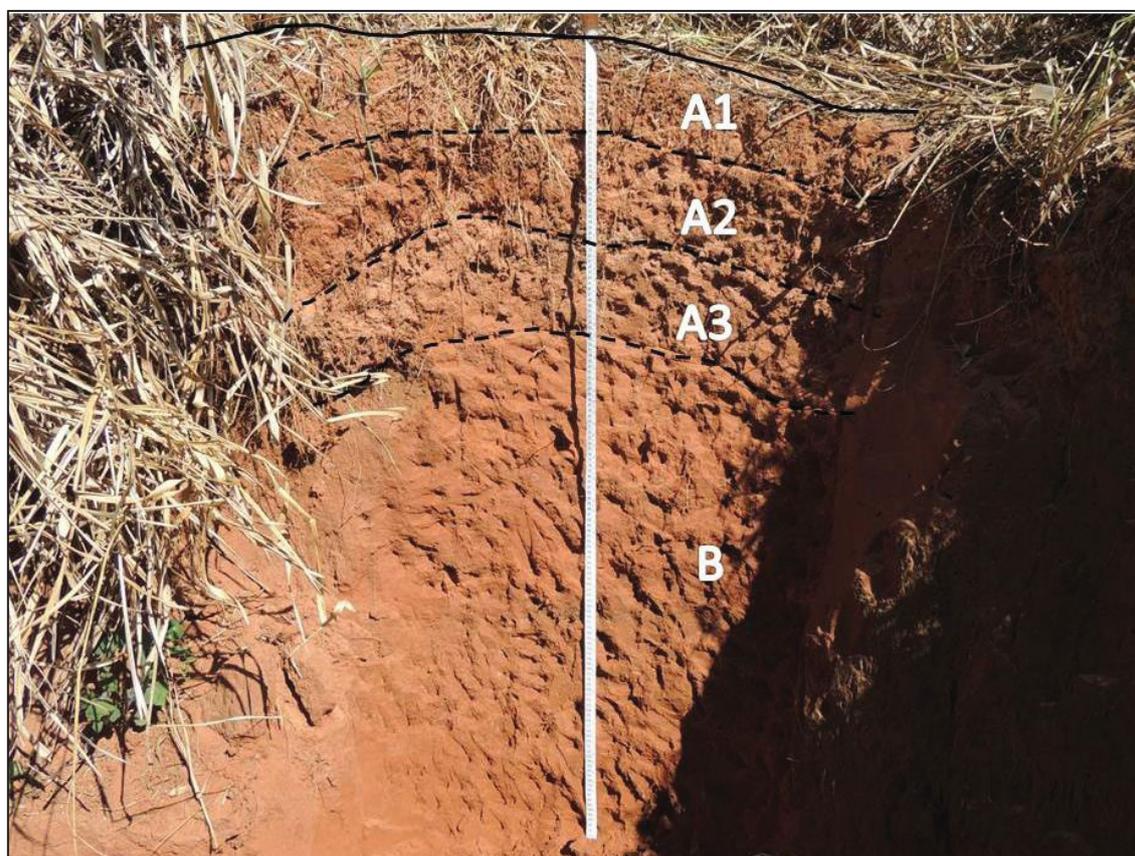
PERFIL	HORIZONTE	PROFUNDIDADE	COR		TEXTURA DE CAMPO	ESTRUTURA	CONSISTENCIA	PLASTICIDADE	PEGAJOSIDADE	TRANSIÇÃO
			SECO	UMIDO						
PERFIL 1	A1	0 - 14 CM	5YR 5/4	5YR 4/4	Arenosa	Em blocos média	Fraca	Não plástico	Não pegajoso	
	A2	14 – 28 CM	2,5 YR 4/4	2,5 YR 3/4	Arenosa	Em blocos média	Fraca	Não plástico	Não pegajoso	Difusa
	A3	28 – 50 CM	5 YR 4/4	5 YR 3/4	Arenosa	Subangular pequena	Fraca	Não plástico	Não pegajoso	Difusa
	B	50 – 150 CM	5YR 4/6	5YR 3/4	Arenosa	Blocos pequenos que se desfaz para granular	Fraca	Não plástico	Não pegajoso	Difusa
PERFIL 2	A	0 – 14 CM	10YR 6/4	10 YR 5/4	Arenosa	Grãos simples	Fraca	Não plástico	Não pegajoso	
	C	14 – 165 CM	10 YR 7/3	10 YR 6/3	Arenosa	Grãos simples	Fraca	Não plástico	Não pegajoso	Difusa

APÊNDICE C – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DOS PERFIS

X		Y		PERFIL 1														ELEVAÇÃO (m)	
COORDENADAS		7447172		ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO ESPESSARÊNICO ABRÚPTICO														374	
(g ⁻¹ Kg)		Cmolc/dm3														Cmolc/dm3			
Horizonte	Argila	Silte	Areia	Ph CaCl	pH SMP	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	C	g/dm3	ppm	K	CTC (EFETIVA)	V%	M%	
A1	17,19	52,6	930,2	4,63	7	0,11	2,4	0,6	0,5	0,09	2,5	0,6	3,6		3,6	1,3	33,14	8,46%	
A2	12,08	25,71	962,19	4,32	7,1	0,17	2,2	0,6	0,3	0,05	0,9	0,6	2		2	1,12	30,15	15,18%	
A3	23,67	56,45	919,86	4,17	6,9	0,27	2,5	0,7	0,3	0,05	0,6	0,6	2,1		2,1	1,32	29,57	20,45%	
B1	48,41	44,47	907,11	4,3	7,1	0,16	2,2	0,8	0,3	0,05	1,2	0,6	1,9		1,9	1,31	34,32	12,21%	
B2	113,56	56,7	829,72	4,27	6,9	0,31	2,5	1	0,5	0,05	0,6	0,6	1,8		1,8	1,86	38,27	16,67%	

X		Y		PERFIL 2														ELEVAÇÃO (m)	
COORDENADAS		7446064		NEOSSOLO QUARTZARÊNICO ÓRTICO TÍPICO														322	
(g ⁻¹ Kg)		Cmolc/dm3														Cmolc/dm3			
Horizonte	Argila	Silte	Areia	Ph CaCl	pH SMP	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P	C	g/dm3	ppm	K	CTC	V%	M%	
A	51,29	33	915,69	4,38	7,1	0,14	2,2	1,1	0,4	0,11	1,2	2,1	4,2		4,2	1,75	42,25	8,00%	
C	29,04	16,1	954,82	4,35	7,3	0,17	1,9	0,9	0,3	0,06	0,6	0,6	2,4		2,4	1,43	39,87	11,89%	

PERFIL 1



PERFIL 2



APÊNDICE D – FRAÇÃO AREIA DA T1 E T2

Areia muito fina (%)

Ponto	(5 cm)	(20 cm)	(50 cm)	(90 cm)	(120 cm)
T1S1	1,49	1,46	4,09	1,97	2,72
T1S2	1,49	2,31	4,09	4,21	6,31
T1S3	3,55	2,71	3,51	3,79	3,92
T1S4	3,07	2,41	3	4,55	2,23
T1S5	2,13	2,97	2,45	3,11	2,53
T1S6	3,15	2,16	3	1,46	3,23
T1S7	2,72	5,27	2,55	3,41	3,8
T1S8	2,59	4,05	2,38	2,98	4,29
T1S9	3,39	2,91	2,62	4,19	2,91
T1S11	3,61	3,44	3,47	4,38	4,14
T1S12	3,11	3,52	2,74	5,14	4,76
T1S13	1,98	2,21	2,01	4,58	6,23
T1S10	1,78	0,95	8,3	6,06	4,48
T2S1	9,24	2,39	2,96	1,64	4,15
T2S2	2,91	1,39	3,89	1,71	1,04
T2S3	4,54	1,59	4,47	2,03	4,69
T2S4	4,69	6,64	3,4	1,49	4,99
T2S5	3,15	2,82	1,93	2,68	8,84
T2S6	8,38	1,82	2,12	2,96	4,47
T2S7	3,45	4,9	3,3	6,22	5,9
T2S8	4,23	4,25	2,65	4,03	5,01
T2S9	2,15	2,55	2,64	2,38	3,5
T2S10	2,63	3,9	2,22	3,52	3,98
T2S11	3,64	3,17	2,27	2,75	6,17
T2S12	4,72	5,13	2,76	4,61	6,6
T2S13	1,09	2,42	1,24	0,98	3,6
T2S14	0,99	1,8	2,25	1,62	2,56

Areia fina (%)

Ponto	(5 cm)	(20 cm)	(50 cm)	(90 cm)	(120 cm)
T1S1	4,52	3,71	17,85	7,91	8,04
T1S2	4,72	14,21	17,85	22,81	27
T1S3	21,09	17,64	24,33	28,25	20,74
T1S4	20,83	18,42	19,88	24,87	11,49
T1S5	24,28	23,26	37,52	30,83	27,46
T1S6	29,16	25,47	31,84	13,87	28,06
T1S7	20,47	36,56	34,12	26,42	33,08
T1S8	20,08	30,61	27,43	29,6	29,09
T1S9	22,88	20,34	17,57	26,21	13,24
T1S11	17,33	17,18	15,58	22,46	13,8
T1S12	12,59	16,98	15,17	20,77	25,11
T1S13	9,79	7,76	10,38	16,84	20,46
T1S10	13,29	5,88	24,09	23,27	24,41
T2S1	14,59	8,8	9,16	4,47	8,6
T2S2	11,11	6,21	10,33	9,46	6,59
T2S3	14,26	6,32	15,92	7,25	15,63
T2S4	15,63	18,33	16,71	5,87	16,06
T2S5	16,08	15,72	10,02	16,72	29,37
T2S6	27,68	10,98	17,43	17,75	22,91
T2S7	21,57	26,23	26,15	34,09	28,91
T2S8	40,27	35,24	30,06	25,89	34,13
T2S9	28,83	31,71	31,56	46,36	36,68
T2S10	33,29	47,04	40,25	36,58	39,92
T2S11	29,58	21,04	17,95	15,94	22,67
T2S12	18,7	17,92	15,98	16,99	28,54
T2S13	9,96	18,69	11,21	7,96	13,6
T2S14	7,44	12,16	14,59	7,42	16,89

Areia média (%)

Ponto	(5 cm)	(20 cm)	(50 cm)	(90 cm)	(120 cm)
T1S1	72,71	60,66	51,65	71,23	67,17
T1S2	56,07	66,68	51,65	65,03	63,53
T1S3	71,3	72,74	67,36	65,78	70,73
T1S4	63,19	74,45	73,06	68,84	77,54
T1S5	71,45	69,11	59,52	45,71	64,37
T1S6	63,48	69,82	62,63	80,66	63,62
T1S7	70,3	54,75	61,23	65,23	59,77
T1S8	69,65	61,19	66,14	64,35	61,43
T1S9	66,66	70,29	71,21	65,58	67,19
T1S11	70,85	69,13	65,45	67,15	70,94
T1S12	71,46	64,5	70,08	61,26	67,42
T1S13	70,74	62,08	74,1	69,12	65,79
T1S10	67,26	66,96	57,84	58,52	57,02
T2S1	68,51	71,05	75,42	74,81	72,15
T2S2	76,41	82,39	78,97	83	85,74
T2S3	75,09	81,66	75,41	76,86	74,85
T2S4	74,85	71,63	73,82	82,37	75,91
T2S5	77,04	74,95	80,62	72,05	56,96
T2S6	55,07	75,44	48,14	67,73	62,6
T2S7	60,37	60,79	60,14	54,49	57,27
T2S8	52,91	53,58	64,92	66,92	59,39
T2S9	67,6	63,65	61,71	51,05	59,17
T2S10	60,78	48,65	53,18	58,43	54,36
T2S11	63,63	58,5	70,86	68,09	64,98
T2S12	63,81	70,44	68,73	65,8	58,08
T2S13	72,78	71,47	70,22	67,92	71,05
T2S14	59,47	70,75	70,01	59,05	69,15

Areia grossa (%)

Ponto	(5 cm)	(20 cm)	(50 cm)	(90 cm)	(120 cm)
T1S1	18,29	29,71	21,61	16,32	17,18
T1S2	31,85	2,51	21,61	6,7	2,51
T1S3	3,40	5,56	2,71	1,96	4,04
T1S4	11,72	3,66	3,7	1,42	5,86
T1S5	1,97	3,64	0,3	14,68	5,15
T1S6	3,70	2,25	2,27	3,8	4,39
T1S7	5,61	2,71	1,93	4,48	3,03
T1S8	7,06	3,67	3,73	2,81	4,68
T1S9	6,56	5,92	8,13	3,69	15,45
T1S11	6,13	7,69	13,12	5,19	8,75
T1S12	9,88	12,23	9,48	9,68	2,05
T1S13	14,82	24,24	11,41	7,48	5,87
T1S10	13,27	23,59	7,16	9,8	11,32
T2S1	10,72	15,38	11,36	4,47	13,57
T2S2	7,78	9,6	6,37	5,46	6,4
T2S3	5,58	10,1	3,76	12,21	4,43
T2S4	4,43	3,01	5,4	9,91	2,69
T2S5	3,3	5,79	6,98	7,87	4,14
T2S6	6,05	11,11	5,11	10,9	9,2
T2S7	13,53	7,13	9,68	4,52	7,14
T2S8	2,33	5,86	2,27	2,93	1,29
T2S9	1,3	1,74	4	0,21	0,58
T2S10	3,29	0,41	1,12	1,47	2,34
T2S11	3,15	6	8,92	13,22	6,18
T2S12	12,11	6,51	12,41	12,6	5,78
T2S13	16,17	7,31	16,9	22,59	11,75
T2S14	30,82	15,29	12,68	29,85	11,4

Areia muito grossa (%)

Ponto	(5 cm)	(20 cm)	(50 cm)	(90 cm)	(120 cm)
T1S1	1,26	0,24	0,48	1,93	0,16
T1S2	0,51	2,17	0,48	0,97	0,14
T1S3	0,33	0,05	0,2	0,07	0,01
T1S4	0,00	0	0,01	0,04	0,01
T1S5	0,08	0,01	0,35	0,01	5,11
T1S6	0,24	0,13	0,04	0,06	0,03
T1S7	0,43	0,49	0,18	0,03	0,21
T1S8	0,11	0,32	0,17	0,12	0,05
T1S9	0,21	0,25	0,32	0,28	0,12
T1S11	1,02	0,24	0,43	0,89	0,14
T1S12	0,33	0,48	0,57	0,29	1,33
T1S13	0,01	0,68	1,15	0,52	0,45
T1S10	0,92	1,3	0,24	0,58	0,72
T2S1	0,36	0,06	0,08	1,64	0,01
T2S2	0,13	0,01	0,01	0,01	0,01
T2S3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,27
T2S4	0,27	0,01	0,01	0,09	0,01
T2S5	0,01	0,01	0,12	0,01	0,16
T2S6	0,17	0,49	0,01	26,93	0,33
T2S7	0,24	0,54	0,52	0,44	0,32
T2S8	0,29	0,03	0,67	0,03	0,01
T2S9	0,01	0,01	0,01	0,02	0
T2S10	0,01	0,01	0	0	0
T2S11	0	0	11,29	0	0
T2S12	0	0,66	0	0,12	0
T2S13	0	0	0,11	0,43	0,55
T2S14	0	1,28	0	0,47	2,06

APÊNDICE E – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS AMOSTRAS DA T1 E T2

AREIA	FUNDO DE VALE				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	92,07	91,75	88,17	86,38	86,21
MEDIANA	92,26	92,26	89,08	87,67	86,92
DESVIO PADRÃO	3,37	3,26	3,79	3,25	2,78
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	11,39	10,68	14,40	10,61	7,74
INTERVALO	11,77	11,45	11,33	10,70	8,90
MÍNIMO	85,56	85,63	81,11	79,85	80,61
MÁXIMO	97,33	97,08	92,44	90,55	89,52
	TOPO				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	91,17	90,31	85,82	83,45	82,75
MEDIANA	91,96	90,53	85,61	83,23	83,12
DESVIO PADRÃO	2,92	3,08	2,42	2,57	3,19
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	8,52	9,51	5,88	6,62	10,21
INTERVALO	10,62	11,19	8,04	7,41	11,29
MÍNIMO	82,82	82,79	81,18	79,89	75,65
MÁXIMO	93,44	93,98	89,22	87,31	86,94

ARGILA	FUNDO DE VALE				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	2,95	2,85	9,02	11,46	12,14
MEDIANA	1,78	1,74	9,04	11,10	11,70
DESVIO PADRÃO	2,67	2,65	3,78	3,59	2,48
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	7,16	7,03	14,33	12,95	6,18
INTERVALO	7,45	7,24	11,47	14,04	8,54
MÍNIMO	0,37	0,01	4,59	3,57	8,97
MÁXIMO	7,82	7,26	16,06	17,62	17,51
	TOPO				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	2,36	3,69	10,80	13,26	13,95
MEDIANA	1,55	3,10	10,74	12,70	14,99
DESVIO PADRÃO	2,53	3,13	2,68	2,65	2,90
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	6,40	9,83	7,19	7,02	8,45
INTERVALO	8,84	10,49	8,34	7,94	10,07
MÍNIMO	0,11	0,01	6,07	9,36	7,763
MÁXIMO	8,95	10,50	14,42	17,31	17,84

AREIA MUITO FINA	FUNDO DE VALE				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	2,68	3,23	2,96	3,68	4,46
MEDIANA	2,67	3,30	2,55	3,85	4,21
DESVIO PADRÃO	1,10	1,28	1,85	1,45	1,28
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	1,21	1,64	3,43	2,10	1,66
INTERVALO	3,73	4,32	7,06	5,08	4,04
MÍNIMO	0,99	0,95	1,24	0,98	2,56
MÁXIMO	4,72	5,27	8,33	6,06	6,6
	TOPO				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	3,98	2,55	3,24	2,63	4,09
MEDIANA	3,15	2,35	3,2	2,35	4,03
DESVIO PADRÃO	2,47	1,38	0,81	1,09	2,05
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	6,10	1,93	0,66	1,19	4,24
INTERVALO	7,75	5,25	2,54	3,09	7,8
MÍNIMO	1,49	1,39	1,93	1,46	1,04
MÁXIMO	9,24	6,64	4,47	4,55	8,84

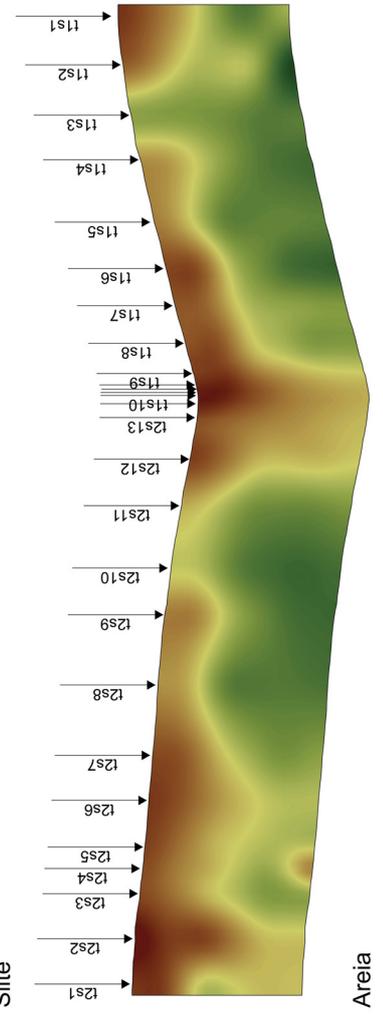
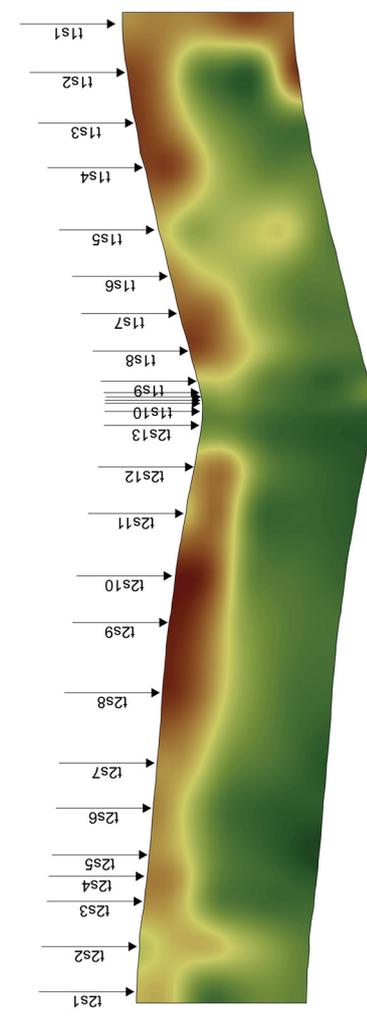
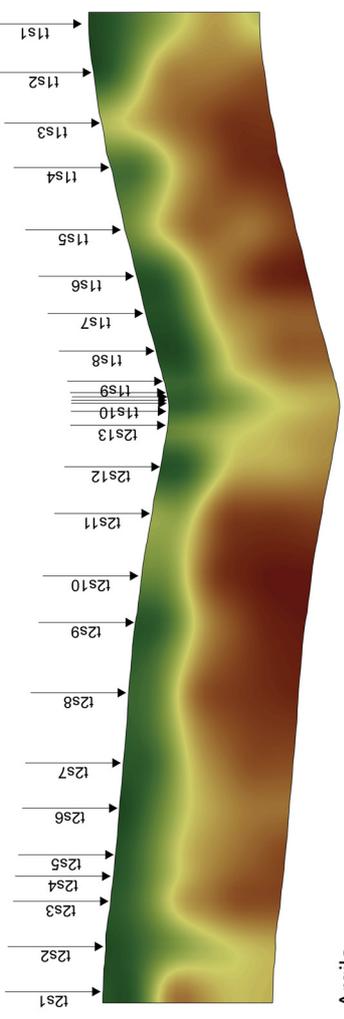
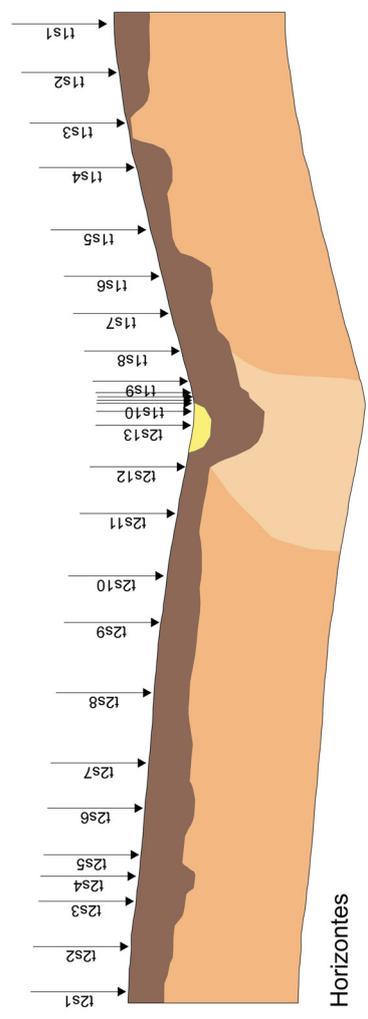
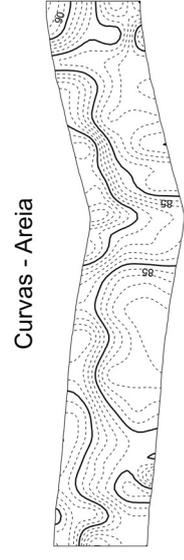
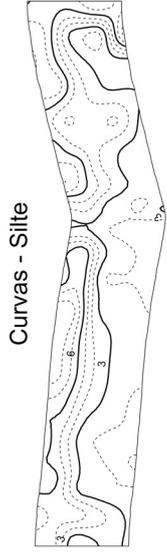
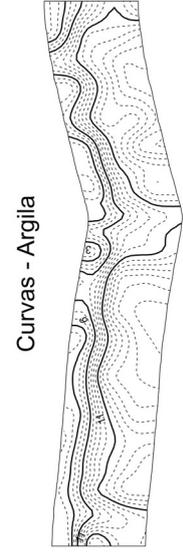
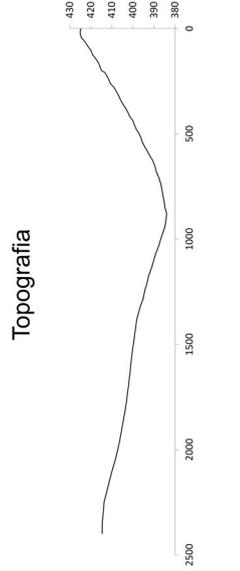
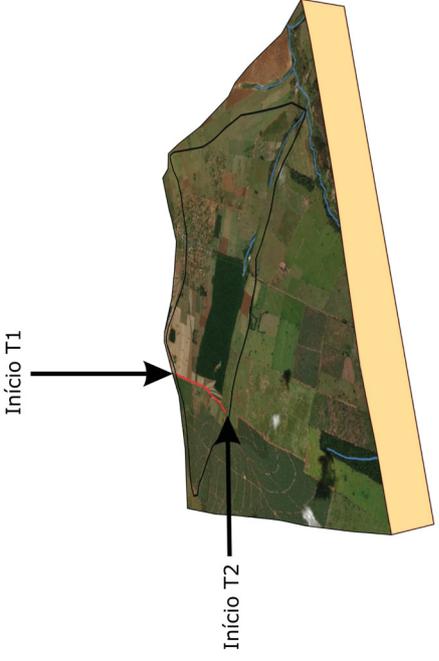
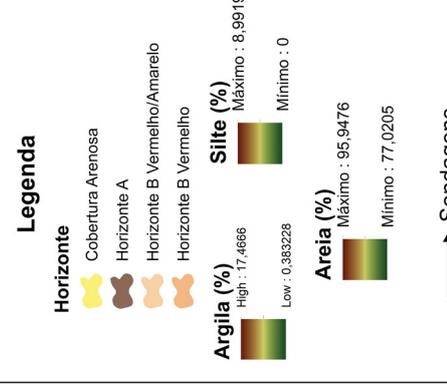
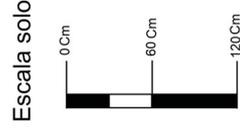
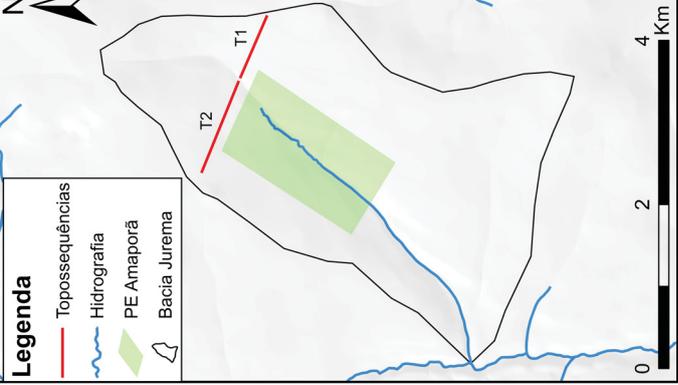
AREIA FINA	FUNDO DE VALE				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	17,95	21,01	18,55	20,87	23,40
MEDIANA	18,01	18,30	15,98	21,65	23,54
DESVIO PADRÃO	7,96	11,83	7,18	8,49	8,37
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	63,45	140,05	51,64	72,16	70,21
INTERVALO	25,85	41,16	23,74	29,16	26,68
MÍNIMO	7,44	5,88	10,38	7,42	13,24
MÁXIMO	33,29	47,04	34,12	36,58	39,92
	TOPO				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	16,99	14,08	19,07	15,83	18,49
MEDIANA	15,85	14,96	17,64	15,295	18,4
DESVIO PADRÃO	7,99	6,96	8,57	9,16	8,52
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	63,96	48,49	73,58	83,92	72,64
INTERVALO	24,64	21,76	28,36	26,36	22,78
MÍNIMO	4,52	3,71	9,16	4,47	6,59
MÁXIMO	29,16	25,47	37,52	30,83	29,37

AREIA MÉDIA	FUNDO DE VALE				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	67,28	64,05	67,80	64,20	63,93
MEDIANA	68,45	65,73	70,01	65,40	65,38
DESVIO PADRÃO	4,43	7,26	4,77	3,90	5,65
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	19,65	52,79	22,81	15,28	31,96
INTERVALO	13,31	22,82	16,26	10,69	16,69
MÍNIMO	59,47	48,65	57,84	58,43	54,36
MÁXIMO	72,78	71,47	74,1	69,12	71,05
	TOPO				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	68,76	72,54	66,52	71,17	69,59
MEDIANA	71,37	72,18	70,21	71,64	68,95
DESVIO PADRÃO	7,63	5,99	11,49	10,15	8,05
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	58,26	35,98	132,09	103,09	64,84
INTERVALO	21,97	21,73	32,48	37,29	28,78
MÍNIMO	55,07	60,66	48,14	45,71	56,96
MÁXIMO	77,04	82,39	80,62	83	85,74

AREIA GROSSA	FUNDO DE VALE				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	10,73	9,63	9,18	10,23	7,38
MEDIANA	8,47	6,91	9,96	8,58	6,02
DESVIO PADRÃO	7,68	7,75	4,79	8,49	4,30
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	59,09	60,12	22,98	72,12	18,55
INTERVALO	27,67	23,83	15,78	28,38	13,4
MÍNIMO	3,15	0,41	1,12	1,47	2,05
MÁXIMO	30,82	24,24	16,9	29,85	15,45
	TOPO				
	5 CM	20 CM	50 CM	90 CM	120 CM
MÉDIA	9,06	8,52	7,59	7,97	6,63
MEDIANA	5,81	5,67	5,25	7,28	4,79
DESVIO PADRÃO	8,54	7,83	7,10	4,87	4,51
VARIÂNCIA DA AMOSTRA	72,98	61,44	50,47	23,78	20,37
INTERVALO	29,88	27,46	21,31	14,9	14,67
MÍNIMO	1,97	2,25	0,3	1,42	2,51
MÁXIMO	31,85	29,71	21,61	16,32	17,18

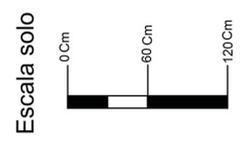
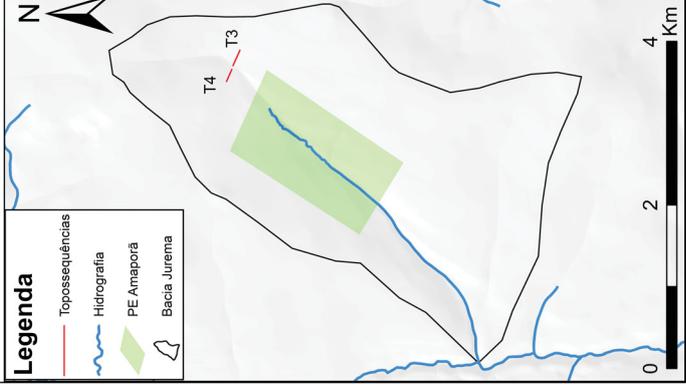
Apêndice F

Representação da T1 e T2

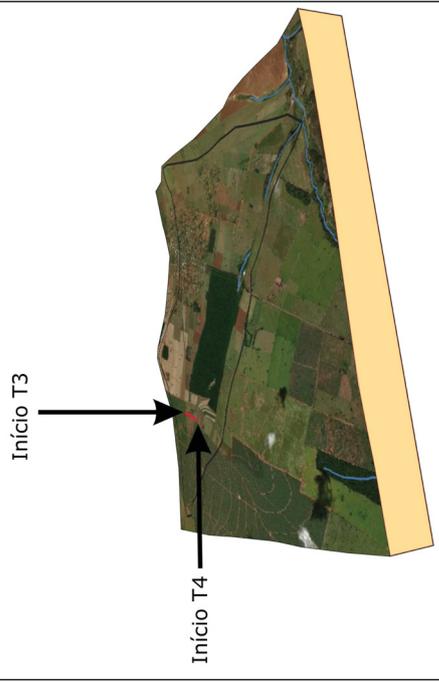
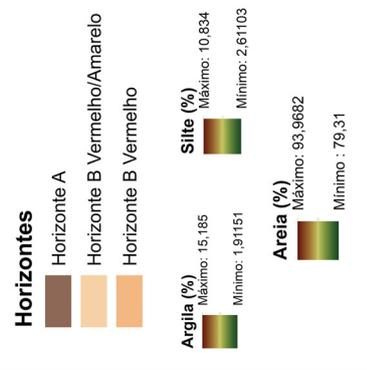


Apêndice G

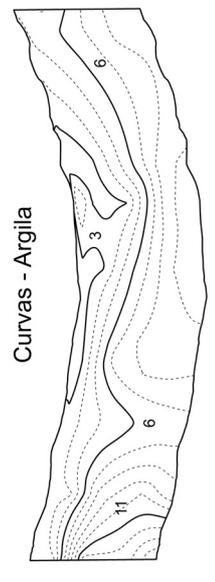
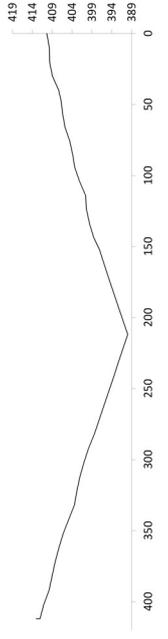
Representação da T3 e T4



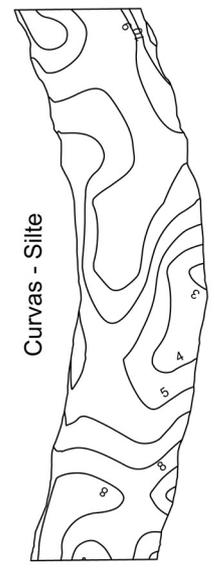
Legenda



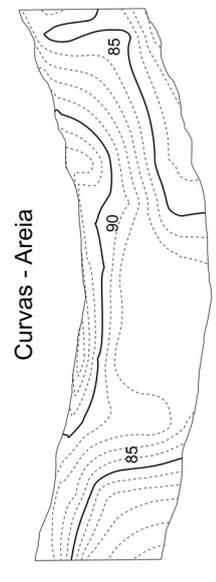
Topografia



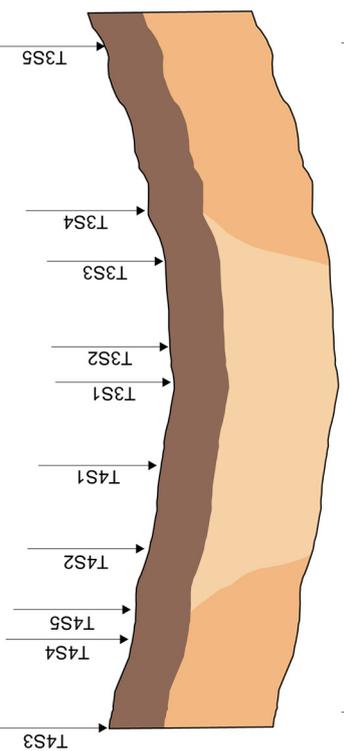
Curvas - Argila



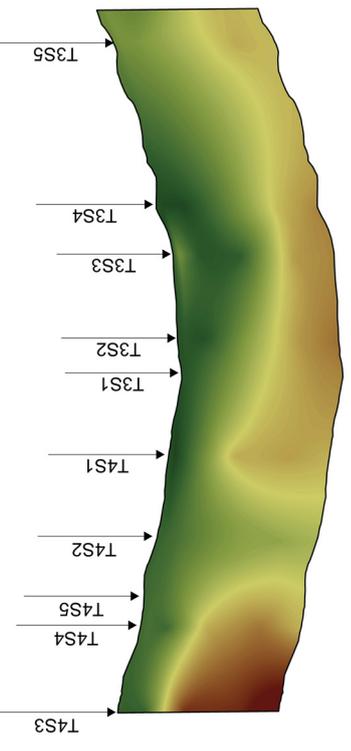
Curvas - Silte



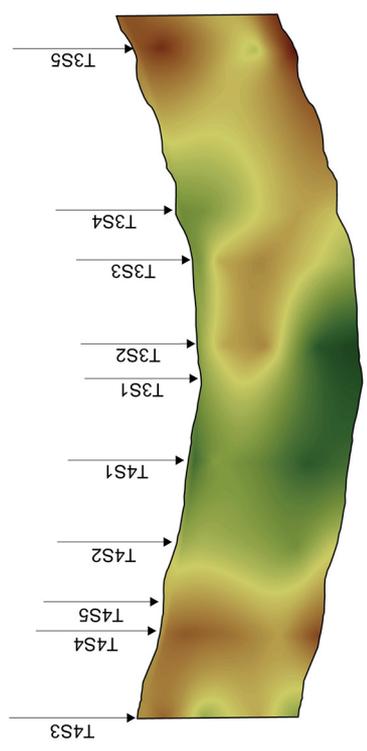
Curvas - Areia



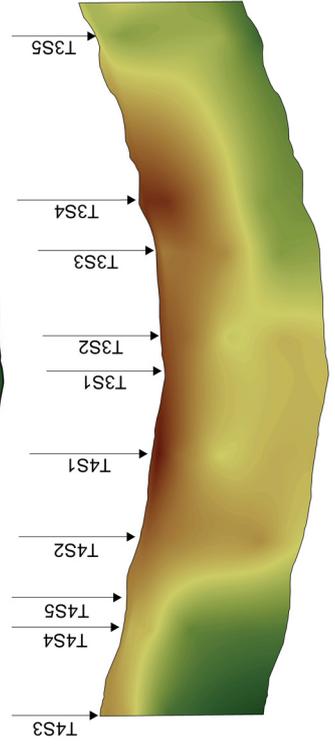
Horizontes



Argila

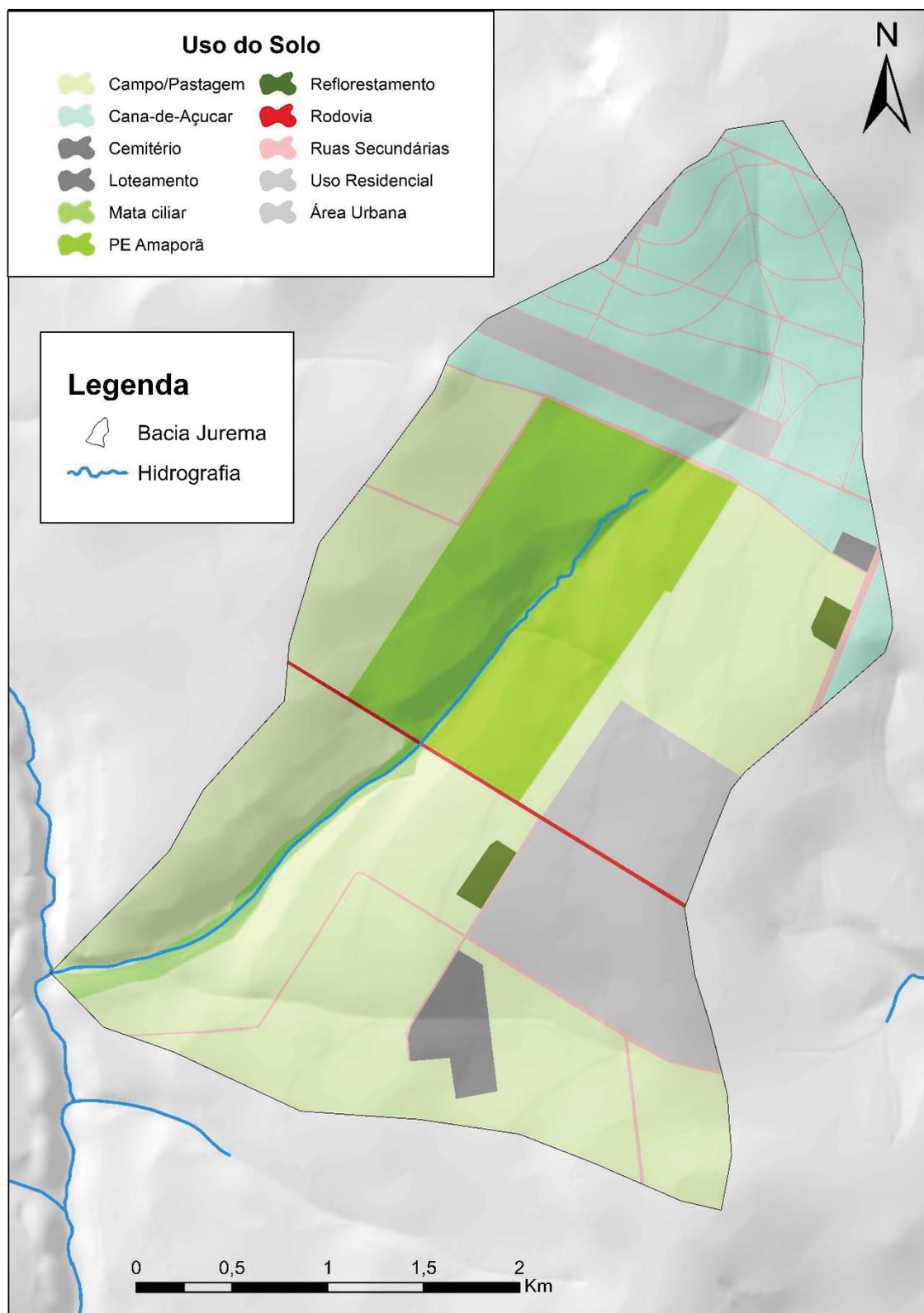


Silte

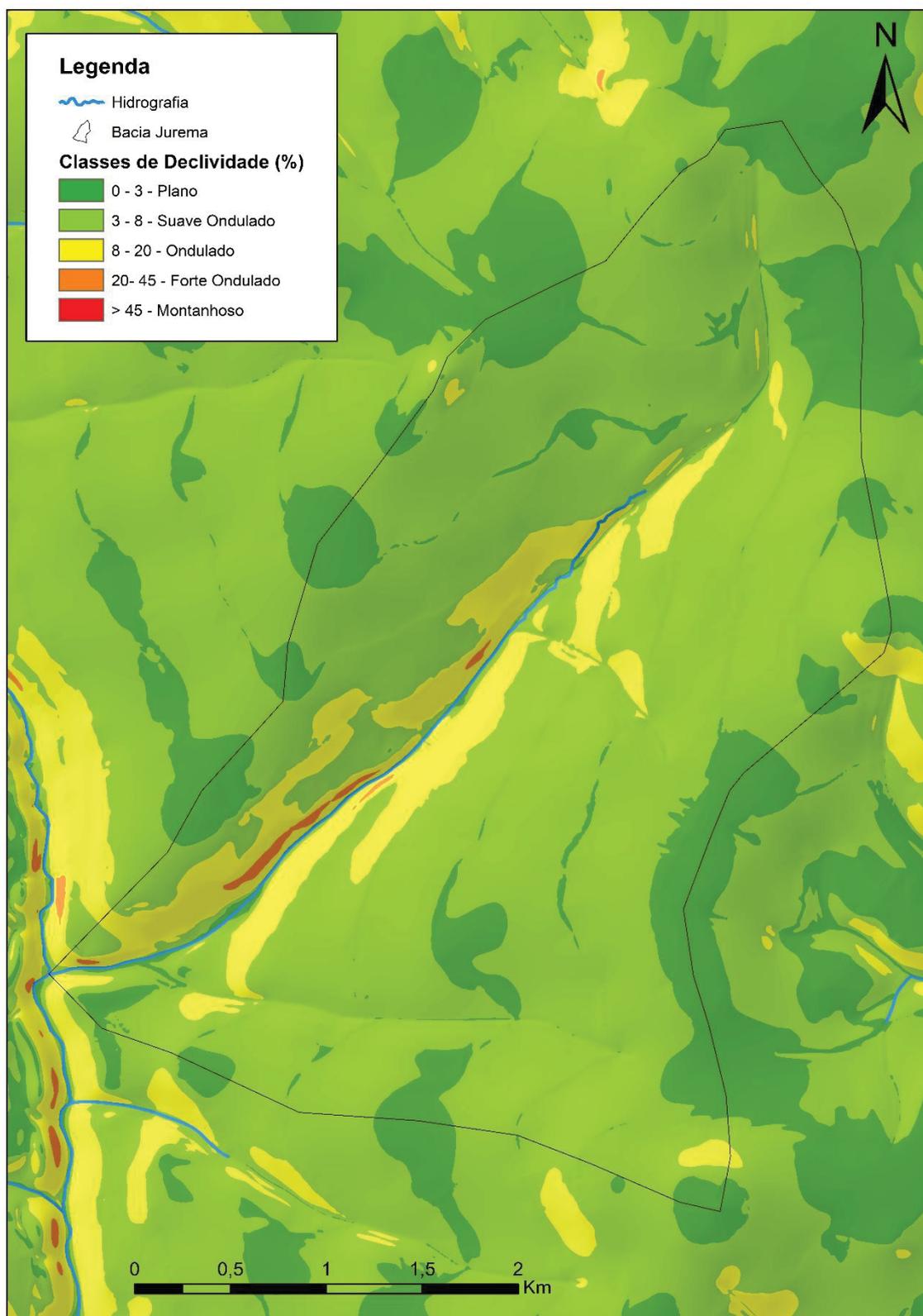


Areia

APÊNDICE H – MAPA DE USO DO SOLO DA BACIA DO CÓRREGO JUREMA



APÊNDICE I – MAPA DE DECLIVIDADE BACIA DO CÓRREGO JUREMA



ANEXOS

ANEXO I - APOSTILA DO LQFS SOBRE OS MÉTODOS RELATIVOS AS ANÁLISES QUÍMICAS

Abaixo, são descritas e comentadas as análises químicas efetuadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo (LQFS), do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DSEA) da UFPR, que têm como base a metodologia descrita por PAVAN et al. (1992).

1 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ DOS SOLOS

Os parâmetros que envolvem acidez e alcalinidade são de grande utilidade no estabelecimento das características dos solos, visto que as propriedades físicas, químicas e biológicas estão direta ou indiretamente associadas com acidez ou alcalinidade. Explorando dois casos extremos: solo com pH maior que 8 geralmente têm problemas com salinidade, dispersão do solo, deficiência de Fe e outros. No extremo oposto, valores de pH abaixo de 3 podem indicar a presença de solo tiomórfico recém drenado, onde poucas plantas podem sobreviver. Problemas associados com alcalinidade e pH extremamente baixo estão restritos a uma pequena área do território brasileiro: às regiões semi-áridas e pequenas manchas de solo do litoral, respectivamente. Contudo, o mais importante em regiões tropicais são problemas relativos à acidez do solo representada por valores abaixo da faixa de pH entre 5 e 6,5, a qual é requerida para a maioria das culturas melhoradas. Assim, necessitamos medir a acidez do solo e o poder tampão do mesmo, com a finalidade de fazer as correções necessárias.

1.1 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ ATIVA (pH CaCl₂ 0,01 mol/L – 1:2,5)

O solo é tipicamente um ácido fraco, pois apenas uma pequena parte de sua acidez encontra-se dissociada na fase líquida, a qual é denominada acidez ativa e representa a atividade dos íons H⁺ na solução do solo. Essa acidez pode ser medida em soluções aquosas ou salinas. Nas análises de rotina do LQFS do

Departamento de Solos da UFPR, este valor de acidez é determinado conforme descrito abaixo.

1.1.1 Comentários

O pH em solução de CaCl_2 0,01 mol/L foi introduzido por SCHOFIELD e TAYLOR (1955) e por ser determinado em solução salina apresenta valores menores do que o pH em água. Em estudo feito em solos do Estado de São Paulo, esta diferença foi da ordem de 0,6 unidade (QUAGGIO, 1983). Este estudo mostrou também que existe estreita correlação entre estas duas medidas de pH. Algumas vantagens são enumeradas por PEECH (1965) para a dosagem do pH em cloreto de cálcio:

- a) o pH em CaCl_2 é pouco afetado pela relação entre terra e solução;
- b) a concentração salina de 0,01 mol/L é suficiente para padronizar as variações de sais entre amostras, evitando-se assim as variações estacionais de pH;
- c) a suspensão de solo em CaCl_2 é floculada, o que minimiza os erros provenientes do potencial de junção líquida, uma vez que o eletrodo de referência permanece num sobrenadante isento de partículas de solo;
- d) a concentração salina utilizada é semelhante à concentração de sais observada em soluções de solo de boa fertilidade. E o Ca^{2+} é normalmente o íon mais abundante em solos. Por essas razões, o pH em CaCl_2 representa a atividade do íon H^+ , mais próxima daquela que existe no ambiente radicular das plantas.

Outra vantagem: precisão e estabilidade do aparelho de leitura.

1.1.2 Procedimento

- 1- Com cachimbo volumétrico, transferir 10 cm³ de Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) para frasco plástico e adicionar 25 mL de CaCl_2 0,01 mol/L;
- 2- Agitar em agitador circular por 15 minutos e deixar em repouso durante 40 minutos;
- 3- Efetuar leitura após calibração do potenciômetro com soluções padrão de pH 7,0 e pH 4,0;
- 4- Entre cada leitura, lavar o eletrodo com água deionizada, com auxílio de pisceta, e enxugá-lo levemente com papel toalha de textura fina.

1.1.3 Reagentes

a) Solução de cloreto de cálcio 0,01 mol/L:

Dissolver 1,47 g de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em água deionizada e completar o volume para 1 litro. Deve-se misturar bem com um bastão de vidro e ajustar o pH para 5,5 com ácido acético.

1.1.4 Cuidados

A calibração deve ser feita após aquecimento prévio do potenciômetro e as soluções padrão devem ser retiradas da geladeira com antecedência de forma a estarem à temperatura ambiente no instante da calibração. No caso do uso de eletrodos combinados, o diafragma lateral, que corresponde à saída do eletrodo de referência, deve ficar coberto de líquido.

1.2 DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ POTENCIAL (pH SMP)

1.2.1 Comentários

O valor de $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, também chamado de acidez potencial é constituído de duas partes distintas da acidez dos solos: acidez trocável (Al^{3+}) e acidez não trocável (H^+). O método de referência para extração da acidez potencial dos solos é o da solução de acetato de cálcio 1N a pH 7,0. Este método apresenta, contudo, alguns problemas relacionados com a qualidade dos reagentes, com o ponto de viragem e suscetibilidade à formação de fungos na solução estocada (RAIJ e QUAGGIO, 1983).

O método da solução tamponada SMP tem sido utilizado em substituição ao do acetato pois apresenta grande vantagem analítica, ou seja, usa-se a mesma solução de CaCl_2 da determinação da acidez ativa. Além disso, também mostra estreita correlação com o método do acetato (PAVAN et al., 1992).

1.2.2 Procedimento

a) Na mesma amostra que foi feito o $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$, adicionar 5 ml de SMP;

- b) Agitar em agitador circular por 15 minutos e deixar em repouso por uma noite;
- c) Efetuar a leitura no potenciômetro, conforme descrito no item 4.1.1;
- d) Os teores de H+Al são obtidos em tabelas de correspondência com os valores de pHSMP.

1.2.3 Reagentes

a) Solução SMP

Em balão volumétrico de 1 litro, colocar, nesta ordem: 106,2 g de cloreto de cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), 6,0 g de dicromato de potássio (K_2CrO_4), 4,0g de acetato de cálcio ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2$) e 5,0 mL de trietanolamina. Acrescentar água. Separadamente, dissolver 3,6g de p-nitrofenol em cerca de 200mL de água quente, filtrando, se houver impurezas. Acrescentar esta solução ao balão volumétrico, completar o volume e agitar. No dia seguinte, ajustar o pH a 7,5 com NaOH 40% ou HCl 1+1. Manter a solução em refrigerador. Verificar ocasionalmente o pH, corrigindo se necessário (RAIJ e QUAGGIO, 1983).

2 DETERMINAÇÃO DOS CÁTIOS TROCÁVEIS (Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+})

2.1 COMENTÁRIOS

Os cátions trocáveis são extraídos do solo com uma solução de KCl 1mol/L, através do deslocamento destes íons dos sítios de troca do solo pelo K^+ presente na solução de KCl.

No caso específico da extração do alumínio, a qualidade do reagente é de fundamental importância, pois reagentes que geram soluções de elevado pH inicial provocam a hidrólise e precipitação do íon Al^{3+} , o que resulta em valores menores na determinação deste elemento (CANTARELLA et al., 1981).

Outras formas existem para extrair estes cátions trocáveis do solo. No IAC, em São Paulo, por exemplo, estes cátions são extraídos por resinas trocadoras de íons que permitem a extração também de P e K trocáveis. Esta última metodologia é bastante promissora mas demanda investimentos em

equipamentos e treinamento de pessoal de laboratório para as atividades específicas deste tipo de análise.

2.2 EXTRAÇÃO DO Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} POR SOLUÇÃO KCl

2.2.1 Procedimento

- Com cachimbo volumétrico, transferir 10 cm³ de TFSA para erlenmeyer de 125mL e adicionar 100mL de KCl 1mol/L;
- Agitar em agitador circular por 5 minutos;
- Deixar em repouso durante uma noite;
- Pipetar 20 mL para determinação do Al^{3+} , 20 mL para determinação do Ca^{2+} e 20 mL para determinação do $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$.

2.2.2 Reagentes

- Solução de cloreto de potássio 1mol/L:

Dissolver 74,5 g de KCl em água deionizada e completar o volume para 1 litro.

2.4 DETERMINAÇÃO DO Al TROCÁVEL

A análise quantitativa de Al em solução pode ser determinada via análise titrimétrica, onde uma solução padrão com concentração conhecida é usada para reagir com uma solução com concentração desconhecida. No caso do Al, o íon é deslocado do complexo de troca com a solução de KCl e titulado com uma solução básica, em uma titulação ácido-base. Um indicador de neutralização é usado para determinar a completa neutralização do Al em solução. A reação envolvida é a seguinte:



2.4.1 Procedimento

- Em 20 mL do extrato, adicionar 3 gotas de indicador Azul de Bromotimol;
- Titular com solução de NaOH 0,02 mol/L até viragem de cor de amarelo-cítrico para azul.

2.4.2 Cálculo

Al^{3+} (cmolc dm⁻³) = Volume (mL) de NaOH gasto na titulação

2.4.3 Reagentes

a) Solução de hidróxido de sódio 1,0 mol/L:

Em balão de 1000 mL dissolver uma ampola de NaOH e completar o volume com água deionizada.

b) Solução de hidróxido de sódio 0,02 mol/L:

Em balão de 1000 mL dissolver 20 mL de NaOH 1,0 mol/L e completar o volume com água deionizada.

c) Azul de Bromotimol:

a) Em balão de 100 mL colocar 1,0mL de NaOH 1,0mol/L; completar volume com água deionizada e agitar (NaOH 1%).

b) Pesar 0,2 g de azul de bromotimol: Colocar num gral de vidro e juntar 32 mL de NaOH 1%. Triturar até que a solução adquira cor verde. A seguir, passar para balão de 200 mL e completar volume com água deionizada.

2.5 DETERMINAÇÃO DO Ca + Mg TROCÁVEIS PELO EDTA (NÃO REALIZAMOS PELO MÉTODO DA TÍTULAÇÃO, UTILIZAMOS AA)

2.5.1 Comentários

Assim como para Al, a análise quantitativa de Ca e Mg em solução, pode ser determinada também via análise titrimétrica. Mas diferente do Al, estes elementos são determinados por uma titulação de complexação. A utilização de complexos, principalmente se for de espécie única, simplifica nitidamente as titulações complexométricas e facilita a detecção dos pontos finais.

Os ácidos aminopolicarboxílicos são excelentes agentes complexadores e o mais importante deles é o ácido etilenodiaminotetra-acético ou chamado também pela abreviatura EDTA. A estrutura espacial do seu ânion, que tem seis átomos doadores, capacita-o a satisfazer o número de coordenação de seis freqüentemente encontrado entre os metais e a formar anéis de cinco membros sem tensões por quelação. Os complexos resultantes têm estruturas

semelhantes mas diferem um dos outros na carga que carregam. Então, o EDTA forma complexos no meio aquoso e ele reage com todos os metais na razão 1:1. E a dissociação do complexo é governada pelo pH da solução. Em valores de pH mais baixos decrescerá a estabilidade do complexo metal-EDTA. Quanto mais estável é o complexo mais baixo é o pH em que se pode fazer a titulação do íon metálico com EDTA. O pH mínimo para que o complexo exista é de 8 a 10 para Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , e Mg^{2+} . Em solução a pH 10, Ca^{2+} e Mg^{2+} são determinados juntos e a pH 12,5 o Ca é determinado isoladamente, sendo o teor de Mg obtido por diferença (RAIJ et al., 1987).

Pelo baixo custo, o emprego do EDTA para determinação de Ca e Mg, em análises de solos ainda é, em alguns laboratórios, a melhor alternativa.

O EDTA forma complexos com constantes de estabilidade variáveis para diferentes metais. A constante de estabilidade do Ca é maior que a do Mg, o que significa que o cálcio é titulado antes do magnésio, em uma solução contendo os dois elementos.

Na titulação de um ácido forte, se o pH for posto em gráfico contra o volume da solução da base forte adicionada, o ponto de inflexão ocorrerá no ponto de equivalência. Semelhante é na titulação com o EDTA. Se fizermos um gráfico de pH contra o volume da solução de EDTA adicionado, ocorrerá um ponto de inflexão no ponto de equivalência. As constantes de estabilidade aparentes de vários complexos metal-EDTA estão indicadas na extrema direita das curvas. Quanto maior for a constante de estabilidade, mais nítido é o ponto final, desde que o pH se mantenha constante.

Nas titulações ácido-base, o ponto final é geralmente detectado por um indicador sensível ao pH. Nas titulações com o EDTA emprega-se um indicador sensível ao íon metálico, indicadores metalocrômicos. Tais indicadores formam complexos com íons metálicos específicos; como estes têm uma cor diferente da cor no ponto de equivalência. O ponto final da titulação também pode ser avaliado por outros métodos, inclusive técnicas potenciométricas, amperométricas, condutométricas e espectrofotométricas.

Os indicadores metalocrômicos visuais formam o mais importante grupo de indicadores para as titulações com EDTA e as operações deverão ser limitadas ao uso de indicadores. O negro de Eriocromo é usado entre pH 7 a 11. Neste

pH, a adição de sais metálicos produz uma mudança nítida de cor, do azul ao vermelho (BASSET, 1978).

2.5.2 Procedimento

- a) Em 20 mL do extrato, adicionar 4 mL de tampão pH 10,0;
- b) Adicionar 3 gotas de indicador Negro de Eriocromo;
- c) Titular com EDTA 0,01 mol/L até viragem de cor de rosa para azul.

2.5.3 Cálculos

$\text{Ca}^{2++} \text{ Mg}^{2+} \text{ (cmolc dm}^{-3}\text{)} = \text{Volume (mL) de EDTA gasto na titulação}$

2.5.4 Reagentes

- a) Solução tampão pH 10:

Em balão de 2 litros, dissolver 135 g de cloreto de amônio em 400 mL de água deionizada. Juntar 1200 mL de amoníaco (NH_4OH). Pesar 1,232 g de sulfato de magnésio ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e 1,86 g de EDTA e completar o volume com água deionizada.

Controle de neutralidade: Pipetar 3 mL da mistura, juntar cerca de 50 mL de água deionizada e colocar 3 gotas de Negro de Eriocromo. A cor rosa violeta deverá passar para o azul puro apenas com uma gota de EDTA 0,01 mol/L.

- b) Mistura Tamponante: Transferir os 2 litros para um frasco maior e adicionar 333 mL de trietanolamina. Agitar bem.

- c) Solução Indicadora Negro de Eriocromo T (NET):

Dissolver 0,1 g de NET em 10 mL de metanol e adicionar 10 mL de trietanolamina. Conservar a solução em frasco plástico.

- d) EDTA 0,01 mol/L:

Dissolver 3,7223 g de $\text{NA}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em água deionizada e completar o volume para 1 litro.

2.6 DETERMINAÇÃO DO Ca TROCÁVEL PELO EDTA

2.6.1 Procedimento

- a) Em 20 mL do extrato, adicionar 4 mL de solução tampão pH 12 ;

- b) Adicionar 1 pitada de indicador Calconcarbonato + Na₂SO₄ ;
- c) Titular com EDTA 0,01 mol/L até viragem de cor de rosa para azul-roxo.

2.6.2 Cálculos

Ca²⁺ (cmolc dm⁻³) = Volume (mL) de EDTA gasto na titulação

2.6.3 Reagentes

a) Solução tampão pH 12:

Dissolver 100 g de KOH em cerca de 500 mL de água deionizada. Em frasco de 1000 mL com rolha, colocar 250 mL de trietanolamina e a solução de KOH. Completar o volume com água deionizada e agitar.

b) Indicador Ac. Calconcarbônico + Sulfato de Sódio:

- 1 - Pesar exatamente 49,5 g de sulfato de sódio (P.M. 142,04) ;
- 2 - Pesar exatamente 0,5 g de ácido calconcarbônico (C₂₁H₁₄N₂O₇ 3H₂O) (P.M. 492,46) ou 0,4234 g de calcon (C₂₀H₁₃N₂NaO₅S) (P.M. 416,99);
- 3 - Em gral de porcelana, adicionar os 49,5 g de NaSO₄ ;
- 4 - Triturar, adicionando os 0,5 g de ácido calconcarbônico, até obter pó bem fino e bastante homogêneo ;
- 5 - Guardar em frasco escuro muito bem vedado em local livre de umidade.

3 DETERMINAÇÃO DE P E K “DISPONÍVEIS”

3.1 COMENTÁRIOS

Conforme comentado no item 2, os elementos P e K podem ser determinados em suas formas trocáveis, que apresentam boa correlação com a absorção dos elementos do solo pelas plantas. No Brasil, nas regiões com predominância de solos ácidos, tem-se utilizado também a extração de P e K do solo com soluções de ácidos fortes diluídos, os quais também apresentam estreita correlação com a absorção de P e K pelas plantas e com a produção das lavouras. Entre os extratores ácidos, o extrator duplo ácido (Mehlich-1) tem a vantagem de fornecer extratos límpidos por sedimentação, dispensando a filtração (TEDESCO et al., 1995).

3.2 EXTRAÇÃO DE P E K COM SOLUÇÃO EXTRATORA DE MEHLICH I OU NORTH CAROLINA

3.2.1 Procedimento

- a) Com cachimbo volumétrico, transferir 10 cm³ de TFSA em erlenmeyer de 125 ml e adicionar 100 ml de extrator;
- b) Agitar durante 10 minutos em agitador circular ;
- c) Deixar em repouso durante uma noite;
- d) Pipetar 25 mL do sobrenadante para efetuar as análises de P e K.

3.3 DETERMINAÇÃO DO P “DISPONÍVEL”

O P pode ser determinado em solução por métodos colorimétricos, visto que este forma compostos com cor azul ou amarelo, quanto reage com molibdato e vanadato em ambiente ácido e reduzido, respectivamente. Logo, moléculas de ácido fosfomolibdico ou fosfovanadato têm a capacidade de refletir as cores azul ou amarelo e, ao mesmo tempo, absorver outras cores, que não sejam azul ou amarelo, quando incidida uma luz policromática. A intensidade da cor, azul ou amarelo, da solução formada é dada pela quantidade de luz refletida pelas moléculas formadas, e está diretamente relacionada com concentração em P. Ao mesmo tempo que refletem mais as cores azul ou amarelo com o aumento da concentração de P em solução, os demais comprimentos de onda, de uma luz policromática, passam a ser absorvidos em maior intensidade. Assim, é possível determinar a concentração de P em solução, através da intensidade da cor azul ou amarelo, estabelecendo-se uma relação entre concentração de P em solução e absorbância em um certo comprimento de onda, com equipamento chamado colorímetro ou espectrocolorímetro.

3.3.1 Procedimento

- a) Em 5 mL do extrato, adicionar 10 mL de solução de molibdato e 1 pitada de ácido ascórbico ;
- b) Agitar e deixar descansar por 30 minutos.

- c) Ler em fotocolorímetro no comprimento de onda de 660 nm.

3.3.2 Reagentes

- a) Solução extratora Mehlich - 1

HCl 0,05N + H₂SO₄ 0,025N, diluição de 1 : 10

- b) Solução concentrada de molibdato

(A) Em balão de 2000 mL, adicionar cerca de 1000 mL de água deionizada, 300 mL de ácido sulfúrico concentrado e 4g de subcarbonato de bismuto. Resfriar.

(B) Dissolver 40 g de molibdato de amônio em aproximadamente 400 mL de água deionizada.

Adicionar lentamente a solução B na solução A, resfriar e completar volume com água deionizada.

- c) Solução diluída de molibdato

Em balão de 1000mL, transferir 300mL da solução concentrada de molibdato de amônio e completar o volume com água.

- d) Solução Base de 50 mg P/L

Em balão de 1000 mL, transferir 0,219 g de Fosfato de Potássio Monobásico (seco em estufa a 60 °C durante uma hora e resfriado em dessecador). Juntar cerca de 400 mL de água deionizada, 25 mL de ácido sulfúrico 7 N (196 mL para 1000 mL) e completar o volume com água deionizada.

- e) Soluções padrão de P

Em balões de 100mL adicionar 0,6, 1,2, 1,8, 2,4, 3,0, 3,6, 4,2, 4,8, 5,4 e 6,0 ml da solução base de 50 mg P/L e completar o volume com água deionizada. As soluções resultantes terão, respectivamente, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27 e 30 mg P/L.

Para a confecção da curva de calibração deve-se seguir o mesmo procedimento descrito acima para a determinação do P « disponível ».

3.4 DETERMINAÇÃO DO K "DISPONÍVEL"

3.4.1 Procedimento

A dosagem do K é feita no restante do extrato, diretamente por espectroscopia de emissão de chama ou fotometria de chama. A fotometria de chama é

destinada para análise de potássio, sódio, cálcio e lítio. Estes elementos podem ser excitados com um baixo nível de energia na forma de calor, permitindo então a emissão de radiações características. As radiações podem ser observadas pela mudança na coloração da chama. Uma mistura de ar e solução é aquecida, quando pulverizada na chama, fazendo com que os átomos sejam excitados e emitam radiações específicas. A radiação vinda dos átomos que se encontram na chama passa através de um filtro óptico que permite somente a radiação característica do elemento em investigação e chega a um fotocélula. O sinal de saída da fotocélula é medido por um galvanômetro adequado. Logo, é possível estabelecer uma calibração entre diferentes concentrações de solução padrão e emissão de radiação para um determinado elemento.

3.4.2 Reagentes

a) Soluções padrão de K

(A) Em balão de 1000 mL, pesar 1,907 g de KCl p.a. (seco em estufa a 40 °C por uma hora). Completar o volume com água deionizada.

(B) Em balão de 1000 mL transferir 100 mL da solução A e completar o volume com água deionizada.

Em balões de 100 mL adicionar 0,5, 2,0, 4,0, 8,0, 12,0, e 20,0 mL da solução B e completar o volume com água deionizada. As soluções resultantes terão, respectivamente, 5, 20, 40, 80, e 120 mg K/L ou 0,0127, 0,0513, 0,1025, 0,2051, 0,3076 e 0,5116 cmolc/L.

Para a confecção da curva de calibração a leitura das soluções é feita diretamente por fotometria de chama.

4 DETERMINAÇÃO DO CARBONO

4.1 MÉTODO COLORIMÉTRICO

Este método foi desenvolvido por QUAGGIO e RAIJ (1979), introduzindo modificações em um método usado nos Estados Unidos. O método difere do anterior em três aspectos: a) a digestão é a frio; b) $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ é usado no lugar do $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, por ser sal de maior solubilidade e c) ao invés de determinar-se o

excesso de dicromato por titulação, determina-se por colorimetria o íon Cr^{3+} formado na reação de oxi-redução (oxidação da matéria orgânica e redução do dicromato). A determinação via colorimetria é possível visto que ocorre uma mudança de cor quando o Cr^{6+} ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) passa para Cr^{3+} , durante o processo de oxi-redução indicado acima.

Para a determinação da matéria orgânica, usa-se curva padrão preparada a partir de solos com diferentes teores de matéria orgânica, que englobam as diferentes situações a campo.

4.1.1 Procedimento

- a) Com cachimbo volumétrico, transferir 1 cm³ de TFSA para erlenmeyer de 125mL e adicionar 10 mL de solução oxidante de dicromato de sódio ;
- b) Esperar \pm 20 minutos e diluir para 100 mL ;
- c) Deixar em repouso durante uma noite ;
- d) Ler em fotocolorímetro no comprimento de onda de 650 nm,
- e) Encontrar os valores de correspondência de carbono e matéria orgânica com o auxílio de tabelas de referência.

4.1.2 Reagentes

a) Solução de Dicromato

Dissolver 200 g de Dicromato de Sódio ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) num béquer com mais ou menos 500 mL de água deionizada. Passar esta solução para balão de 1000 mL e adicionar lentamente, com a proveta, 280 mL de H_2SO_4 concentrado. Deixar esfriar e completar o volume com água deionizada.

4.1.3 Observação

A determinação do carbono presente nos solos pode também ser efetuada através da metodologia da combustão, com detecção por infra-vermelho, metodologia esta bastante precisa mas que demanda equipamento sofisticado e ainda não disponível no LQFS do DSEA da UFPR.

5 DETERMINAÇÃO DE MICRONUTRIENTES CATIÔNICOS

5.1 COMENTÁRIOS

A extração de cobre, zinco, ferro, manganês, níquel e cádmio das formas disponíveis pode ser feita por soluções de sais, ácidos ou quelantes. A extração com HCl 0,1 mol/L, apresenta boa correlação com a absorção destes elementos pelas plantas, com a vantagem de extrair quantidades maiores, facilitando a determinação do cobre por espectrofotometria de absorção atômica. A espectroscopia de absorção atômica, ou simplesmente absorção atômica (AA), tem como princípio básico a absorção de radiação (com comprimento de onda específico para cada elemento) por elementos atomizados, em seu estado elementar. Esta radiação normalmente é emitida pela excitação do próprio elemento em uma fonte de ressonância.

A fonte de ressonância é a chamada de lâmpada catódica oca, a qual é coberta por um fina camada de um certo metal (por exemplo Zn). A lâmpada é idealizada de tal modo que esta camada de metal é bombardeada por elétrons em alta velocidade, provocando o excitamento do átomo que cobre a lâmpada e produzindo emissão de radiação específica ao metal constituinte da lâmpada. Esta radiação é encaminhada para uma chama onde encontram-se diversos átomos em estado elementar, os quais, submetidos à alta temperatura, se dissociaram na forma gasosa. Dentro de certos limites, os átomos em estado elementar absorvem o comprimento de onda enviado pela lâmpada. Assim é possível estabelecer uma calibração entre concentração do átomo que se encontra na chama e a quantidade de comprimento de onda absorvido.

5.2 EXTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES COM SOLUÇÃO EXTRATORA DE HCl 0,1N

5.2.1 Procedimento (Tucker and Kurtz, SSSP 1955).

- a) Pesar 5,0 g de TFSA em um erlenmeyer de 125 mL.
- b) Adicionar 50 mL de HCl 0,1mol/L.
- c) Fechar o frasco erlenmeyer.
- d) Agitar por 45 minutos em agitador mecânico.
- e) Centrifugar ou filtrar.

- f) Tomar uma alíquota de 10 mL.
- g) Determinar concentração no Espectrofotômetro de Absorção Atômica.

5.2.2 Reagentes

A preparação dos reagentes (HCl e padrões dos elementos) pode ser efetuada a partir de ampolas próprias para este fim. Estas ampolas com soluções padrão são fabricadas por diferentes empresas e, como exemplo, podem ser citadas as ampolas Titrisol (Merck), Normasol (Reagen) e Normex (Formitalia Carlo Elba). Na ausência destas ampolas os reagentes podem ser preparados como descrito abaixo.

- a) Solução extratora de HCl 0,1 mol/L: medir 83,3 mL de HCl concentrado p.a. e dissolver a 10 L com água deionizada.
- b) Padrão de 1.000 mg L⁻¹ de Zn: pesar 1,0 g de Zn metálico e dissolver com 20 mL de HCl a 50%. Diluir a 1 L.
- c) Padrão de 1.000 mg L⁻¹ de Cu: pesar 1,0 g de Cu metálico num béquer de 100 mL. Fechar o béquer com vidro de relógio. Fazer uma solução com 1 parte de água desionizada (bidestilada) e 1 parte de HNO₃. Passar, cuidadosamente, um mínimo desta solução para o copo de béquer; deixar o copo mais ou menos fechado com vidro de relógio até o cobre metálico estar dissolvido. Posteriormente passar esta solução para balão volumétrico de 1000 mL e completar o volume com água desionizada (bidestilada).
- d) Padrão de 1000 mg L⁻¹ de Fe. Pesar 2.000 g de ferro reduzido (pó) num béquer de 1 L. Fechar o béquer com vidro de relógio e passar, devagar, 500 mL de HCl concentrado p.a. para béquer, para dissolver o ferro. Esperar por 24 horas. Passar, então esta solução para o balão volumétrico de 2000 mL e completar o volume com água desionizada (bidestilada). Agitar bem e estocar num frasco plástico.
- e) Padrão de 1000 mg L⁻¹ de Mn. Pesar 2000 g de manganês metálico e dissolver numa pequena quantidade de HNO₃ [1 parte de água desionizada (bidestilada) e 1 parte de HNO₃ concentrado]. Passar, então, a solução para balão volumétrico de 2000 mL e completar o volume com água desionizada (bidestilada). Agitar bem e estocar num frasco plástico.

f) Solução padrão de trabalho: pipetar 0 – 2,5 – 5 – 10 – 15 e 25 mL da solução padrão mista de Zn, Cu, Fe e Mn para balões de 1L e completar o volume com HCl 0,1 mol/L utilizado para a extração das amostras. Estes padrões contêm 0 – 0,25 – 0,5 – 1,0 – 1,5 e 2,5 mg l⁻¹ de Zn, Cu, Fe e Mn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSET, J; DENNEY, R. C.; JEFFERY, G. H.; MENDHAM, J. Vogel: Análise Inorgânica Quantitativa. Rio de Janeiro – RJ, 1978. Quarta Edição, Editora Guanabara S.A.

CANTARELLA, H.; DECHEN, A.R.; RAIJ, B. van. Influência da origem do cloreto de potássio utilizado em extrações de amostras de solos nos resultados de alumínio trocável. *Bragantia*, Campinas, v. 40, p. 189-192, 1981.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997.

PAVAN, M.A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. IAPAR: Londrina, 1992. (IAPAR. Circular, 76).

PEECH, M. Hydrogen-ion activity. In: BLACK, C.A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 914-926.

QUAGGIO, J.A. Critérios para calagem em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1983. Dissertação (Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 3, p. 184-187, 1979.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A. Métodos de análise de solo. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 31p. (IAC. Boletim Técnico, 81).

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargil, 1987.

SCHOFIELD, R.K.; TAYLOR, A.N. The measurement of soil pH. Soil Society of America Proceedings, Madison, v. 19, p. 164-167, 1955.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. (Boletim Técnico, 5).