

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

MARCEL HIDEYUKI FUMIYA

**TRANSFORMAÇÕES ESTRUTURAIS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA SOBRE
BASALTOS EM MARUMBI - PR**

MARINGÁ
2013

MARCEL HIDEYUKI FUMIYA

**TRANSFORMAÇÕES ESTRUTURAIS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA SOBRE
BASALTOS EM MARUMBI - PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
Co-orientador: Prof. Dr. Marco Rafael Nanni

MARINGÁ
2013

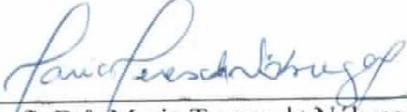
TRANSFORMAÇÕES ESTRUTURAIS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA SOBRE BASALTO EM
MARUMBI, PR

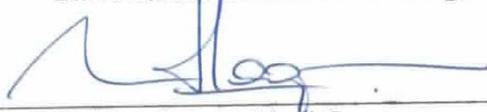
Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia, área de concentração: Análise Regional e Ambiental, linha de pesquisa Análise Ambiental

Aprovada em 27 de março de 2013.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
Orientador - UEM
Universidade Estadual de Maringá


Prof.^a Dr.^a Maria Teresa de Nóbrega
Membro convidado
Universidade Estadual de Maringá


Prof. Dr. Miguel Cooper
Membro convidado
ESALQ

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

F978t Fumiya, Marcel Hideyuki Fumiya
Transformações estruturais em uma topossequência sobre basaltos em Marumbi-PR / Marcel Hideyuki Fumiya. -- Maringá, 2013.
96 f. : il., color., figs., maps., quadros., fotos.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto.
Coorientador: Prof. Dr. Marco Rafael Nanni.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.

1. Geografia física. 2. Topossequência. 3. Sistema pedológico. 3. Marumbi-PR. I. Gasparetto, Nelson Vicente Lovatto, orient. II. Nanni, Marco Rafael, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação em Geografia. IV. Título.

CDD 21.ed. 918.162

AHS

Aos meus queridos pais **Marisa Miyoko Hisamatsu Fumiya e Julio Noboru Fumiya**
e a minha família
ofereço e dedico essa dissertação

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a colega de pós-graduação **Cássia Maria Bonifácio** pela sua verdadeira amizade, por sempre auxiliar nas rotinas de laboratório e também pela convivência.

Ao Prof. Dr. **Nelson Vicente Lovatto Gasparetto**, pela orientação, paciência, confiança, amizade e por viabilizar condições para o desenvolvimento desse projeto a partir de contatos com outras instituições de ensino superior;

Ao **CNPq** pelo apoio financeiro (Proc. No 473023/2010-5) e a CAPES pela concessão de bolsa de estudos durante todo o curso;

Ao **Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA)** pela disposição de toda a sua infraestrutura e ao técnico Vanderlei por auxiliar nas rotinas laboratoriais;

Aos colegas de graduação e pós-graduação da UEM **João, Fábio, Fabiana, Édipo, Alma, Carol e Isabel**.

Ao professor **Mauro Parolin** e o **Laboratório de Estudos Paleoambientais da FECILCAM (LEPAFE)** pelo ensinamento sobre preparação e análise sobre dados proxy.

Ao Prof. Dr. **Miguel Cooper** do departamento Ciência do solo da ESALQ/USP, que disponibilizou o laboratório de microscopia óptica para a interpretação das lâminas delgadas de solo;

A Prof^a. Dr^a. **Célia Regina Montes** do NUPGEO/ESALQ, que sem houver nenhum vínculo com este projeto disponibilizou e manuseou o microscópio eletrônico para a análise das lâminas delgadas;

Aos técnicos **Sônia, José e Leandro** do departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP pela paciência e conhecimentos transmitidos em procedimentos laboratoriais;

Aos colegas do curso de pós-graduação em Ciência do Solo da ESALQ/USP: **Lucas, Bruna, Ingrid, Alexandre, Guilherme, Sheila, Renata, Thalita, Gabriel e Yes** esta última pessoa posso considerar como um verdadeiro irmão no mundo acadêmico por sempre incentivar a realizar novos procedimentos e transmitir seus conhecimentos sobre fatores e ambiente que influenciam na gênese de solos;

Ao **Guilherme Watanabe** por ter acompanhado as coletas de amostras em campo pois sem essa pessoa não teria sido possível à realização deste trabalho;

Ao **senhor Vaquinha, senhor Zé e dona Maria** pela amizade e estadia, durante o período de coletas das amostras em campo;

Aos amigos **Angelo e Tais Berbet** por sempre me acolher na cidade Campo Mourão;

E por fim as pessoas mais importantes para a realização deste trabalho, os meus amados pais **Júlio Noboru Fumiya e Marisa Miyoko Hisamatsu Fumiya** pela paciência, apoio financeiro, pessoal, conselhos e amor incondicional. Serei por toda minha vida grato por sempre acreditarem em mim.

MUITO OBRIGADO A TODOS!

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. ESTUDOS DE SOLOS <i>VERSUS</i> PAISAGEM	
3. ANÁLISE ESTRUTURAL DO SOLO	20
4. GÊNESE DE HORIZONTE LATOSSÓLICO	23
6. GÊNESE DE HORIZONTES ARGÍLICO	26
7. PROCESSOS DE FORMAÇÃO DE COLÚVIO	28
8. ORIGEM E FORMAÇÃO DAS LINHAS DE PEDRA	30
9. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	33
8.2 GEOMORFOLOGIA	36
8.3 COBERTURA VEGETAL ORIGINAL	42
8.4 CLIMA	42
9. MATERIAIS E MÉTODOS	42
9.1 Trabalho de campo	43
9.2 Análise química de rotina	44
9.3 Análise granulométrica	44
9.4 Relação textural B/A	46
9.5 Micromorfologia	46
9.6 Datação por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE)	48
10 RESULTADOS	49
10.1 Solos da topossequência do sítio Máximo Peretti	49
10.2 Morfologia da topossequência	49
11 Descrição granulométrica, morfológicas e química dos solos da topossequência	51
11.1 Granulometria	51
11.2 ANÁLISES QUÍMICAS	53
11.3 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS	55
11.3.1 Macromorfologia do horizonte Ap	55

11.3.2	Macromorfologia do horizonte B nítico	56
11.3.3	Macromorfologia do horizonte B latossólico	56
11.3.4	Macromorfologia das linhas de pedra	57
11.4	OS SOLOS E SUA DISTRIBUIÇÃO NA TOPOSSEQUÊNCIA	60
11.4.1	Descrição morfológica da topossequência	60
11.5	MICROMORFOLOGIA DE SOLOS	62
11.5.1	Micromorfologia do horizonte Ap	62
11.5.2	Micromorfologia das linhas de pedra	63
11.5.3.	Micromorfologia do horizonte B nítico	65
11.5.4	Micromorfologia do horizonte B latossólico	67
11.6	DATAÇÃO PELO MÉTODO DA LUMINESCÊNCIA	70
12	CONCLUSÕES	73
13	REFERÊNCIA	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Água do Sete	34
Figura 2	Mapa geológico do quadrante da área estudada	35
Figura 3	Mapa hipsométrico do quadrante da área estudada	37
Figura 4	Mapa de declividade do quadrante da área estudada	37
Figura 5	Mapa de solos do quadrante da área estudada	38
Figura 6	Mapa de compartimentação do relevo, quadrante da área estudada	38
Figura 7	Perfil topográfico AB	39
Figura 8	Perfil topográfico CD	39
Figura 9	Mapa geomorfológico do quadrante da área estudada	43
Figura 10	Topossequência do sítio Máximo Peretti – ribeirão Água do Sete, Marumbi-PR	50
Figura 11	Morfologia do horizonte Ap	55
Figura 12	Morfologia do horizonte B nítico	56
Figura 13	Morfologia do horizonte B latossólico	57
Figura 14	Morfologia da linha de pedra do perfil 1	58
Figura 15	Morfologia da linha de pedra do perfil 3	59
Figura 16	Morfologia da linha de pedra do perfil 5	60
Figura 17	Microfotografia do horizonte Ap	63
Figura 18	Microfotografia da linha de pedra	64
Figura 19	Microfotografia do horizonte B nítico	66
Figura 20	Microfotografia da transição horizonte B nítico/latossólico	68
Figura 21	Microfotografia do horizonte B latossólico	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resultados dos dados de granulometria dos perfis	52
Quadro 2	Resultados das análises químicas	54
Quadro 3	Dados sobre os resultados da datação LOE	73

LISTA DE FOTOGRAFIA

Fotografia 1	Vista parcial dos platôs	39
Fotografia 2	Vista parcial dos platôs residuais	40
Fotografia 3	Vista parcial do vales dissecados (frente de recuo dos platôs)	41
Fotografia 4	Toposequência da bacia do ribeirão Água do Sete	49

RESUMO

O conhecimento da organização e origem alóctone ou autóctone dos materiais que compõem o sistema pedológico, sobretudo em escala de vertente, fornece instrumentos para avaliar as formas pelas quais se dá a evolução do relevo e dos perfis de alteração ao longo da vertente. O estudo das propriedades física, química, mineralógica do solo ao longo de topossequência permite entender a dinâmica dos processos pedogenéticos, auxiliando na compreensão do comportamento e funcionamento do sistema pedológico. Nessa pesquisa foi identificado os solos Nitossolo – Nitossolo latossólico – Cambissolo – Nitossolo de montante a jusante. Em escala micromorfológica concluiu-se que o desenvolvimento do horizonte B latossólico localizado abaixo do horizonte B nítico é devido à fragmentação do fundo matricial que transforma a estrutura em blocos para granular (microagregada). Nas trincheiras ao longo da topossequência verificou-se, também, a presença de paleopavimento detrítico “linhas de pedra” que são registros de uma intensa atuação da morfogênese em clima semiárido na região. Esse processo é o responsável pela esculturação e modelação da forma do relevo atual. A área estudada localiza-se na bacia hidrográfica do ribeirão Água do Sete, em Marumbi – PR, no Terceiro Planalto Paranaense. A topossequência estudada apresenta 730m de comprimento, marcada pela presença de patamares originados por diferença de resistência litológica. A bacia está assentada sobre rochas da Formação Serra Geral, recortada por diques de diabásio de idade Cretácica.

Palavra chave: topossequência, sistema pedológico, Marumbi –PR.

ABSTRACT

The knowledge of the organization and autochthonous or allochthonous origin of the material which composes the soil, especially in aspects of slope scale, provides tools to evaluate the ways in which it gives relief evolution and the profile alterations along the slope. The study of the soil physical, chemical, mineralogical properties along of the toposequence allows us to understand the dynamics of pedogenic processes, assisting in understanding the evolution of the soil. In this research were identified the following soil types Nitossolo - Nitosol latosolic - Cambisol - Nitosol from upstream to downstream. The analysis of micromorphological thin sections of soil, indicate that the structural transformation is occurring in the blocks structure (typical of nitic B horizon) to micro-aggregate or granular structure (typical latosolic B horizon) from the fragmentation processes. In the trenches along the toposequence there was also the presence of detrital paleo pavement "stone lines" which are records of an intense performance of morphogenesis in semi-arid climate in the region. This process is responsible for sculpturing and modeling of the shape of the current relief. The study area is located in the watershed of Água do Sete stream in Marumbi - PR, at Terceiro Planalto Paranaense. The watershed sits on rocks of the Serra Geral Formation, cropped by diabase dykes of Cretaceous age. The toposequence studied has 730m long, featured by levels caused by difference in lithologic resistance.

Keyword: topossequence, pedological system, Marumbi-PR.

1. INTRODUÇÃO

A interpretação da morfologia da paisagem nas regiões tropicais e subtropicais se baseia, principalmente, nas evidências das mudanças climáticas ocorridas durante o pleistoceno/holoceno. A alternância de climas úmidos e climas semiáridos resultou na formação de superfícies de aplanamento com seus vestígios e depósitos correlativos, que influenciaram na formação da paisagem atual (Bigarella, 1994).

Para compreender a evolução da paisagem e identificar os processos geradores das formas é necessário realizar uma análise detalhada dos materiais. Para isso, devem ser inicialmente, caracterizados os solos da região, o que é possível realizar com o estudo em todas as escalas de observação, desde a macromorfológica (paisagem) vista no campo, até as menores partículas observáveis pela microscopia eletrônica. Após saber como estão localizados os solos, é necessário analisar como ele funciona, inferindo, quando possível, os mecanismos de sua gênese, e também monitorando os processos atuais de sua dinâmica.

Nesse trabalho teve-se como hipótese que os horizontes B níticos da topossequência abordada, estão sofrendo a transformação para horizonte B latossólico a partir de um processo de fragmentação devido a atuação de um clima úmido atual. No qual há transformação da estrutura em blocos (horizonte B nítico) em estrutura granular ou microagregada (horizonte B latossólico) a partir de processos de fragmentação do primeiro.

O objetivo deste trabalho é a compreensão da relação relevo e solos, com a importante visão do conjunto (sistema), que pode ser relacionada à paisagem ao salientar o agenciamento entre as formas de relevo e os solos. Para alcançar o objetivo deste estudo foram escolhidas algumas etapas do procedimento descrito na metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica (BOULET et al., 1982a, 1982b). Esse procedimento consiste no levantamento, descrição, compreensão do sistema pedológico e a influência da pedogênese e morfogênese no funcionamento desse sistema.

Selecionou-se um sistema pedológico representativo regionalmente, na bacia hidrográfica do ribeirão Água do Sete, em que há possíveis registros materiais (colúvios, linhas de pedra) dos processos responsáveis pela gênese da paisagem atual.

Como objetivos específicos, foram propostos:

- Identificar e caracterizar o sistema pedológico da vertente escolhida;
- Realizar descrições macromorfológicas e micromorfológicas dos diferentes horizontes de solos e suas interações para auxiliar a compreensão dos

processos atuantes nas transformações pedológicas identificadas na topossequência;

- Compreender a interação entre a evolução do solo e as prováveis oscilações climáticas que ocorreram durante o Quaternário na região.

2. ESTUDOS DE SOLOS *VERSUS* PAISAGEM

A pedologia teve suas bases científicas desenvolvidas pelo naturalista russo Dokouchaev (1880 *apud* Lepsh, 2002). Esse autor reconheceu o solo como um corpo dinâmico e naturalmente organizado, que pode ser estudado por si só, tal como as rochas, as plantas e os animais. Esse estudo foi realizado entre 1873 e 1875, financiado pela Sociedade Econômica Livre Imperial de São Petesburgo, que reuniu uma equipe composta por especialistas de diversas áreas, dentre eles Dokouchaev. Essa equipe percorreu o sul da Rússia, devido a uma grande seca ocorrida ao longo da Crimeia, Cáucaso do Norte, bordas do mar Negro, Ucrânia e Bessarábia, totalizando uma área de 10.000km. Essa região apresentava solos férteis, com intensa atividade agrícola (LEPSCH, 2002).

A partir do estudo de perfis de solos Dokouchaev demonstrou que havia íntima relação destes com o clima, com os organismos, com o relevo e com rocha mãe. Com essas constatações, foi publicado o livro Chernozem (do russo Tchernó = negro e zem = solo), institucionalizando, assim, as bases científicas da ciência do solo. A pedologia é a ciência que aborda o solo como uma “coleção de corpos naturais dinâmicos” que contêm matéria viva e são resultantes da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo sendo influenciada pelo tipo de relevo (LEPSCH, 2002).

Como o solo é um corpo dinâmico e parte integrante da paisagem, sua evolução e distribuição ao longo de uma vertente está condicionada a diversos fatores, como variação topográfica, litológica, tempo de estabilidade do terreno. Porém, nas relações entre a pedogênese e a morfogênese, em muitos casos, o solo era visto como um fator secundário, compondo apenas a parte superficial de um sistema complexo, controlado principalmente pela estratigrafia, geomorfologia e hidrologia.

Essa diferença pode ser analisada a partir de análises das formações superficiais nas quais os pedólogos objetivam investigar as relações entre os materiais de origem e o desenvolvimento de solos, enquanto que os geomorfólogos/geólogos abordam na perspectiva em que esses materiais representam testemunhos dos processos responsáveis pela gênese, evolução e comportamento do relevo (QUEIROZ NETO, 2001).

Segundo Queiroz Neto (2000), os trabalhos sobre solos aplicados à geomorfologia teriam pelo menos um dos seguintes objetivos:

- determinar cronossucessões de solos, que seriam utilizadas como marcadores e auxiliares na estimativa da idade/cronologia dos depósitos superficiais e/ou depósitos correlativos;
- empregar os solos como indicadores de maior ou menor estabilidade das paisagens;
- relacionar o desenvolvimento dos solos, a infiltração da água no solo e o escoamento superficial das águas da chuva provocando erosão nas vertentes.

Um dos poucos geomorfólogos que tratou a questão solo/relevo foi Tricard (1977), que afirmava que a relação entre a pedologia e a geomorfologia estava presente desde o início do processo de alteração de rochas, no qual o translocamento e acumulação desses materiais são fatores envolvidos no processo de morfogênese. Nesse âmbito a pedogênese participaria como um dos elementos do processo de formação de relevo, e este, por sua vez, influenciaria no ciclo de formação de solos com a atuação da erosão e deposição dos materiais.

Nessa perspectiva do estudo da relação pedogênese e morfogênese o mesmo autor se utiliza da teoria da resistasia e biostasia, desenvolvida pelo pedólogo e geoquímico Erhart (1956). A biostasia é caracterizada pelo alto nível de equilíbrio do ambiente, caracterizado por uma lenta dissecação do modelado, sendo esse sistema mantido por uma cobertura vegetal densa e/ou atividade tectônica mínima. A predominância constante dessas condições no tempo faria com que o processo pedogenético originasse solos profundos. Por outro lado, a resistasia relacionada a uma dinâmica natural mais intensa, e associada a clima relativamente seco, promove a remoção dos sedimentos nas vertentes, ocasionando um alto nível de dissecação do relevo.

A necessidade da compreensão da distribuição e da dinâmica dos solos na paisagem levou os estudiosos do problema ao desenvolvimento de pesquisas que integraram diferentes áreas das ciências da terra, a geologia de superfície, a geomorfologia e a pedologia. Tal integração vem sendo cada vez mais desenvolvida e procurada pelos geomorfólogos, que não conseguem resolver suas questões somente com o estudo da forma, e pelos pedólogos, que, por sua vez, não conseguem resolver suas questões de pedogênese sem a compreensão da evolução recente da paisagem e dos processos que atuam nele (TORRADO, 1994).

A compreensão do solo na paisagem é possível somente reconhecendo a influência da rocha e da geomorfologia sobre os solos; a partir deste é que se pode estabelecer como são as relações entre a hidrologia e a topografia de uma vertente sobre a gênese de seus solos (TORRADO, 1994).

No Brasil, nessa linha de pesquisa, diversos pesquisadores têm se preocupado em estabelecer relações entre as características do relevo e as variações que ocorrem no solo. As relações solo/paisagem devem seguir os estudos descritivos e deverão ser úteis no levantamento e teste de hipóteses sobre a influência do relevo e seus componentes na formação do solo, assim como deverão aperfeiçoar a capacidade de prever o comportamento deste na paisagem (TORRADO, 1989).

Entre os pesquisadores que desenvolveram estudos com a questão solos/relevo no Brasil estão Lepsch et al. (1977), que relacionaram as superfícies geomórficas com as classes de solos e suas propriedades no platô ocidental do estado de São Paulo, especificamente na cidade de Echaporã. Constataram que solos considerados “mais velhos” estão localizados em superfícies geomórficas antigas e que suas taxas de argilas decresciam em relação às superfícies mais jovens, “superfícies erosionais”. Estas, por sua vez, exibiriam uma variedade de material gerando maior diversidade nas propriedades do solo do que aquelas das superfícies mais antigas.

Com a introdução do conceito de catena, Milne (1934) interpretou o solo como uma sucessão de horizontes ao longo das encostas, isto é, com variações verticais, sem considerar as variações laterais. Greene (1945) quebrou esse paradigma com a percepção do solo como um corpo contínuo em que as diferenciações são devidas ao movimento interno de soluções (vertical e lateral). Essa ideia foi retomada por Delvigne (1965), com a demonstração de sistemas de perdas, translocações e acumulações de materiais que ocorriam lateralmente.

Esse tipo de estudo envolvendo a pedogênese foi desenvolvido em solos tropicais no Chade, África Central, por Bocquier (1973), que empregou técnicas similares às utilizadas por Delvigne (1965), porém dando mais ênfase aos solos. Este examinou e detalhou as variações verticais e laterais dos solos ao longo das vertentes, relacionando estas com as variações do tipo de alteração do substrato e as neoformações mineralógicas. Concluiu que as diferenciações pedológicas verticais e laterais dos horizontes são o resultado de processo de transformação e seus agentes são os fluxos internos da água. Percebeu a migração de material fino, do topo para base do perfil e em direção ao sopé da vertente, e atribuiu essas transformações laterais e verticais ao fluxo hídrico subsuperficial. Nesse sistema pedológico, as diferenciações pedológicas e geoquímicas resultam de autodesenvolvimento, em sistemas condicionados pelos agentes bioclimáticos. As acumulações de matéria a jusante podem bloquear a saída dos elementos, promovendo modificações estruturais e neoformações mineralógicas remontantes ao longo das vertentes. Assim, Bocquier (1973) mostra que, num mesmo ponto da cobertura pedológica, os solos passaram ou vão passar sucessivamente pelos

estágios de solo lessivado (Haplastalf), solo lessivado hidromórfico (Aqualf), planossolo (Albaqualf), solonetz solodizado (Natraqualf) e depois Vertissolo.

Essa concepção permitiu o desenvolvimento de novas metodologias, como a Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, sistematizada por Boulet et al. (a,b e c 1982), com base na aplicação do conceito de catena de Milne (1934).

Esse procedimento busca observar o solo não mais a partir de perfis isolados, mas como um meio contínuo, organizado e estruturado ao longo das vertentes. Isso permitiu rever e corrigir interpretações anteriores a respeito da autoctonia e/ou aloctonia dos materiais de origem dos solos, da gênese e evolução de seus horizontes, incluindo as questões das bandas onduladas e do papel da atividade biológica na origem das linhas de pedras. Permitiu ainda redefinir o significado das diferenciações pedológicas ao longo das vertentes, além de verificar a importância da erosão química na evolução do relevo (QUEIROZ NETO, 2001).

Essa complexidade do sistema pedológico que expressa níveis embutidos uns nos outros é acrescida pelo fato de que ela é atravessada por soluções que circulam no interior e sobre os solos, promovendo a redistribuição interna do material tanto no sentido vertical como lateralmente, e modificando-a com o tempo, numa dinâmica em acordo com as condições ambientais em que se encontram (SANTOS, 2000).

Essas pesquisas envolvem observações minuciosas de campo, determinações de propriedades físicas, químicas, mineralógicas, análises micromorfológicas em lâminas delgadas, observações em microscopia eletrônica e microsonda (QUEIROZ NETO, 2001).

No Brasil, o interesse pela micromorfologia de solos, já propagada desde a década de 1960, ainda não havia avançado muito além da sua utilização para a caracterização de perfis verticais e, mais especialmente, de alguns horizontes diagnósticos (CASTRO, 1989).

A utilização da metodologia da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica permitiu aos pesquisadores brasileiros e franceses desenvolverem estudos sobre pedogênese, principalmente no estado de São Paulo. Demonstraram a diferenciação lateral dos solos na paisagem, uma vez que estes dependem, também, de mecanismos pedogenéticos próprios, relacionados à adição, perda, transformação e translocação de materiais no solo. Esses mecanismos poderiam acontecer a partir de uma cobertura inicial, ser descendentes e/ou remontantes nas vertentes, promovendo o aparecimento de novos solos, independentemente do substrato rochoso, e até mesmo controlar a evolução do próprio relevo (SANTOS, 2000).

Nos estudos de Boulet (1992), o comportamento da cobertura pedológica da cidade de Paulínia e sua relação com a pedogênese e morfogênese permitiram criar um modelo de

evolução do platô. Inicialmente o platô era composto por vertentes convexas; com a atuação dos processos da pedogênese estas evoluíram para uma vertente convexo-côncava.

A aplicação da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica possibilitou a constatação da transformação de Latossolos para Argissolos na região de Marília. A estrutura microagregada típica dos latossolos evoluiu para uma estrutura poliédrica, com uma drástica redução da macroporosidade do horizonte B. Isso ocasionou uma saturação temporária de água no limite entre os horizontes A e B, formando um ambiente redutor, propiciando a mobilização do ferro e das argilas e gerando o horizonte B textural. Estudos dessa natureza permitiram confirmar a origem autóctone da cobertura pedológica derivada da alteração do substrato geológico, cujas diferenciações laterais e verticais correspondem a processos de evolução dos solos e não de retrabalhamentos sucessivos. Esse processo mostra que os solos com horizonte B textural, formados a partir de um latossolo, são contemporâneos à evolução do modelado das vertentes, indicando que a pedogênese e a morfogênese são contemporâneas (QUEIROZ NETO, 2001).

Para o entendimento do comportamento do solo o pedólogo necessita interpretar a possível história da evolução da paisagem onde esta ocorre. Somente assim tem condições de interpretar e compreender a dinâmica da geoquímica e da pedogênese, que podem ser determinantes iniciais da modelagem de grande parte do relevo das regiões tropicais úmidas, agindo previamente, ou, no mínimo, ao mesmo tempo em que a morfogênese.

3. ANÁLISE ESTRUTURAL DO SOLO

O estudo dos solos como um corpo contínuo, distribuído lateralmente na paisagem, é relativamente recente. Milne (1934; 1936) foi o primeiro autor a demonstrar que a distribuição sistemática dos solos na paisagem estaria ligada diretamente à topografia, sendo os processos erosivos os principais fatores responsáveis pelas sucessões de solos numa encosta.

Delvigne (1965) analisou a sequência de perfis de alteração e de solos ao longo de vertentes na região equatorial da África, realizando análises químicas, mineralógicas, interpretação de lâminas delgadas em microscopia óptica e emprego de microscopia eletrônica. Dessa forma, foi possível evidenciar os mecanismos de perdas, transferências e acumulações de matérias que ocorrem lateralmente ao longo das vertentes. Nessa área de estudo o autor conclui que nas posições de topo das vertentes ocorrem a exportação de elementos (sobretudo de SiO_2 e bases), deixando um resíduo principalmente gipsítico e os

sopés das vertentes propiciam o desenvolvimento de zonas de acumulação com neoformação de caulinita.

Boulet (1974) trouxe grande contribuição aos estudos sobre solos sob a perspectiva da lateralidade, comprovando a existência de coberturas pedológicas em desequilíbrio nas condições atuais, isto é, as organizações elementares estão em constante transformação. Os horizontes superficiais são locais de destruição, enquanto os horizontes da base são de formação de minerais secundários, resultando, assim, num domínio pedobioclimático estável. Entretanto, quando a cobertura pedológica entra em desequilíbrio devido a mudanças externas ou internas do meio, inicia-se uma transformação na cobertura inicial, onde as condições encontram-se em desequilíbrio máximo, e progride a montante, gerando os horizontes de transformação, sendo este conjunto dinâmico denominado sistema de transformação pedológica.

Chauvel (1977), utilizando a abordagem dos sistemas de transformação pedológica, estudou, em campo e em laboratório, os solos vermelhos ferralíticos de Casamance (pluviosidade 900-1.200mm anuais, com estação seca-temperada devido influência marinha) e suas relações com os solos beges ferruginosos. Após análises detalhadas da organização, tanto em escala do interflúvio quanto em escala de lâmina delgada. O autor concluiu que a transformação de solos ferralíticos para beges é devido ao fenômeno de ultradessacação, que ocorre em regiões de regimes climáticos muito contrastantes que ocasionam o rompimento das ligações ferro-argila dos solos ferralíticos e provocam a iluviação e o adensamento dos horizontes, gerando solos com estrutura compacta e maciça (solos beges).

Boulet (1974) sistematizou uma metodologia que permite a reconstituição da distribuição espacial das organizações pedológicas ao longo das vertentes, denominada hoje como “análise estrutural do solo”. O autor propõe esse procedimento para a reconstituição bidimensional da organização dos solos e seus horizontes na vertente. As escalas de representação gráfica dos resultados dos trabalhos são geralmente muito grandes, variando de 1:100 a 1:1.000.

Assim, com os estudos sobre gênese de solos realizados na África e Guiana Francesa, na década de 1970, Boulet et al., 1982, Ruellan et al., 1989, sistematizaram os procedimentos da Análise Estrutural do solo. Esta se inicia com o exame bidimensional da cobertura pedológica a partir de topossequências, que correspondem a transectos dispostos de montante a jusante na linha dos interflúvios da bacia hidrográfica. Ao longo desses transectos, são realizadas sondagens sucessivas e abertas trincheiras a montante, na média vertente e a jusante, observando as transições verticais e laterais dos solos, visando à reconstituição da sua

morfologia geral com aproximações geométricas. A representação espacial dos volumes pedológicos se dá a partir de uma carta sintética, com isolinhas que identificam o surgimento ou desaparecimento de horizontes pedológicos, denominados curvas de isodiferenciação, que representam o volume pedológico no plano.

Queiroz Neto (2002), analisando o solo como um sistema organizado e estruturado, apresenta diferenciações laterais ao longo das vertentes, que não se manifestam simultaneamente em todos os horizontes presentes: assim, estes não sucedem apenas verticalmente, como se observa numa trincheira, mas também lateralmente. O estudo do solo tornou-se mais completo e complexo para o conhecimento da pedogênese, permitindo perceber a importância dos processos biogeoquímicos responsáveis, sobretudo relacionados à circulação lateral das soluções. O estudo da análise estrutural deve ser realizado em todas as escalas de observação disponíveis, da macromorfológica em campo, passando pela micromorfológica na escala da microscopia óptica às ultramicroscópicas, incluindo a que atinge a distribuição de elementos. Isso quer dizer que a visão do solo, por meio da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica, integra as diferentes escalas de observação, que se completam.

Pode haver, entre os horizontes que se sucedem nas vertentes, relações genéticas do mesmo tipo que aquelas que reconhecemos classicamente entre os horizontes de um perfil vertical. Existe um verdadeiro sistema no nível da vertente; o sentido das transformações pode ser determinado pela análise bidimensional (topossequência). Tais sistemas em transformação podem evoluir por fatores externos constantes: eles próprios induzem, na verdade, as modificações dos fatores internos (regime freático, regime de percolação, dinâmica geoquímica, etc.) necessárias à sua evolução (Boulet et al., 1982).

Para Boulet (1993), quando as condições pedobioclimáticas são suficientemente estáveis no tempo e no espaço, a evolução da cobertura pedológica se dá conservando uma organização constante e sem discordância entre os horizontes e gera as chamadas coberturas em equilíbrio. Porém, se as condições pedobioclimáticas se modificam, as organizações elementares tornam-se instáveis e tendem a se transformar, reequilibrando-se de acordo com as novas condições do meio. Essas transformações originam novos horizontes lateralmente discordantes em relação aos horizontes da cobertura inicial, desequilibrando e dando lugar a uma outra cobertura com organização e dinâmica, muitas vezes, diferente da anterior. Estes são denominados sistemas de transformação pedológica.

A cobertura pedológica é, portanto, um meio organizado, estruturado, formado por constituintes minerais e orgânicos, que estão dispostos entre si vertical e lateralmente, dando

ao solo uma morfologia, uma anatomia, que pode ser observada e descrita em diferentes escalas, desde a microscopia até a da paisagem (Ruellan, A., 1984).

A análise estrutural constitui, em seus princípios e métodos, uma inovação importante que modificou consideravelmente a visão do corpo solo. Ela trouxe, de fato, elementos fundamentais para o conhecimento da organização, gênese, dinâmica das coberturas pedológicas, métodos de análise, representação (Boulet, et al., 1982).

4. GÊNESE DE HORIZONTE LATOSSÓLICO

Segundo EMBRAPA (2006), os Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico (Bw) imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresenta mais que 150cm de espessura. O horizonte B latossólico apresenta um horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de minerais de argila 2:1, seguida de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argila do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. O horizonte B latossólico deve apresentar espessura mínima de 50cm, textura franco-arenosa ou mais fina e baixos teores de silte, de maneira que a relação silte/argila seja inferior a 0,7 nos solos de textura média e inferior a 0,6 nos solos de textura argilosa. Em geral, é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio, minerais de argila 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, podendo haver a predominância de quaisquer desses materiais.

Esses são tipos de horizonte característicos de zonas tropicais e equatoriais. Podem estar presentes em paisagens de relevo suave ondulado. A questão da gênese dos horizontes latossólicos apresenta uma divergência em relação aos processos de formação; em muitos casos propõem-se múltiplos processos na formação destes (STOOPS, 1983), como segue.

Beadou (1972), estudando os solos sob savana na República Centro Africana, concluiu que o fundo matricial (plasma e esqueleto) mostrou clara tendência para a formação de microagregados e está ligado à pedogênese ferralítica. Essa microagregação é caracterizada por uma concentração hidróxido de ferro que forma aglomerados mais vermelhos e mais densos dentro de uma base matriz, resultando em uma condensação e descoloração do plasma em torno dessas áreas, tornando-as mais amareladas, e pouco a pouco vão se individualizando, e modifica a orientação relativa do plasma massépico para insépico ou assépico. Nas áreas descoloridas surgem fissuras muito finas que são organizadas em uma

rede aproximadamente ortogonal. As separações subsequentes gerarão a individualização dos núcleos mais adensados e a estrutura microagregada futura.

Para Buol e Eswaran (1978), a formação do horizonte latossólico deve-se à formação de uma microestrutura micronodular de matriz anisotrópica, composta de caulinita e Fe^{+3} com pequenas zonas (aproximadamente $100\mu\text{m}$ de diâmetro) de coloração escura e mais avermelhada; são formados como resultado de uma diferenciação da organização do Fe^{+3} .

Chauvel et al. (1976) concluíram que a formação dos microagregados de solos derivados de basaltos é originada pelo processo de eliminação dos cátions básicos e parte da sílica, restando partículas argilosas, óxido de ferro e alumínio associado às pseudopartículas inativas. A formação de microagregados passaria primeiramente por uma fase em que o plasma maciço sofre expansão e contração, fissurando-se. A ocorrência de fenômenos secundários, como a lixiviação dos cátions ligados anteriormente ao plasma, acumulação de ferro (ferritização), resultaria em uma cristalização progressiva do ferro e associação deste com as argilas, contribuindo para a microagregação a partir de micronodulações.

Chauvel (1977), estudando solos na região de Casamance no Senegal, concluiu que a passagem dos solos vermelhos ferralíticos em solos brunos amarelados ferruginosos, é causada pelos processos de ultradessacação em clima com estações contrastadas (períodos seco e úmido) e provoca a desestabilização dos microagregados dos solos ferralíticos, diminuindo a porosidade e a percolação da água, gerando solos com estrutura mais compacta.

Muller (1977), ao estudar os solos vermelhos lateríticos na República de Camarões Central, concluiu que os microagregados esféricos são formados por uma pedogênese atual ou recente, que é o resultado de um rearranjo do plasma sem mudanças na cor. Esse processo resulta na fragmentação física do fundo matricial, que ocorre nos horizontes compactos mais profundos, sem que ocorra nenhuma transformação de natureza geoquímica. O autor classifica os microagregados em cinco tipos: estruturais, formados a partir dos processos de microestruturação ou separação do plasma; relictuais, herdados do processo de intemperismo; férricos, formados por um processo de ferritização anterior: zoogenéticos, formados pela pedoturbação de origem biológica.

Muller (1977) analisa a diferença entre as áreas estudadas por ele e Chauvel (1977) nas quais as diferenças estão nas características gerais das áreas estudadas. Os solos vermelhos estudados na República dos Camarões Central estão em zona de clima equatorial, com precipitações anuais de 1500mm , temperatura média de 24°C , não apresentando prolongados períodos de seca. Os solos estudados por Chauvel em Casamance - Senegal são cobertos com vegetação esparsa e submetidos a um clima de regime contrastado e sofrem extensas

variações pedoclimáticas anuais (ultradessecação). Elas são responsáveis, ao que parece, pela importante diferenciação que ocorre no sistema de transformação de solos vermelhos em bege.

Pedro et al. (1976) explicam a formação da microestrutura ovoide dos latossolos como sendo evolução geoquímica. Eles propõem que a pedogênese ferralítica é formada por dois estágios principais. O primeiro corresponde à alteração ferralítica, havendo neoformação de um material ferrocaulinítico. O segundo corresponde ao desenvolvimento de um horizonte microagregado típico devido ao total desaparecimento dos minerais primários da rocha e da individualização de um complexo de alteração caulínico-gibbsítico e à ocorrência de fenômenos secundários, como a dessaturação do complexo de adsorção, a ferritização do complexo argiloso e uma cristalização progressiva dos compostos férricos independentes.

Pedro (1987), ao fazer uma relação entre a evolução dos processos pedogenéticos e as condições climáticas, mostrou que a estrutura microagregada, característica dos latossolos, tem seu desenvolvimento relacionado a condições específicas do meio, como ambientes com umidade ao longo do ano, não hidromórficos, muito filtrantes e marcados geoquimicamente pela presença do alumínio e ferro.

Pedro (1987), ao fazer uma relação entre a evolução dos processos pedogenéticos e as condições climáticas, estabeleceu dois grandes conjuntos na evolução da estrutura microagregada: no primeiro ocorre um meio pouco contrastante energeticamente (Potencial mátrico do solo “pF” variando de 1 a 2kPa), onde a umidade relativa do ar é alta e as temperaturas são maiores que 0°C; no segundo o meio é contrastante energeticamente devido à existência de estações climáticas muito distintas durante o ano (pF variando de 0 a 6kPa). No primeiro caso ocorre um fenômeno convergente. Neste caso encontra-se um meio úmido, muito filtrante, com soluções diluídas, onde os elementos Al e Fe têm um papel fundamental nas interfaces, em razão da sua hidrofobia. Todos esses parâmetros se conjugam para elaborar organizações geométricas fixas (esféricas ou ovais) e que aparecem geralmente sob formas de volumes com superfícies externas mínimas e com dimensões compatíveis (100µm) com os fenômenos físicos preponderantes.

Vidal-Torrado (1994), abordando a relação entre solos e superfície geomórfica na região de Tupi (SP), concluiu que a gênese dos microagregados dos latossolos é complexa e provavelmente deve ter havido mais de um processo de formação que possa explicar esse tipo de agregados. Nas descrições micromorfológicas, ficou evidente o processo de microestruturação, onde a partir da microfissuração contínua de um material denso argiloso se individualizam os microagregados. Agregados formados pela mesofauna do solo também

foram identificados. O longo tempo de formação desses solos deve ser da ordem de um milhão de anos, devido à posição que ocupam na paisagem, o que não permite esclarecer, totalmente, sua gênese, existindo apenas algumas evidências do que ocorreu.

5. GENÊSE DE HORIZONTE ARGÍLICO

Birkeland (1984) relaciona a geração de horizontes argílicos com diferenças texturais a diversos processos, como a alteração dos minerais nos horizontes superficiais (horizonte A) e a movimentação desses constituintes para baixo, os quais precipitam como minerais de argila no horizonte B; formação de argilominerais dentro do horizonte B a partir da alteração de minerais primários; processos de eluviação no horizonte superior e iluviação das argilas em solução com a água para parte inferior do solo (horizonte B), que se acumulam por flocculação ou restrição dos poros, em que esse processo apresenta-se na forma de preenchimento e revestimento ao redor dos poros.

Para Fredoroff e Eswaran (1985), apenas o processo de argiluviação não é suficiente para explicar o desenvolvimento dos Argissolos, pois muitos podem ser gerados por processo de erosão e sedimentação, pela alteração dos minerais primários, que pode contribuir para o enriquecimento de argilas dentro do horizonte, pelas feições pedológicas texturais, que podem ser originadas por vários ciclos de iluviação, evidenciando assim que muitos Argissolos possuem mais de um processo em sua formação (solos poligenético).

Porém, quando se analisam os Nitossolos, estes possuem características diferentes dos solos com horizonte argílico, os quais apresentam diferença no teor de argila entre os horizontes A e B menor do que 20%, porém apresentam, em lâminas, feições pedológicas texturais (revestimentos). Os Nitossolos necessariamente devem apresentar elevado teor de argila, maior do que 40%; distribuição homogênea da argila em profundidade; faces brilhantes na superfície dos agregados (cerosidade) e mineralogia predominante constituída de caulinita e/ou metahalosita (Creutzberg & Sombroek, 1987).

Os autores supracitados, ao analisarem as lâminas delgadas de solo de prováveis Nitossolos, advindos de 15 países diferentes, definiram uma combinação de propriedade micromorfológica denominada síndrome nito-argílico, que caracteriza o horizonte Nito-argílico. Entre as características apresentadas, destacam a formação de revestimentos de ferri-argilãs nos poros, sendo a feição que mais caracteriza esse tipo de horizonte, chamando-os de *lepto-coating*. Esses autores explicam a formação de *lepto-coating* como resultado da reorientação por *stress* da argila depositada nesse tipo de horizonte. Tais feições nos horizontes Nito-argílico combinado com as superfícies de fraqueza do fundo matricial podem

ser consideradas responsáveis pela presença de superfícies lisas e brilhantes (cerosidade), que caracterizam o horizonte nito-argílico no campo.

Cooper e Torrado (2005) propõem que, para classificar um horizonte B nítico, este deve apresentar estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismas de grau moderado a forte e deve apresentar cerosidade, no mínimo, moderada e comum. Enquanto que horizontes B, que apresentam estrutura em blocos de grau moderado, com cerosidade fraca e comum, devem ser classificados como Latossolos.

Perecin e Campos (1975), analisando 7 perfis de solos derivados de rochas areníticas e basálticas, constataram a presença de argilas iluviadas em lâminas delgadas e observaram que onde há ocorrência da argila iluviada esta transforma a fábrica intertêxica, preenchendo os espaços porosos, diminuindo a porosidade e transformando em fábrica porfioresquelética. Assim, a conclusão desses autores é que o uso de lâminas delgadas de solo, além de auxiliar na classificação de horizontes diagnósticos, permite julgar se o gradiente textural observado pode ser atribuído a processo de iluviação.

Rocha et al (1991) analisaram um sistema pedológico com Latossolo-Nitossolo sobre relevo com testemunhos de uma antiga superfície (peneplano), que foi mantida por coberturas latossólicas muito evoluídas. Os autores relacionaram o sistema de transformação atual de B latossólico para B nítico às mudanças do nível de base da região (aprofundamento), que modifica o fluxo lateral interno da água, que por sua vez originou o atual sistema de transformação de Latossolo para Nitossolo. Esse sistema de transformação demonstra que está ocorrendo o processo de substituição dos antigos platôs latossólicos por um material com maior estruturação (horizonte B nítico), devido ao aprofundamento do nível de base local e que está condicionando os processos de gênese e evolução dos solos na região de Londrina.

Cooper (1996), analisando a transformação do horizonte B latossólico para o B nítico em Piracicaba (SP), concluiu que os processos responsáveis por essa mudança (B latossólico em B nítico) ocorreram devido a sequências de oscilações climáticas ocorridas na região durante o Quaternário. O primeiro processo que ocorreu para essa mudança foi o adensamento do horizonte Bw, a partir da coalescência dos microagregados, provavelmente em um clima semiárido, que forma um ambiente energeticamente contrastante, caracterizado por curtos períodos chuvosos (geralmente chuvas torrenciais) e longas estações secas. Nessas condições, os processos de umedecimento e secagem induziram o aparecimento de forças de tensão muito elevadas na matriz do solo, as quais aproximaram e aglutinaram os microagregados, provocando o processo de adensamento desse horizonte. A mudança posterior para um clima mais úmido, com estação seca definida, provocou ciclos alternados de umedecimento e

dessecação frequentes, que resultou na fissuração do material e na formação das estruturas em blocos e microagregados poliédricos. Ao mesmo tempo, houve o processo de argiluviação, que provocou a cimentação dos microagregados e preencheu o espaço poroso.

Miklós (1993, 1995) relacionou a gênese dos horizontes B níticos a partir do retrabalhamento dos materiais remontados pela fauna do solo (cupins e formigas). No primeiro momento houve a remoção vertical de material fino pela fauna que soterrou o horizonte sômbrico (antigo horizonte A composto por matéria orgânica e carvão) e deixou como resquício uma linha de pedra abaixo desse horizonte sômbrico. Posteriormente ao remonte biológico, ocorreu a condensação da estrutura microgranular causada pelos ciclos alternados passados de dessecação/adensamento e reumedecimento/expansão (coalescência dos microagregados) e a conseqüente redução do espaço poroso, com o início da iluviação de argila. Miklós (1995) afirma que a gênese do horizonte B nítico da topossequência estudada desenvolveu-se entre 4.400 anos AP até o presente. Essa hipótese foi proposta devido à datação do horizonte sômbrico localizado abaixo do horizonte B nítico (datado em 6000 e 4400 anos AP), e marcaria o início do remonte vertical pela fauna. Segundo o autor, esse sistema pedológico evolui e se transforma muito rápido, podendo ser equiparado à escala de evolução do homem.

6. PROCESSOS DE FORMAÇÃO DE COLÚVIO

O termo “colúvio” se refere aos materiais depositados por movimento de massa ao longo da vertente ou escoamento superficial difuso, ou seja, é o resultado da movimentação do elúvio (Bigarella et al., 1994).

Fairbridge (1968) designa o termo “colúvio” como uma parte do regolito, que consiste de materiais de diversos tamanhos que podem ser acumulados nas partes deprimidas ou bases de vertentes. O colúvio pode ser transportado por processos de rastejamento do solo, ação da gravidade, erosão superficial em lençol, fluxo de lama e por solifluxão.

Thomas (1994) associa os processos de formações dos colúvios a mudanças climáticas passadas ou atuais, nas quais esses depósitos podem ter sido acumulados em ambientes semiárido, árido ou úmido.

Deere & Patton (1971) afirmam que a origem de muitos solos coluvionares parece ser ocasionada por rupturas de massas de solo que ocorreram em cotas elevadas de uma encosta.

Os depósitos coluviais podem ocorrer em todos os setores da vertente (alta, média, baixa vertente), porém suas ocorrências mais comuns são nas porções inferiores e média das

vertentes. As ocorrências desses depósitos nas porções superiores são menos espessas em relação aos depósitos na baixa vertente (Bigarella et al., 1994).

Bigarella e Mousinho (1965) introduziram o termo “rampa de colúvio”, para descrever formas suavemente inclinadas de fundo de vale, compostas por acumulações detríticas provenientes das vertentes que recobrem os depósitos aluviais.

Bigarella et al. (1994) destacam que em muitos casos os colúvios são separados do elúvio por um horizonte de seixo que representa um paleopavimento detrítico ou a presença de paleossolos.

A formação de depósitos coluviais está ligada a processos de remoção, transporte e deposição gerados por forças gravitacionais. Esses materiais podem ser transportados ao longo das vertentes através de movimentos de massa, os quais podem envolver ação direta da água, gelo ou vento. A mobilização do material erodido, que recobre a encosta, deve-se à sua condição de instabilidade devido à atuação da gravidade. A atuação desse componente tem papel fundamental no transporte de sedimentos encosta abaixo, sendo um fator determinante nos processos de mobilização do material, sejam subaéreos, sejam subaquosos.

Faniran e Jeje (1983) destacam que as formas mais claras de movimentos de massas em áreas tropicais úmidas são aquelas relacionadas ao rastejamento, aos deslizamentos, escorregamentos e fluxos de lama.

O rastejamento é o lento movimento do regolito, sendo um dos principais processos de movimento de massa nas regiões tropicais. É caracterizado por um lento movimento do solo, com velocidade decrescente da superfície para a subsuperfície, alcançando velocidade zero com o aumento da profundidade. A solifluxão é outro tipo de lento movimento de massa, e é caracterizada pelo movimento das partículas do solo, associado a um plano de deslocamento, ocorrendo principalmente em regiões sujeitas a ciclos periódicos de gelo, degelo ou zonas em que há saturação de água no regolito e causa o deslocamento do solo encosta abaixo (BLOOM, 1996).

Os deslizamentos ou escorregamentos são movimentos rápidos de fluxos com diferentes viscosidades, ocorrendo em relevos de elevada amplitude (Selby, 1982). Esses movimentos podem ser divididos em planares e rotacionais. Os deslizamentos planares geralmente ocorrem em solos mais rasos e apresentam um controle estrutural evidente. As zonas de ruptura desenvolvem-se ao longo de superfícies de fraqueza, tais como falhas, fraturas, camadas estratificadas ou contato entre unidades geológicas.

Os escorregamentos rotacionais consistem na rotação de rocha ou regolito ao longo de uma superfície com topografia côncava. Esse tipo de movimento é mais frequente e pode

ocorrer em materiais não consolidados ou pouco consolidados, deixando cicatrizes arqueadas e/ou depressões na vertente, envolvendo material mais espesso.

Os fluxos de lama são designados como movimentos de massa fluida composta por fragmentos de rocha suportados por uma matriz viscosa. Podem ser definidos também como uma dispersão de alta concentração de sedimentos. Esse movimento de massa remobiliza materiais pouco consolidados, junto com uma matriz lamosa que tem alta coesão. As camadas geradas por esses movimentos geralmente são maciças, mas podem apresentar forma de lentes com organizações internas caóticas. Os depósitos oriundos dos fluxos de lama geralmente apresentam materiais com grandes clastos suportados por uma matriz de granulação fina (argilosa), quase sempre sem nenhum acomodamento ou laminação interna.

7. ORIGEM E FORMAÇÃO DAS LINHAS DE PEDRA

Linha de pedra é uma concentração de fragmentos de rochas ou de minerais no solo, podendo ser do tamanho de um seixo ou maior. Em transecto esta deve ser uma linha em que geralmente o material que a sobrepõe é composto de camadas de sedimentos de textura mais fina (RUHE, 1959).

Há várias discussões no meio científico sobre a origem das linhas de pedra, porém essas discussões podem ser subdivididas em dois grandes grupos de hipóteses: as autóctones e as alóctones.

As linhas de pedra alóctones são associadas aos casos em que o material que as compõe é resultado de um longo transporte, como o processo de erosão durante a formação de uma superfície geomórfica jovem, no qual a erosão da água remove as partículas mais finas e resulta na concentração residual ou no transporte do cascalho (linha de pedra) em forma de camada até a superfície de erosão (pedimento) ou em vales (RUHE, 1959).

As autóctones referem-se às linhas de pedra desenvolvidas no local ou que sofreram curto transporte, na escala da vertente. No Brasil, essa hipótese foi defendida por Ab'Saber (1966), Bigarella e Mousinho (1965), Tricart (1959), abordando os paleopavimentos detríticos, reponsáveis pela gênese das linhas de pedra do Brasil tropical atlântico.

Segundo Ab'Saber (1966), os horizontes de cascalho enterrados são paleopavimentos detríticos, gerados em climas diferentes dos climas úmidos atualmente dominantes. A topografia que antecedeu aos pavimentos detríticos possuía alto grau de energia, próximo do atual, muito embora no momento da pavimentação se encontrasse um pouco rebaixada em seus microrrelevos por erosões lineares rasas e laminares, relacionadas com a mudança climática na direção de um período seco esporádico, possivelmente do tipo semiárido

moderado, com a vegetação rala e esparsa, suficientemente aberta e raquítica para provocar a reativação momentânea de uma morfogênese mecânica. A cobertura detrítica fina, que soterra os pavimentos detríticos pedregosos, está inteiramente ligada com a umidificação do clima, posterior à fase semiárida moderada e esporádica que criou o pavimento detrítico.

Conclusões semelhantes foram dadas por Bigarella e Mousinho (1965), no qual as mudanças pretéritas de clima úmido para seco, deixaria o solo exposto e sujeito aos vários processos de remoção. Assim os fragmentos mais pesado tenderiam a se concentrar na superfície, formando um pavimento detrítico, enquanto o material mais fino seria transportado por escoamento superficial, vertente abaixo. Esses fragmentos normalmente formam uma fina camada de cascalho; em alguns casos, este pode atingir 1m de espessura. Posteriormente é recoberto por um manto coluvial de 1m ou 2m de espessura ou mais. Essa camada de cascalho pode ou não acompanhar em subsuperfície a topografia atual.

Penteado (1969) identificou na bacia hidrográfica de Rio Claro duas linhas de pedra e um depósito pedimentar em sua base e correlacionou sua provável evolução com as mudanças climáticas ocorridas durante o Quaternário, junto com dados arqueológicos de povos que habitariam a região, que seria em 6 períodos diferentes:

- 1º fase – Clima seco (limite Pleistoceno-Holoceno – 20.000 ou 11.000 anos AP): esse período foi o responsável pela geração do pedimento detrítico localizado na base do perfil com presença de elementos grosseiros de diabásio e sílex, sugerindo a dominância da morfogênese mecânica em clima seco, de longa duração, com cobertura herbácea descontínua, densos lençóis aluviais e lençóis de lama sobre as vertentes, de grande poder de transporte não seletivo. A análise arqueológica desse período revelou o uso do sílex preto como matéria-prima quase exclusiva e grandes raspadores discoidais trabalhados bifacialmente. Tais artefatos sugerem uma indústria bastante rudimentar e primitiva dos povos caçadores. Essa tecnologia reflete um ambiente de savana ou de cobertura descontínua.
- 2º fase – Clima úmido: este originou os paleossolos e colúvios situados entre a cascalheira basal e a linha de pedra inferior (1m a 1,20m de espessura), expansão das florestas, pedogênese intensa, incisão dos talwegues nos depósitos detríticos das fases anteriores e simplificação da tecnologia empregada na caça pela dificuldade de adaptação dos grupos humanos a esse ambiente.
- 3º fase – Oscilação seca (9.000 a 6.000 AP): nesse período ocorreram regressão das florestas, morfogênese mecânica dominante, erosão agressiva, descarnamento das vertentes (fase de movimentos de massa extensivos acompanhados de lavagem seletiva do material fino). O predomínio de ferramentas como goiva, plainas pequenas e formações de pedra para

trabalhar madeira e osso indica que o desenvolvimento dos grupos humanos nesse período foi anterior à deposição da linha de pedra inferior, tendo se desenvolvido na fase úmida.

- 4º fase – Oscilação subúmida: esse ambiente propiciou a geração de paleossolos e colúvios arenosos e seixosos, situados entre as duas linhas de pedra (1,20m a 1,40m de espessura). Essa camada indica uma fase erosiva menos agressiva que a anterior, pedogênese fraca, pequena incisão dos talwegues, maior extensão de gramíneas e herbáceas do que de florestas. É uma fase subúmida com algumas oscilações para mais seco, depósitos arenosos e seixosos provenientes de restos de solos que não foram totalmente retirados pela fase agressiva anterior ou afloramentos rochosos expostos. O reaparecimento da cultura adaptada às condições climáticas secas.

- 5º fase: Oscilação para clima mais seco (4.500 a 2.500 anos AP): nessa fase houve dominância da morfogênese mecânica, predomínio de vegetação aberta do tipo herbácea. O material detrítico apresenta tamanho médio maior que o do paleopavimento inferior, indicando maior agressividade dos processos erosivos e maior capacidade de transporte do que na fase do pavimento inferior. Os artefatos encontrados sugerem ênfase na caça, lembrando ambiente de savana ou cobertura descontínua de herbáceas.

- 6º fase: Clima quente e úmido (2.500 anos AP até o presente): essa mudança no clima gerou os paleossolos turfosos, colúvios e solos atuais, a volta das condições florestais, pedogênese intensa, incisão dos talwegues. Os dados arqueológicos indicam grupos indígenas mais afeiçoados ao trabalho em madeira (tradição Ipeúna), antecessores dos grupos indígenas guaranis e do povoamento luso-brasileiro.

Outra hipótese autoctonista abordada no Brasil foi a gênese por atividade biológica de cupins e formigas, para explicar a origem das linhas de pedra, pioneiramente sugerida por Cailleux (1959). Esse pesquisador observou nas áreas analisadas que a camada sobreposta à linha de pedra não poderia ser de origem eólica, pois os grãos mais grosseiros atingem às vezes 2 mm. Estes não apresentam sinais de escultura eólica e são bem menos triados que uma areia de duna. O material sobrejacente também não é decorrente de solifluxão, nem de um deslizamento do solo, pois se assim fosse os seixos estariam misturados ao material. Esse autor chegou à conclusão de que as linhas de pedra observadas resultaram da ação atual ou quaternária de cupins e formigas, que constroem seus edifícios aéreos e para isso removem a parte fina do solo, de modo que os seixos de 10mm ou mais não podem ser transportados, acumulando-se e formando as linhas de pedra.

Miklós (1993) enfatiza a importância da atividade biológica na transformação dos sistemas pedológicos, afirmando que a atividade biológica de formigas pode atingir até 10m

de profundidade, os cupinzeiros 55m de profundidade e estes coletam argila no local de sua formação (em profundidade), transportando-a para a posição em que se verifica a destruição (em superfície). Essa atividade atua como agente transformador dos sistemas pedológicos de natureza química e física (como o remonte vertical de material de solo e recobrimento dos horizontes superficiais, modificação da estrutura e da porosidade do solo e incorporação de matéria orgânica). Tal influência biológica pode ser constatada na análise dos agregados, na qual se verificaram a presença de microagregados ovais (tipos de agregados formados por formigas e cupins); sua variedade de cor e tamanho; a composição por minerais de quartzo inferiores a 100 μ m (enquanto o diâmetro dos minerais de quartzo do fundo matricial do solo varia entre 30 μ m e 2000 μ m).

Miklós (1993, 1995) afirma que a linha de pedra presente na topossequência estudada em Botucatu foi originada pela fauna (formigas e cupins), e que o remonte vertical a gerou. Essa remoção ascendente de material fino pela fauna soterrou o horizonte sômbrico (antigo horizonte A composto por matéria orgânica e carvão) e deixou como resquício uma linha de pedra abaixo do horizonte sômbrico. As datações do carbono 14 dos materiais orgânicos do horizonte sômbrico demonstraram a rápida evolução da vertente, pois a paisagem sofreu incêndios entre 6.100 e 4.400 anos A.P e após esse episódio houve o remonte vertical.

AB´SABER (2004) aponta uma importante observação que deve ser feita sobre a interpretação do significado paleoclimático das linhas de pedra: é o fato incontestável de que não é possível apenas levar em consideração a zonação latitudinal em que se encontraram as linhas de pedra; esta tem que ser cruzada com as observações sobre a zonação altitudinal das paleopaisagens que as geraram. A interpretação dos processos que originaram as linhas de pedra depende do tipo de ambiente que as gerou:

- As linhas de pedra das colinas do médio vale do Paraíba documentaram climas secos intermontanos do passado recente;
- As minúsculas linhas de pedra no planalto do Itatiaia localizado a 2100-2300m de altitude sugerem que estas tiveram sua gênese nos ambientes do tipo periglaciais;
- As linhas de pedra de Campos do Jordão ou Monte Verde indicaram ambientes subestépicas.

Os vários estudos sobre a gênese das linhas de pedra permitem afirmar que são diversos os processos responsáveis pela sua formação.

8. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

Neste item será realizada a caracterização da área em estudo. Inicia-se com uma descrição de sua localização, clima, vegetação, relevo, bem como aspectos referentes à

geologia da área. Tais informações foram obtidas a partir de pesquisas bibliográficas e de trabalhos de campo.

8.1. LOCALIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do ribeirão Água do Sete localiza-se na região Norte do Paraná, na cidade de Marumbi (Fig. 1). A mesma está entre as coordenadas $23^{\circ}46'40''\text{S}$, $23^{\circ}48'28''\text{S}$ e $51^{\circ}35'24''\text{W}$, $51^{\circ}36'45''\text{W}$.

A bacia do ribeirão Água do Sete é composta por uma drenagem de primeira ordem que deságua no rio Itacolomi, que por sua vez deságua no rio Bom, que é o nível de base regional.

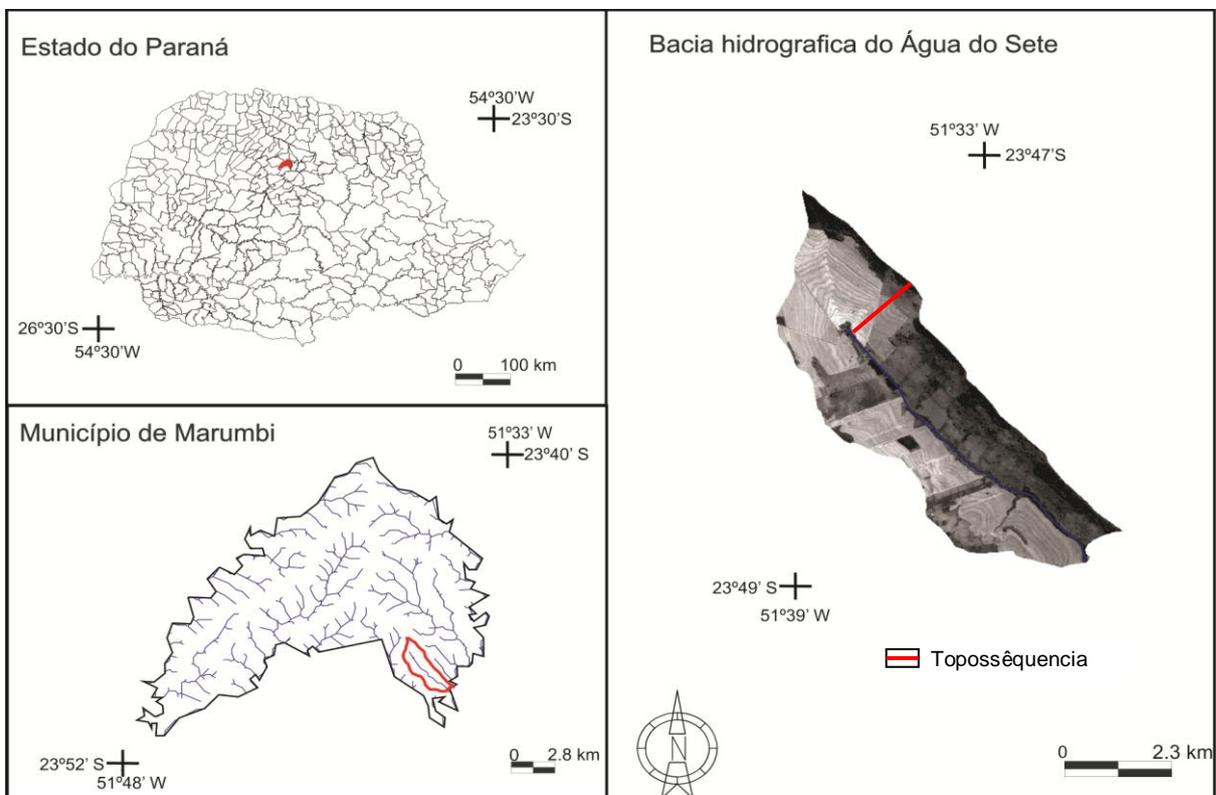


Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do ribeirão Água do Sete

A litologia da bacia do ribeirão Água do Sete é composta pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral (Fig. 2). Essa Formação teve sua origem durante a Era Mesozoica, em que o supercontinente Gondwana foi palco de intensa atividade magmática, resultando em extensos derrames em certas regiões desse continente. Posteriormente, por meio de processos distensivos da litosfera, deu-se a separação continental, com o aparecimento de novas bacias oceânicas. Dentre essas regiões destacam-se as Províncias Mágmatas do Karoo (no sul do continente africano) e a de Ferrar (compreendendo parte dos continentes da Antártica, Tasmânia e Austrália), cujos magmatismos Jurássicos precederam a formação do oceano

Índico. Já as províncias Cretácicas do Paraná (América do Sul) e do Etendeka (África) antecederam a formação da porção sul do oceano Atlântico (Nardy et al., 2008).

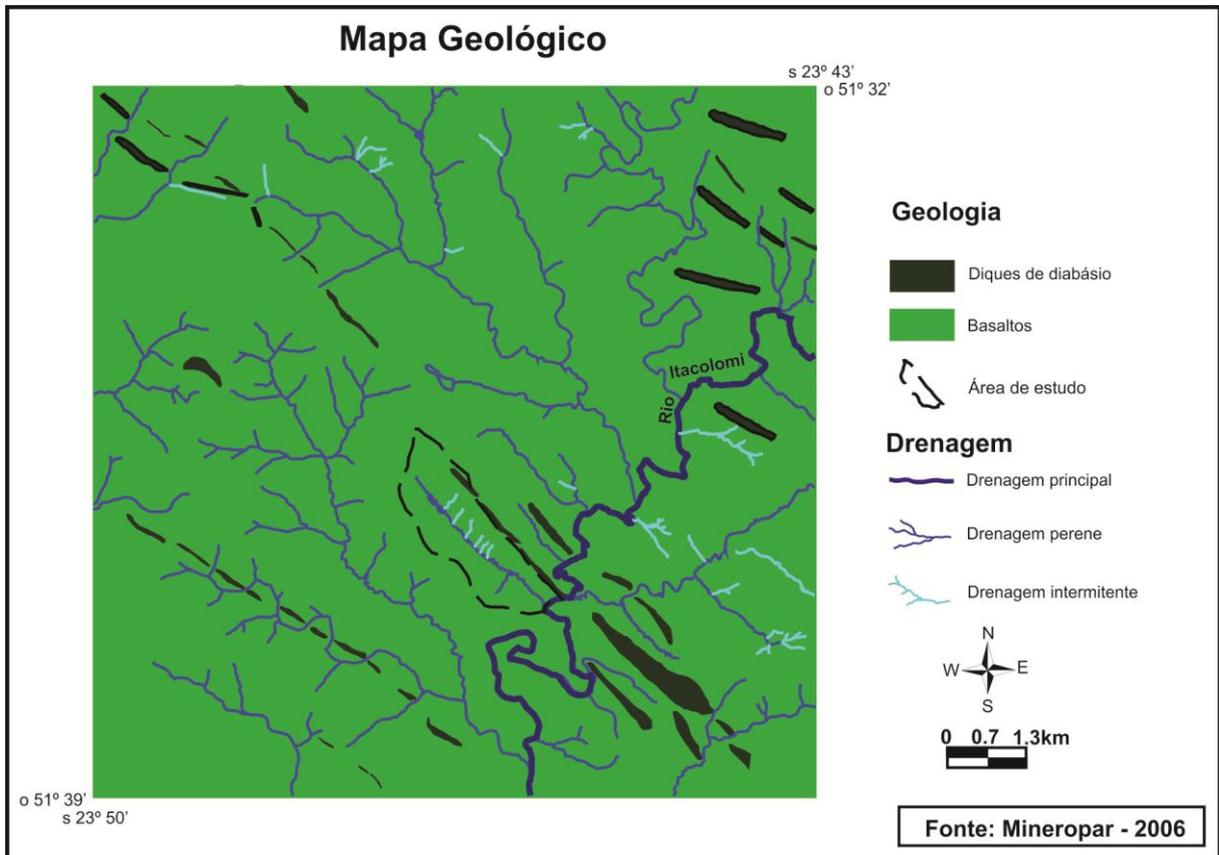


Figura 2 – Mapa geológico do quadrante da área estudada

As litologias originadas por esses derrames na América do Sul recobrem uma área superior a 1.200.000km².

De modo geral, na bacia do Paraná ocorrem dois tipos bem característicos de lavas: básicas e ácidas. As vulcânicas ácidas recobrem aquelas de filiação mais básica numa extensão de aproximadamente 150.000km², distribuídas nas porções centrais e sudeste da bacia do Paraná (BELLIENI et al., 1986).

A bacia do ribeirão Água do Sete está assentada sobre rochas basálticas toleíticas, constituídas essencialmente por plagioclásio (máximo de 50%), piroxênios - augita e pigeonita (máximo de 40%), olivina (máximo de 5%), quartzo (máximo de 5%), magnetita (máximo de 7%) e apatita (máximo de 1%) Em regra, são de coloração cinza-escura a negra, maciços ou vesiculares, subfaneríticos de granulação variando de média a muito fina, com predomínio de textura intergranular, onde cristais ripiformes de plagioclásio constituem uma malha fechada cujos interstícios são ocupados por cristais de piroxênio e magnetita. Texturas porfíricas (com fenocristais de no máximo 1mm de plagioclásio ou piroxênio), e mesmo subofíticas são comuns. Também é comum o material afanítico ou vítreo nos basaltos (88%

do volume total), em geral constituindo uma massa contínua de coloração negra ou amarronzada, isotrópica ou de baixa birrefringência, definindo textura hialofítica, que, dada sua forte natureza hipohialina, permite que esses basaltos possam ser reconhecidos macroscopicamente, quer pelos aspectos texturais, quer por sua forma de jazimento (PINESE e NARDY, 2003).

8.2. GEOMORFOLOGIA

Santos et al. (2006) realizaram o mapeamento geomorfológico do Paraná com o intuito de aprimorar as informações dos trabalhos iniciais desenvolvidos por Maack (1968), que permitiu a primeira divisão do relevo do estado do Paraná em unidades naturais (Litoral, Serra do Mar, Primeiro Planalto Paranaense, Segundo Planalto Paranaense, Terceiro Planalto Paranaense). Os procedimentos metodológicos utilizados por Santos et al. (2006) fundamentaram-se no conceito de morfoestrutura e morfoescultura definidos nos trabalhos de Ross (1997), enquanto a metodologia de interpretação das imagens baseou-se em Soares e Fiori (1976) e a de mapeamento em Oka-Fiori (2002). A escala adotada, 1: 250.000, permitiu a utilização dos três primeiros *taxons*, ou seja, representação cartográfica das Unidades Morfoestruturais, Unidades Morfoesculturais e Subunidades Morfoesculturais. No 1º *taxon* foram identificadas as unidades morfoestruturais: Cinturão Orogênico do Atlântico; Bacia Sedimentar do Paraná e Bacias Sedimentares Cenozoicas e Depressões Tectônicas. No 2º *taxon* foram identificadas as unidades morfoesculturais: Serra do Mar e Morros Isolados e Primeiro Planalto Paranaense; Segundo Planalto e Terceiro Planalto; Planície Litorânea e Flúvio-Marinhas e Planícies Fluviais. No 3º *taxon* foram mapeadas cinquenta subunidades morfoesculturais.

A bacia do ribeirão Água do Sete situa-se na subunidade morfoescultural Planalto de Apucarana, no Terceiro Planalto Paranaense. Esse planalto apresenta alta dissecação e ocupa uma área de 3.851,38km². O relevo apresenta um gradiente de 620 metros, com altitudes variando entre 300m (mínima) e 920m (máxima) ao nível do mar. As formas do terreno predominantes são topos alongados, vertentes convexas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas da Formação Serra Geral (MINEROPAR, 2006).

Para melhor compreensão do contexto em que está inserido o sistema pedológico, foram elaboradas cartas de hipsometria (Fig. 3), declividade (Fig 4), solo (Fig. 5), compartimentação da paisagem (Fig. 6) e perfis topográficos (Fig. 7 e 8).

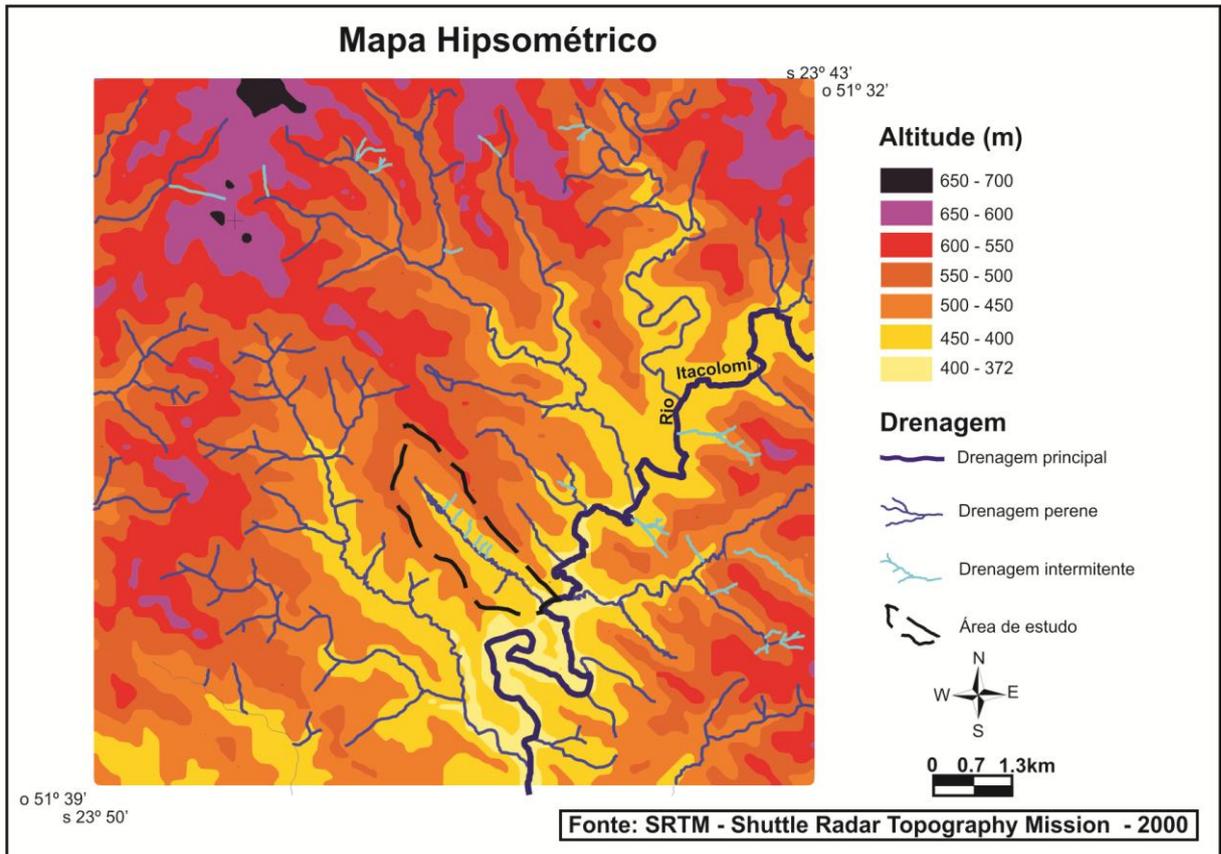


Figura 3 - Mapa hipsométrico do quadrante da área estudada

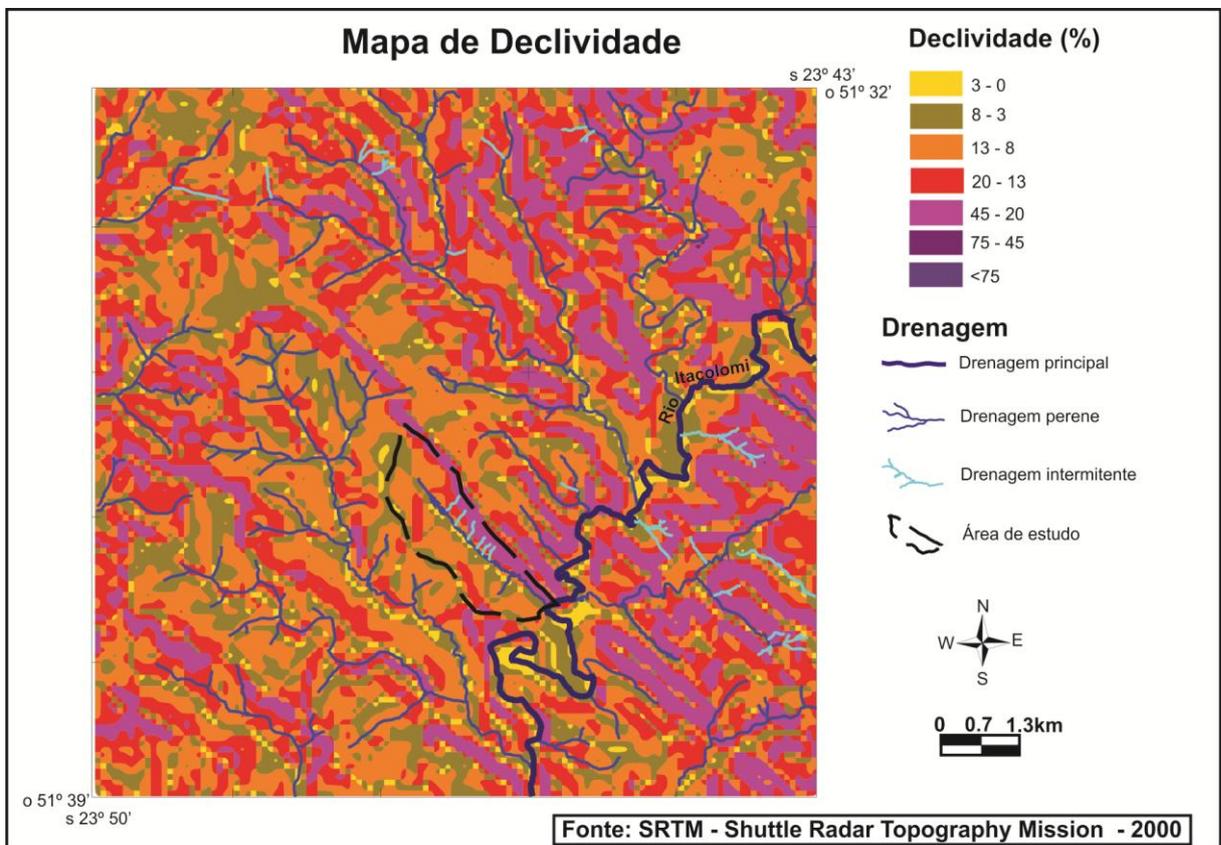


Figura 4 – Mapa de declividade do quadrante da área estudada

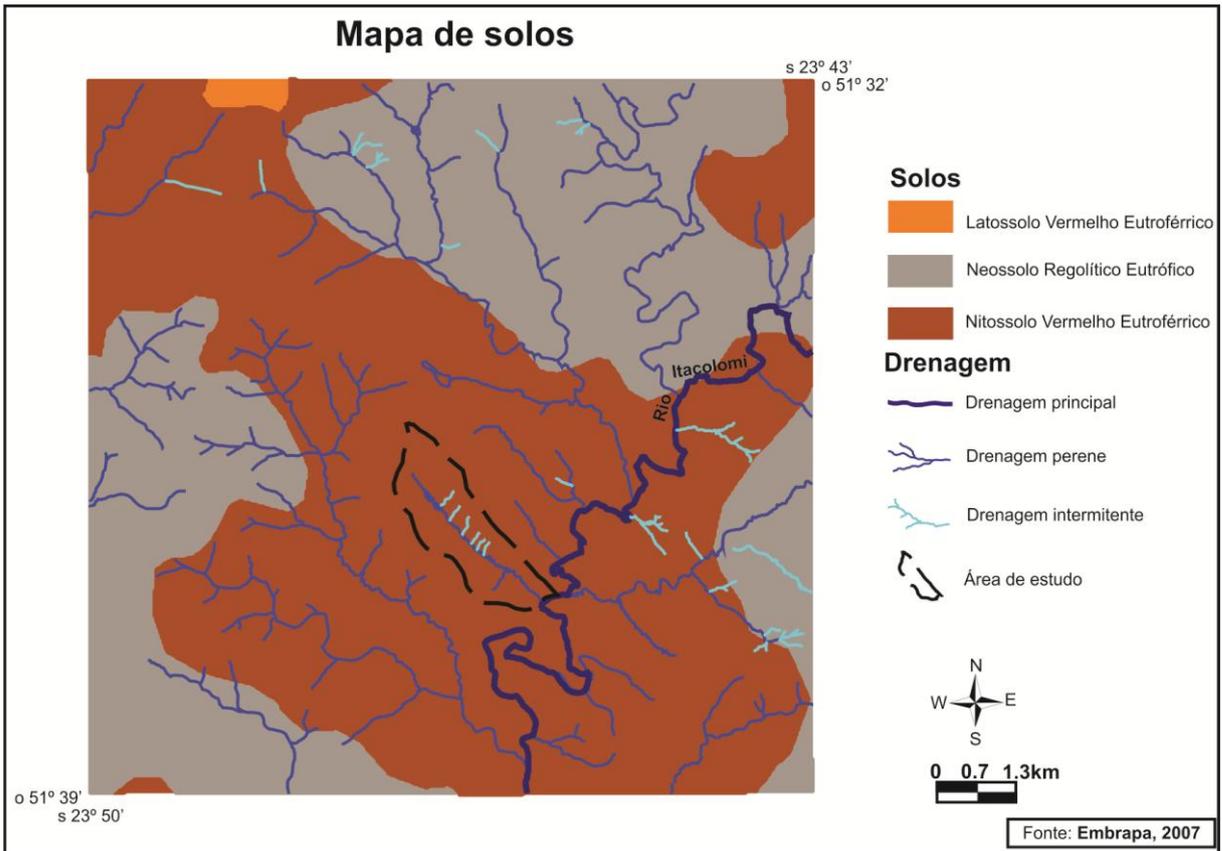


Figura 5 – Mapa de solos do quadrante da área estudada

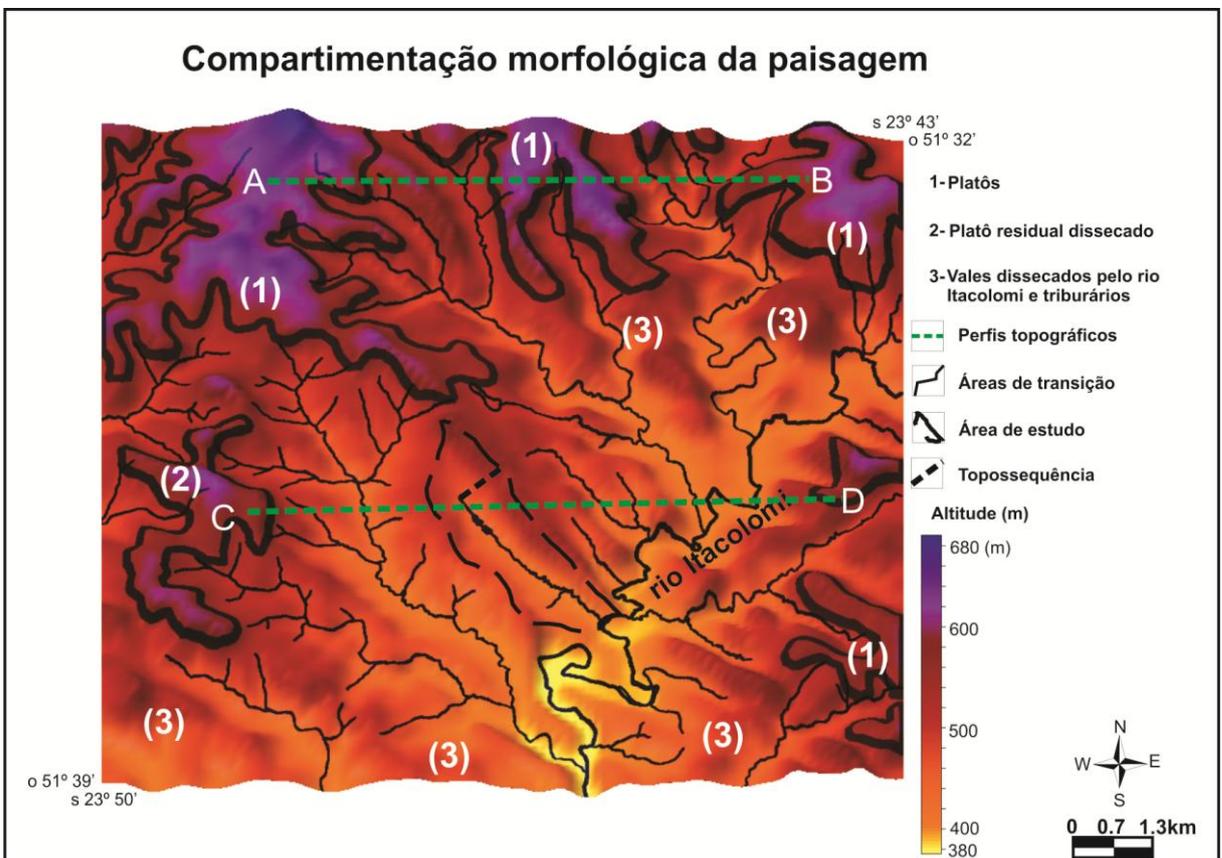


Figura 6 - Mapa de compartimentação do relevo, quadrante da área estudada

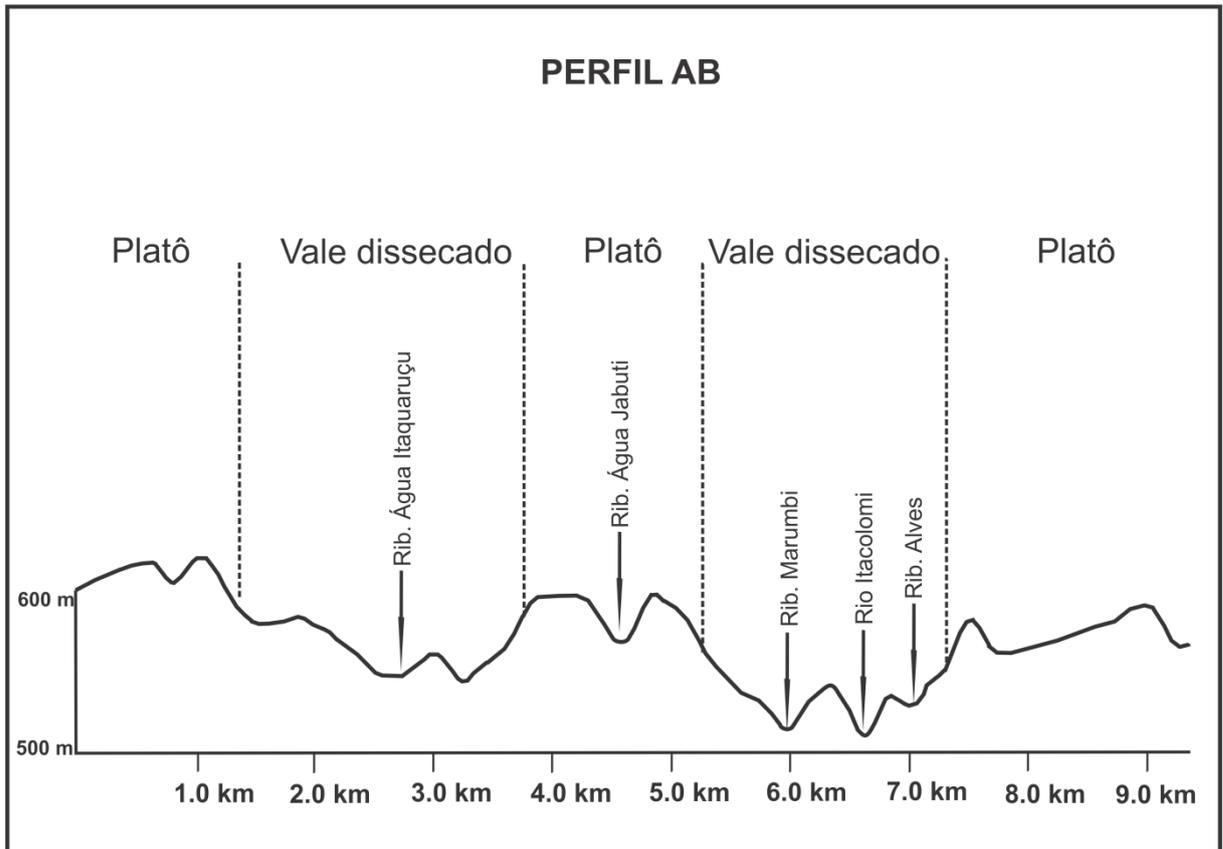


Figura 7 – Perfil topográfico AB

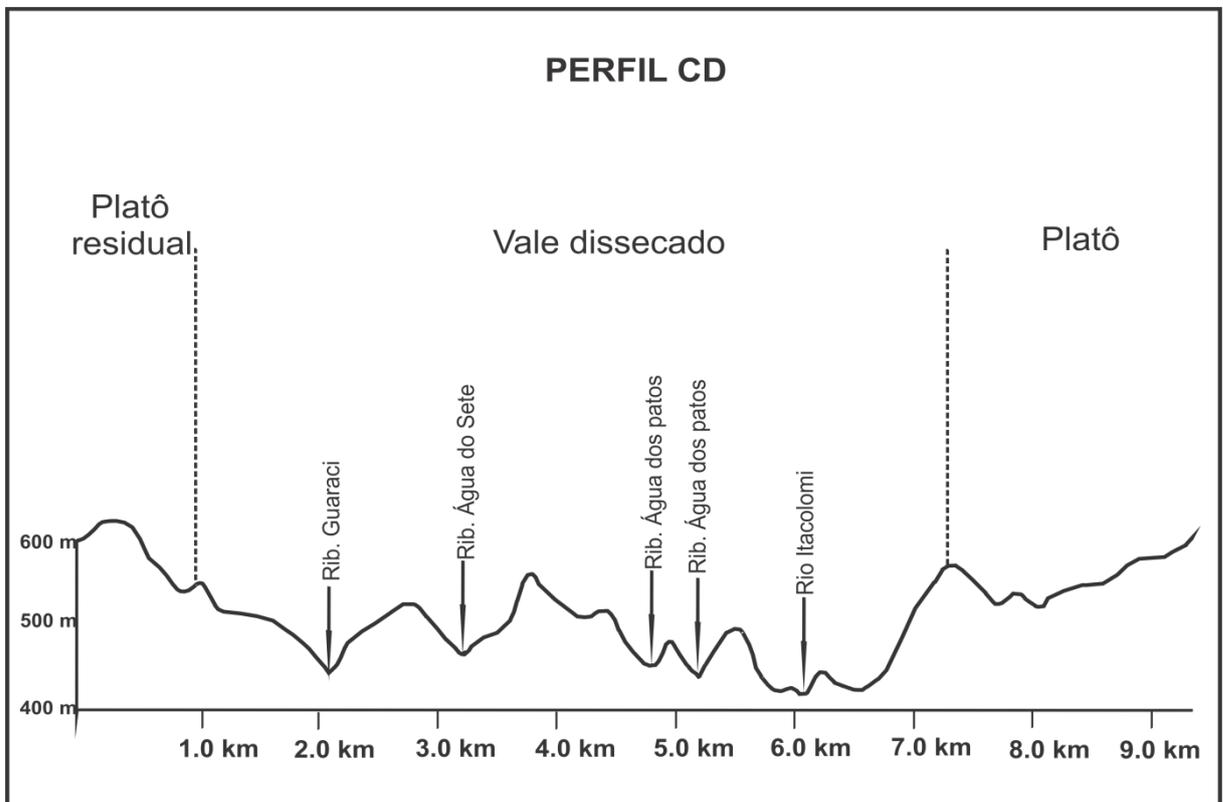


Figura 8 – Perfil topográfico CD

A partir da análise dessas cartas e perfis foi possível separar em 3 unidades de paisagem a região da área estudada, como segue:

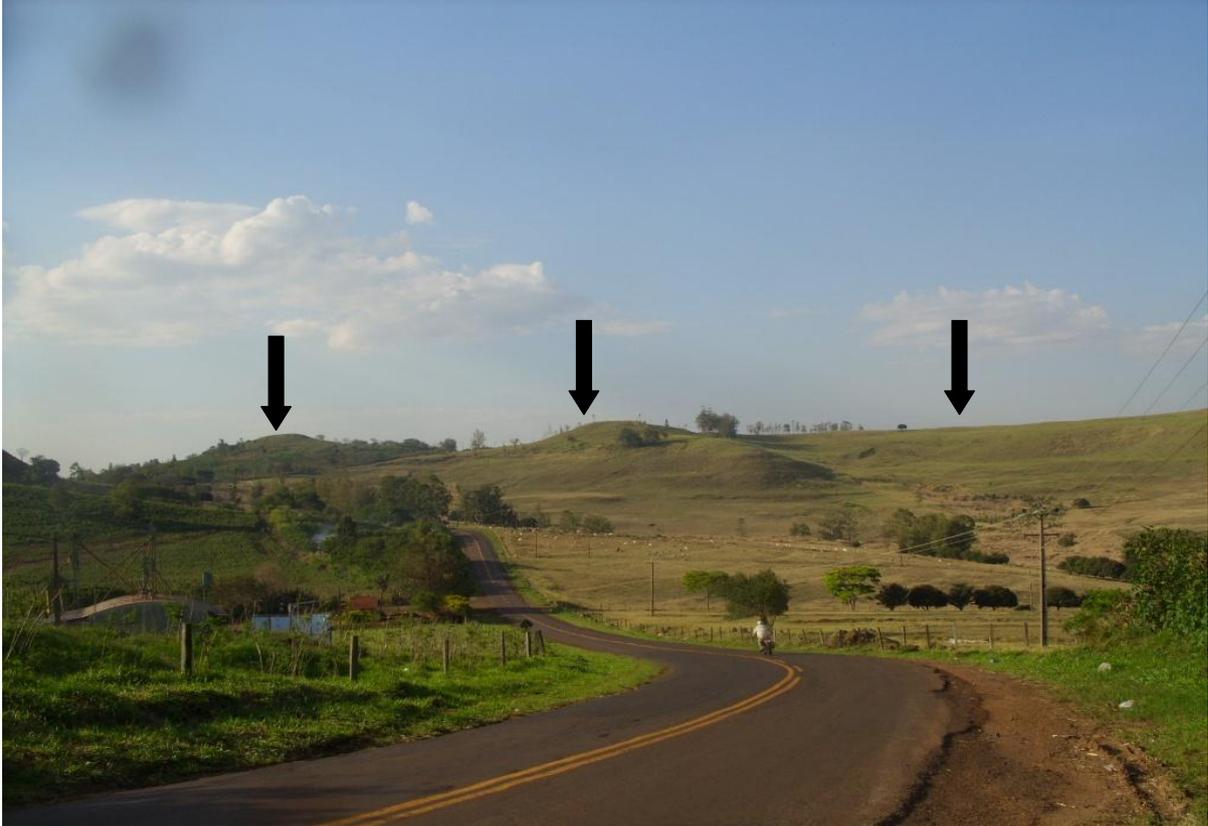
- Unidade 1 (Platôs): esse compartimento (fotografia 1) corresponde a um setor de interflúvio dos ribeirões Kaloré, Búfalo, Itapé , Guaraci, Água Ouro Verde e córrego do Alemão. As altitudes dessa unidade variam de 600m a 675m, comprimento médio de vertentes de 1000m, variação da declividade de 0-8% nas partes superiores do platô (650-675m) e de 8-20% próximo às cabeceiras de drenagens e diques de diabásio. Esses diques dão origem a ressaltos na paisagem. Essa unidade apresenta a predominância da classe de solo NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico, LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico e NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico (EMBRAPA, 2008), caracterizados por vertentes em forma retilínea-convexa-concava. As culturas predominantes nessa unidade são pastagem, cana-de-açúcar e culturas temporárias.



Fotografia 1 – Vista parcial do platô (seta preta)

- Unidade 2 (Platô residual): esse compartimento (fotografia 2) foi parte integrante dos platôs; essa unidade é composta por rochas mais resistentes, em que as rochas do seu entorno que foram erodidos, sendo hoje representados como platôs residuais. Esse platô é o setor de interflúvio dos ribeirões Búfalo, Guaraci, dos Patos, Água do Pirajá, córrego Jatobá, córrego Perim e Água Andorinha. As altitudes variam de 451 a 600m, comprimento médio de

vertentes de 700m, variação da declividade de 20-45%. Os solos presentes nesta unidade são os NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico (EMBRAPA, 2008) e as vertentes apresentam-se em forma retilínea-convexa-retilínea-côncava. O cultivo de pastagem é predominante.



Fotografia 2 – Vista parcial do platô residual (seta preta)

-Unidade 3 (vales dissecados pelo rio Itacolomi e seus tributários): esse compartimento representa os atuais vales que a drenagem do sistema fluvial atual percorre. As altitudes variam de 380m a 600m, comprimento médio de vertente de 800m, variação de declividade 0-45%. Apresentam aproximadamente 50% da área com NITOSSOLO VERMELHO Eutrófico e outros 50% em NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico (EMBRAPA, 2008). As vertentes apresentam-se em forma retilínea-convexa-concava. O uso do solo varia de culturas temporárias (soja, trigo, milho) a cana-de-açúcar, geralmente onde há presença de Nitossolos ou em Neossolo Regolíticos em áreas planas, em que seja possível a mecanização. Essa unidade apresenta alta dissecação do relevo, com muitos dos divisores de água em forma de topos agudos devido à diferença de resistência da rocha basáltica e os diques de diabásio; essa diferença propicia em muitos locais o desenvolvimento de vertentes na forma de patamares estruturais.



Fotografia 3 – Vista parcial do vales dissecados (frente de recuo dos platôs) (seta preta)

8.3. COBERTURA VEGETAL ORIGINAL

A vegetação original que recobria todo o município de Marumbi era a Floresta Estacional semidecidual submontana, em razão da tendência a uma estação seca nos meses de inverno, forçando algumas espécies vegetais a eliminar sua folhagem para evitar o excesso de perda hídrica. Segundo Maack (1968), era uma exuberante vegetação dotada de árvores com até 40 metros de altura, que formavam as matas pluviais tropicais do planalto interior e do vale do Ivaí, desenvolvidas sobre os solos férteis de terra roxa. Representava uma variação da mata pluvial-tropical do litoral, constituída por espécies variadas, como: peroba (*Aspidosperma polyneuron*), cedro (*Cedrella fissilis*), pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*), canjarana (*Cabrlea canjarana*), biogeneáceas, ipês (Tabebuias) e cabreúva (*myrocarpus*).

8.4. CLIMA

O clima predominante na região é o subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e chuvosos, que se iniciam em setembro. Os maiores índices de precipitação ocorrem no mês de dezembro, enquanto o inverno mais seco tem início em maio, com o mês de agosto apresentando a menor precipitação. Isso se deve à atuação de massas polares frias e secas predominantes no inverno. No verão há atuação das massas tropicais continentais e equatoriais continentais principalmente, frentes quentes e úmidas que geram chuvas convectivas (ANJOS, et al., 2001).

9. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta parte do trabalho serão discutidos todos os procedimentos e métodos realizados tanto para o levantamento de solos em campo como para os procedimentos realizados em laboratório.

9.1. Trabalho de campo

Para realização da pesquisa de campo necessitou-se de um trabalho de gabinete anterior, que compreendeu um levantamento teórico e cartográfico relacionado às

características geológica, geomorfológica, pedológica, climática, da vegetação e de uso do solo da região da área estudada nesta pesquisa. Após esse prévio levantamento, realizou-se a fotointerpretação a partir de fotografias aéreas monocromáticas (Instituto Brasileiro do Café – Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura, 1960, 02/06/1970) na escala de 1:25.000, utilizando-se a nomenclatura do manual técnico de geomorfologia (IBGE, 1995) para a classificação das feições geomorfológicas (figura 9).

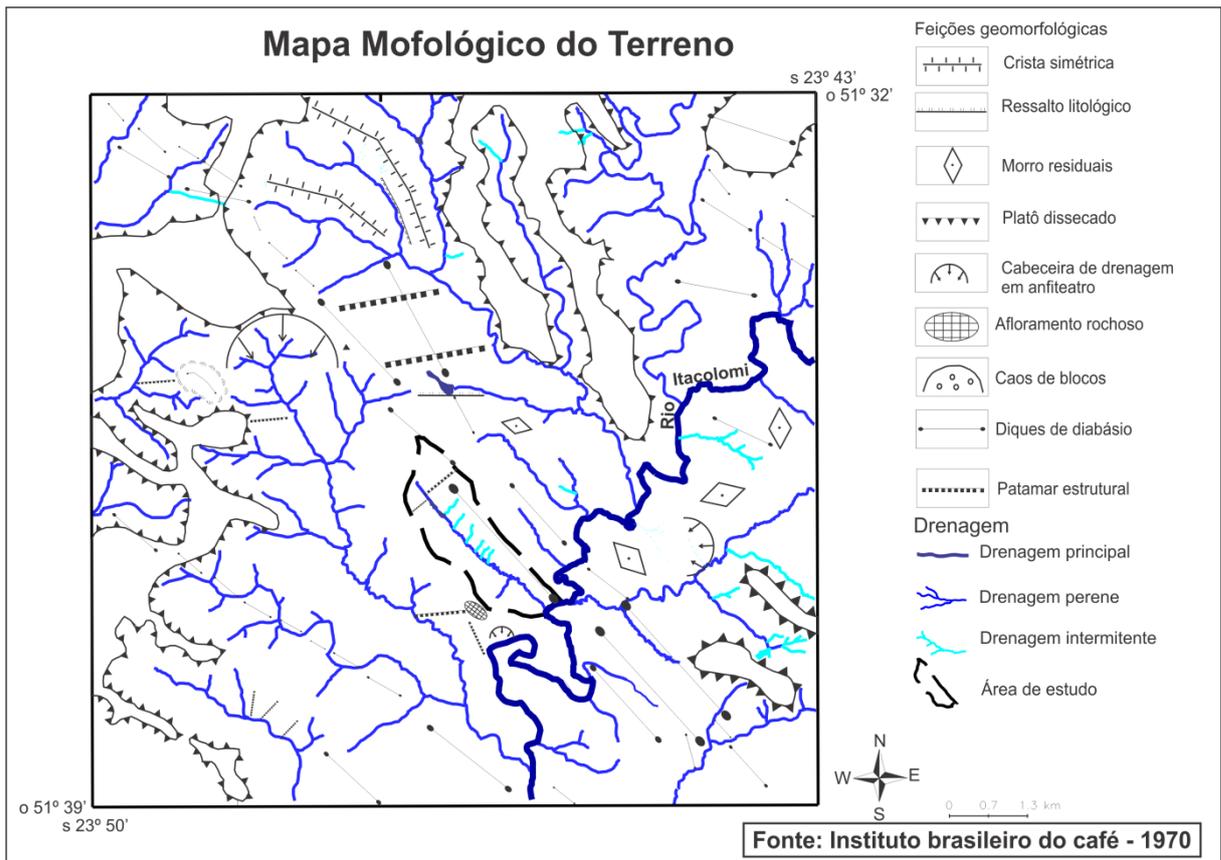


Figura 9 – Mapa geomorfológico do quadrante da área estudada

A fotointerpretação permitiu a compartimentação geomorfológica e a identificação das formas das vertentes da bacia, visando identificar prováveis locais representativos para o levantamento da topossequência, porém a definição conclusiva foi possível apenas com os trabalhos de campo.

Selecionou-se como área de estudo a bacia do ribeirão Água do Sete, em razão das pesquisas ocorrentes naquela região pelo Departamento de Agronomia na pessoa de Marcos Rafael Nanni, e também por se localizar nas bordas dos platôs regionais. Assim, foi selecionada uma topossequência (Fig. 10) representativa, que apresentasse possíveis registros de materiais pedológicos e processos responsáveis pela geração das formas atuais do relevo.

Definido o transecto, iniciou-se o levantamento com a elaboração do perfil topográfico, conforme exposto por Marques et al. (2000). Na etapa seguinte realizaram-se a identificação e caracterização bidimensional do sistema pedológico, utilizando-se a metodologia da Análise Estrutural do solo (BOULET et al., 1982). Essa metodologia permite uma análise detalhada do solo, a partir da realização de sondagens a trado do topo à base da vertente e posterior abertura de trincheiras entre as transições de diferentes tipos de solo ou horizontes, permitindo visualizá-lo como um corpo (sistema) e transcrever este no papel. Para isso, realizaram-se 23 sondagens, ao longo do transecto, utilizando-se trado holandês. As sondagens foram efetuadas com intervalo de 50m de distância, observando-se a cor e textura do solo em intervalos de 20cm de profundidade, e sondagens intermediárias, quando houve alteração na cor ou textura.

Foram abertas 6 trincheiras, variando de 1m a 3,4m de profundidade. Posteriormente à abertura das trincheiras foi, feita a descrição morfológica dos perfis de solos de cada trincheira. No entanto houve uma adaptação na metodologia da Análise Estrutural do solo, em relação a descrição morfológica, no qual utilizou-se como padrão o manual de descrição de Santos et al. (2005), foram coletadas amostras indeformadas e deformadas para análises laboratoriais. As amostras foram deformadas armazenadas e catalogadas em sacos plásticos de 15x20cm, resistentes o suficiente para suportar o armazenamento e transporte.

Foram coletadas 33 amostras indeformadas nos 6 perfis de solo, seguindo o método apresentado em Castro (2008) (aqui ele quer que use o capítulo dos tópicos em pedologia). O intuito da coleta desse tipo de amostra é a fabricação de lâminas delgadas.

A última etapa foi a elaboração gráfica da topossequência com a utilização do software auto CAD e Corel Draw, com a implantação das informações do perfil topográfico e descrições dos perfis de solos, horizontes e os pontos de sondagens, permitindo a análise bidimensional do sistema pedológico.

9.2. Análise química de rotina

A análise química de rotina das amostras foi realizada no Departamento de Ciência do Solo da ESALQ – USP e forneceu dados sobre acidez ativa (pH em CaCl_2), acidez potencial (H+Al), fósforo, sódio, potássio, cálcio, magnésio, sódio, capacidade de troca catiônica (CTC), soma de base (SB), saturação por alumínio (m%) e saturação por bases (V%).

9.3. Análise granulométrica

A textura dos solos é um dos atributos importantes para caracterizá-los, uma vez que exerce influência em muitas das suas propriedades: porosidade, permeabilidade, capacidade

de troca, retenção de água, vulnerabilidade a processos erosivos. Em campo, ela é um indicador de diferenças entre horizontes e avaliada pelo tato, dependendo muito da capacidade e da experiência do profissional que a faz. As características texturais verificadas em campo devem ser confirmadas a partir de análises granulométricas. Em laboratório, pode ser determinada por diversas técnicas, que permitem ao final classificar o material de acordo com critérios estabelecidos pelos diferentes órgãos (BONIFÁCIO, et al., 2010).

A análise granulométrica é realizada para determinar a porcentagem ou g/Kg das partículas primárias do solo. As frações separadas neste estudo foram argila, silte, areia fina e areia grossa.

O método utilizado para a determinação granulométrica foi o densímetro, utilizando-se como dispersante a solução contendo hidróxido de sódio e hexametáfosfato de sódio, conforme proposto por Camargo et al. (1986).

As amostras de solos foram secas ao ar no período de 1 mês. Após esse processo, foi necessário o destorroamento da amostra, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Foram pesados 40g de TFSA, inseridos em um recipiente, adicionando-se 60mL de solução de hexametáfosfato e hidróxido de sódio para dispersão química do material e deixados em agitação por 16 horas. Após esse período de agitação, o material foi transferido para uma proveta, tendo o volume completado até 1000mL, com uma amostra de controle com 60mL de solução e 940mL de água destilada.

A proveta foi agitada manualmente por um tempo de 1' e depois colocada em repouso para sedimentação, iniciando-se a contagem do tempo com auxílio de um cronômetro. Os tempos adotados para as leituras com o densímetro foram: 30'', 1', 2', 6', 15', 30' 1h, 2h, 4h, 6h e 8h. Com as leituras realizadas foi possível a determinação das frações silte e argila; a cada leitura foi registrada a temperatura das amostras.

Com as leituras pelo método do densímetro, prosseguiu-se a separação da fração argila e silte da areia, com o emprego de peneira de 0,052mm de abertura. A fração areia foi lavada com água para que se retirasse todo o material fino junto à areia, sendo transferido para um Becker de 250 mL e deixado em estufa para secagem a 110° C, por 24h. Após a secagem da areia, esta foi separada por peneiramento, utilizando-se a peneira de 0,250mm de abertura para a separação da areia fina e grossa. As frações separadas foram pesadas.

Foram obtidos valores em porcentagem das frações. Para isso, foram aplicadas conversões de leituras realizando-se cálculo segundo a NBR 7181/84 (ABNT, 1984):

- A obtenção máxima das partículas em suspensão foi realizada com a aplicação da Lei de Stokes, cuja expressão matemática é (1):

$$d = \sqrt{\frac{18\mu}{\gamma_s - \gamma_{wd}} \times \frac{a}{t}} \quad (1)$$

Onde:

d = diâmetro máximo das partículas, em cm

μ = coeficiente de viscosidade do meio dispersor, à temperatura do ensaio, em g.s/cm²

a = altura de queda das partículas, correspondente à leitura do densímetro, em cm (obtido na curva de calibração do densímetro)

t = tempo de sedimentação em minutos

γ_s = massa específica do meio dispersor (água+solução dispersante) à temperatura do ensaio, em g/cm³.

- a fração em suspensão (%) foi determinada para cada leitura do densímetro aplicando-se o calculo (2):

$$Q_s = N \cdot \frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma_{wd}} \cdot \frac{V}{M_s} \cdot (\gamma_i - \gamma_{wd})$$

Onde:

Q_s = porcentagem do material em suspensão no momento da leitura, partícula do diâmetro equivalente menor do que d → D_{max};

N = porcentagem do material da amostra total que passa na peneira de 2,00 mm;

γ_s = massa específica do meio dispersor (água + solução dispersante) à temperatura do ensaio em g/cm³;

V = volume da suspensão, em cm³ (neste caso 1000 cm³);

γ_i = massa específica da suspensão no ponto x, no instante da leitura do densímetro, em g/cm³;

M_s = massa da amostra seca tomada para o ensaio;

W = teor de umidade do material que passa na peneira de 2.00 mm.

9.4. Relação textural B/A

Indica o gradiente textural entre o horizonte superficial A para o horizonte B dos solos. É calculada pela divisão do teor médio (média aritmética) de argila total do B (excluído o BC) pelos teores médios de A. Para indicar o incremento de argila do horizonte A para o B, deve-se levar em consideração o teor de argila dos tipos de solos analisados, como a seguir:

- Solos com teores menores que 15% de argila devem apresentar a relação textural >1.8;
- Solos com teores entre 15 a 40% de argila devem apresentar a relação textural >1,7;
- Solos com teores maiores que 40% de argila devem apresentar relação textural >1.5.

9.5. Micromorfologia

Para a análise micromofológica, foram coletadas amostras indeformadas em caixa de papel de 13cm x 7cm, as quais foram transportadas para o laboratório. As amostras foram secas ao ar durante 1 mês e mais dois dias secas em estufa a 40°C. Posteriormente a esse processo, as amostras foram colocadas em fôrmas de alumínio e depois em dessecador conectados a uma bomba pneumática, para criar um sistema de vácuo e facilitar o processo de impregnação das amostras.

As amostras foram impregnadas com uma mistura de resina industrial Araldite Cy 248, Catalizador Hy 956 e acetona P.A e deixadas em repouso em local firme, onde ficaram

por 30 dias para endurecerem. Posteriormente à secagem da resina, as amostras foram cortadas e assim confeccionadas as lâminas delgadas.

As análises microscópicas foram descritas com o auxílio de microscópio óptico polarizante Zeiss, tipo petrográfico, no laboratório de microscopia do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP.

Na terminologia para descrição das lâminas delgadas foram utilizadas a proposta do Handbook for soil thin section description (BULLOCK et al., 1985) e adaptações do livro Fabric and mineral analysis of soil (BREWER, R., 1976) para classificação dos tipos de feições pedológicas texturais, como segue:

- Fábrica do solo: entende-se como a organização total do solo, expressa pelo arranjo espacial dos seus constituintes (sólidos, líquidos e gasosos), sua forma, dimensão e frequência, considerando-a do ponto de vista configurativo, funcional e genético.
- Material grosso: são consideradas as frações silte e areia conforme Bullock et al. (1985).
- Material fino: são consideradas as frações menores que 2 microm (fração argila), conforme Bullock et al. (1985).
- Fundo matricial: é um termo geral usado para o conjunto material grosseiro, fino e poros que formam a base fundo matricial. É gerado a partir de processos pedogenéticos e pode ser modificado por fluxo de água superficial e subsuperficial que pode gerar as feições pedológicas.
- Fábrica birrefringente: arranjo espacial dos constituintes da fração argila que se encontram orientados dentro do fundo matricial e podem se formar por diversos processos (atividade biológica, processos de estresse etc).
- Feições pedológicas: são formas distinguíveis do material associado às diversas razões, tal como origem, diferenças em concentrações de algumas frações do material fino, ou diferenças no arranjo de alguns constituintes. A nomenclatura da classificação das feições pedológicas texturais seguirá a proposta por Bullock et al., (1985). No entanto, a classificação da composição química (tipo) das feições pedológicas texturais seguirá a nomenclatura de Brewer (1976): ferri-argilãs, ferrãs, hematãs, argilãs etc.
- Distribuição relativa: é a consideração da posição de indivíduos semelhantes em relação a indivíduos diferentes (Exemplo: material fino em relação ao material grosso). Serão utilizadas as terminologias enáulica e porfírica propostas por Stoops e Jongerius (1975).

9.6. Datação por luminescência opticamente estimulada

A datação por luminescência é baseada no acúmulo de cargas radioativas de elétrons do último período em que o material esteve exposto à radiação solar (Aitken, 1998).

A luminescência refere-se ao fenômeno caracterizado pela emissão de luz a partir de um material isolante ou semicondutor quando o referido material absorve, previamente, a energia de uma fonte de radiação externa. Esse fenômeno ocorre graças ao acúmulo de cargas elétricas em níveis energéticos metaestáveis, em que a emissão ocorre quando essas cargas recebem energia suficiente para serem liberadas.

Neste estudo, o método de datação por luminescência escolhido foi a Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), no qual esse método utiliza uma fonte luminosa para excitar

os cristais e liberar os elétrons aprisionados, provenientes do último período em que esteve exposto à luz.

As amostras (colúvio, linha de pedra e solo enterrado) foram enviadas para o Laboratório de Vidros e Datação da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP), sob coordenação da professora Sônia Hatsue Tatume.

Inicialmente, as amostras foram separadas nas frações 88-180 μ m (fração areia), que foram submetidas a tratamento químico com água oxigenada (H₂O₂), ácido fluorídrico (HF) e ácido clorídrico (HCl), com posterior separação dos grãos de quartzo dos metais pesados por densimetria, utilizando-se uma solução de politungstato de sódio. As amostras foram submetidas à irradiação solar por um período de aproximadamente 20 dias para o decaimento (TL/LOE). Após esse procedimento, foram separados 40mg de cada amostra e receberam doses conhecidas de ⁶⁰CO.

As idades das amostras foram calculadas a partir da paleodose (P = energia total absorvida pelo cristal e pela incidência de radiações ionizantes) em Gy, e das doses anuais DA γ (radiações- γ), DA β (partícula- β) e DA_{r.c.} (raios cósmicos) em Gy/ano. As doses anuais (DA) foram calculadas com base nas concentrações de ³²Th, ²³⁵U/²³⁸U em partes por milhão (ppm) e K⁴⁰ em porcentagem, medida por espectroscopia- γ (quadro x) da amostra natural sem nenhum tratamento.

A partir da obtenção dos resultados das amostras, foram delineadas “curvas de crescimento” para cada amostra, plotando-se a intensidade de luminescência em razão da dose. Assim, para o cálculo das idades foram obtidos os valores das doses anuais e das paleodoses, a partir do método da regeneração total, pela interseção da curva de calibração e da linha da luminescência natural.

$$\text{Idade (anos)} = \frac{\text{Dose Acumulada Natural (Gy)}}{\text{Dose Anual (Gy/ano)}}$$

10. RESULTADOS

10.1. Solos da topossequência do sítio Máximo Peretti

A figura 9 apresenta a topossequência estudada a partir de levantamento topográfico, sondagens e abertura de perfis. A seguir serão apresentados os resultados, mostrando os dados sobre a morfologia da vertente, descrições macromorfológicas dos perfis de solo, interpretações micromorfológicas sobre lâminas delgadas de solo e análises laboratoriais de rotina.

10.2. - Morfologia da topossequência

A topossequência do sítio Máximo Peretti (Fotografia 4 e Fig. 10) apresenta comprimento de 730m, 38 metros de desnível e declividade variando entre 8% a 45% (figura 3). A porcentagem de declividade aumenta do sopé em direção ao topo da topossequência, enquanto no sopé da vertente a declividade varia 5%, na média vertente varia em torno de 7% e no topo da vertente apresenta variação de 25%.

O perfil topográfico da vertente apresenta mudanças em seu segmento, apresentando um curto topo plano seguida de uma quebra na vertente com presença de afloramento de rochas de aproximadamente 10 metros de altura; na alta e média vertente predomina um segmento convexo e não apresenta quebras na vertente nesse setor ou presença de afloramento de rochas. A partir do final da média vertente há uma quebra na vertente e um afloramento de rocha no final da vertente. Assim essas quebras e afloramentos de rochas, são os responsáveis pela presença de patamares estruturais nessa vertente.

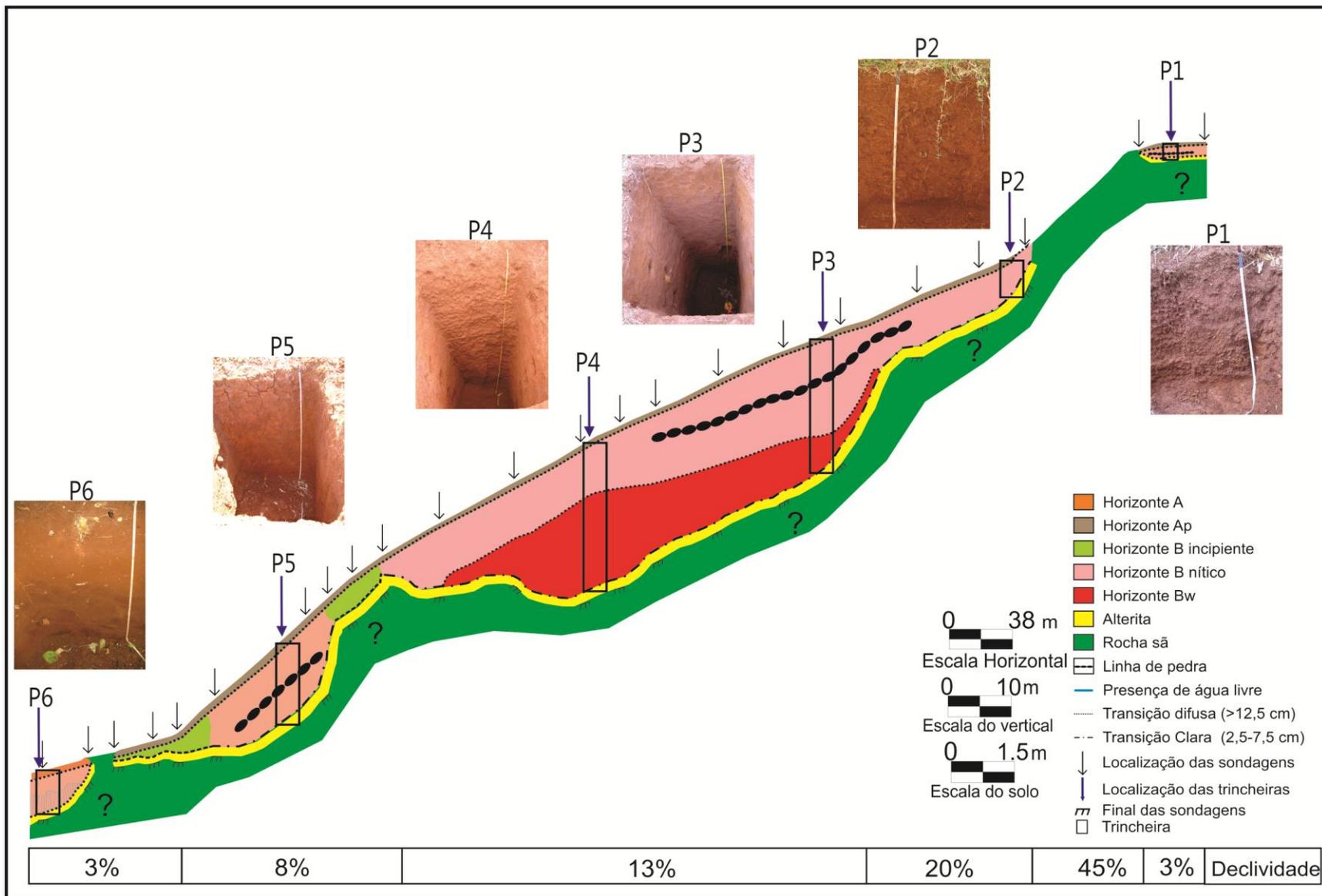
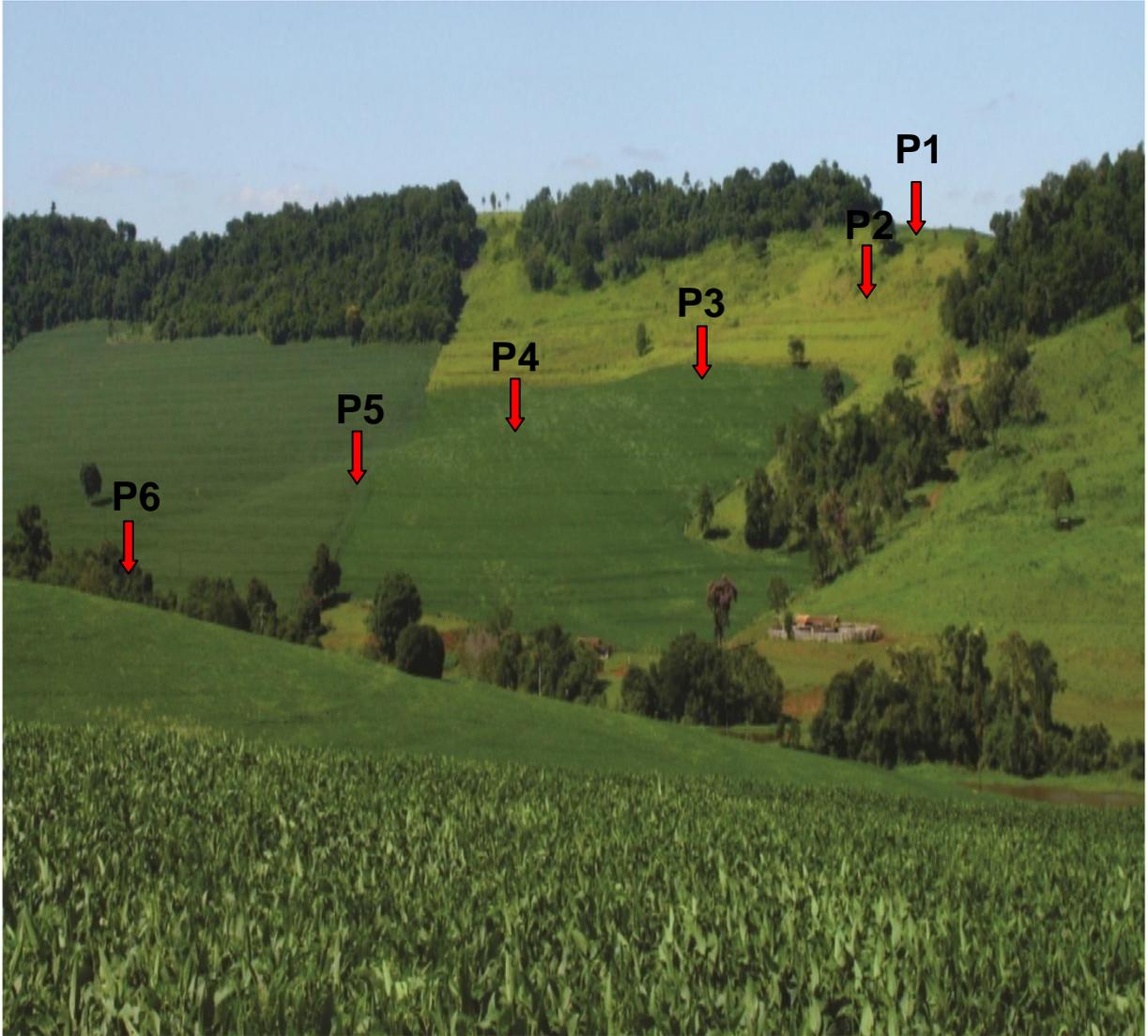


Figura 10 – Toposequência da sítio Máximo Peretti



Fotografia 4 – Toposequência da bacia do ribeirão Água do Sete e a localização dos perfis de solo (P)

11. Descrição granulométrica, morfológicas e química dos solos da toposequência

11.1. Granulometria

As análises granulométricas (quadro 1) permitiram determinar os teores de areia, silte e argila.

Analisando-se os dados tanto do quadro 1, constata-se que a fração areia (areia grosso e fina) apresenta baixas porcentagens variando entre 1,8% à 12,2%. O silte varia de 10% a 25%, os valores de silte possuem irregularidade quanto a sua distribuição ao longo da toposequência, em que esse possui valores altos tanto nos horizontes superficiais (horizonte A) quanto nos horizontes subsuperficiais (horizonte B latossólico, nítico) não possuindo distribuição regular na toposequência.

Os valores de porcentagem de argila possuem os valores mais elevados dentre as classes texturais analisadas, variando entre 69,8% à 88,2% sua variação é homogênea ao longo da toposequência, não havendo mudanças bruscas entre os horizontes ou entre os perfis de solo. As análises granulométrica das classes texturais areia, silte e argila permitiram enquadrar os solos analisados, na classe textural muito argilosa.

Quadro 1 – Resultados dos dados de granulometria dos horizontes das trincheiras

Perfil	Horizonte	Profundidade cm	Argila %	Silte %	Areia fina %	Areia Grossa %	B/A	Cor	Textura
P1	A	0-10	82,1	10	4,7	3,2	1,07	10R 3/4	muito argilosa
	B nítico	10-80	88,2	10	1,1	0,7		10R 3/4	muito argilosa
P2	A	0-35	68,1	25	5,1	1,8	1,17	2,5YR 3/4	muito argilosa
	B nítico	35-90	80,3	13,5	4,1	2,1		10R 3/4	muito argilosa
P3	Ap	0-43	76,8	19,3	3,4	0,5	1	10R 3/4	muito argilosa
	B nítico	43-110	77,5	17,2	4,5	0,8		10R 3/4	muito argilosa
	Linha de pedra	110-176	71,8	16	9,3	2,9		10R 3/4 (solo) 10YR 6/6 (alteração)	muito argilosa
	2 B nítico	176-220	73	18,9	4,9	3,2		10R 3/6	muito argilosa
	2 Bw	220-268	82,5	10,5	6,1	0,9		10R 3/6	muito argilosa
P4	Ap	0-20	82,1	15,1	2,1	0,7	1,05	10R 3/4	muito argilosa
	B nítico	20-127	86,4	10,8	2,3	0,5		10R 3/4	muito argilosa
	Bw 1	127-170	85,6	11,3	2,4	0,7		10R 3/4	muito argilosa
	Bw 2	170-230	85,4	11,5	2,4	0,7		10R 3/4	muito argilosa
	Bw 3	230-290	81,4	15,1	2,9	0,6		10R 3/4	muito argilosa
P5	Ap	0-20	79,2	16,1	3,9	0,8	1,18	10R 3/4	muito argilosa
	B nítico	30-130	81,9	15,6	2,3	0,3		10R 3/4	muito argilosa
	Linha de pedra	130-140	79,4	16	3,9	0,7		10R 3/4 (solo) 10YR 6/1 (alteração)	muito argilosa
	2 B nítico	140-200	78,9	15,7	5	0,4		10r 3/6	muito argilosa
P6	A	0-20	69,8	24,5	3,5	2,2	1,22	10R 3/2	argilosa
	B nítico 1	20-60	85,6	10,7	2,5	1,2		10R 3/4	muito argilosa
	B nítico 2	60-120	81,8	11,4	5,1	1,7		10R 3/4	muito argilosa

11.2. Análise química

A partir da análise dos resultados das análises químicas do quadro 2, pode-se verificar que os perfis apresentam um pH moderadamente ácido, exceto o horizonte B nítico do perfil 6, que apresenta pH fortemente ácido.

Todos os perfis apresentam alta quantidade de bases trocáveis (entre 36,4 a 231,7 cmol_c/kg). A Capacidade de Troca Catiônica variou entre 6 e 24,99 cmol_c/kg, indicando a presença de argilas de atividade baixa.

A saturação em bases (V%) para todos os perfis foi acima de 50% caracterizando todos os horizontes dos perfis com caráter eutrófico. Observou-se ausência de saturação de alumínio (m%) para todos os perfis.

Quadro 2- Resultados das análises químicas de solos

Amostra (cm)	pH	Complexo Sortivo							CTC	V	m
	CaCl ₂	P	Na	Al ⁺³	Mg ²⁺⁺	H+Al	K ⁺	SB			
		mg/kg		cmol _c /kg						%	
P1 - 0-10	5,7	11	-	-	2,2	3,8	9,5	9,74	13,54	72	-
P1 - 10-80	5,5	<2	-	-	1,4	3,8	2,9	4,93	8,73	56	-
P2 - 0-35	5,6	7	-	-	1,7	3,1	6,2	8,06	11,13	72	-
P2 - 35-90	5,5	8	-	-	1,3	4,2	8,0	7,43	11,65	64	-
P3 - 0-43	5,6	2	-	-	0,7	2,8	1,3	3,64	6,41	57	-
P3 - 43-110	5,5	3	-	-	0,7	3,1	1,5	3,64	6,72	54	-
P3 - 176-220	5,6	<2	-	-	1,8	2,2	4,7	4,71	6,95	68	-
P3 - 220-268	5,6	<2	-	-	1,7	2,1	0,5	4,1	6,0	65	-
P4 - 0-20	5,5	5	-	-	0,7	3,8	2,9	4,19	7,99	52	-
P4 - 20-127	5,9	5	-	-	0,7	2,2	1,6	4,06	6,31	64	-
P4 - 127-170	5,7	2	-	-	0,7	3,0	2,8	3,74	6,72	56	-
P4 - 170-230	6,0	<2	-	-	0,8	2,0	3,5	3,74	5,76	65	-
P4 - 230-290	5,9	<2	-	-	1,0	2,8	0,8	4,06	6,83	59	-
P5 - 0-30	5,5	6	-	-	1,1	3,4	1,5	5,93	9,35	63	-
P5 - 30-100	5,6	6	-	-	1,0	3,4	1,0	5,16	8,58	60	-
P5 - 140-200	5,8	4	-	-	1,0	2,5	0,9	4,54	7,3	65	-
P6 - 0-10	6,5	99	-	-	3,7	1,8	8,4	23,17	24,99	98	-
P6 - 10-120	5,2	28	-	-	2,4	5,2	0,9	5,85	11,07	53	-

SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; V = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio

11.3. DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DOS PERFIS

Essa parte do trabalho visa a identificação e descrição dos horizontes do solo de acordo com Santos et al. (2005), a descrição completa está no apêndice.

11.3.1. Macromorfologia do horizonte Ap

O horizonte Ap (Fig.11) é predominante em quase toda a vertente, estando o horizonte A restrito no final da vertente (perfil 6), onde há presença da mata ciliar ao redor das drenagens.

A cor do horizonte Ap dos perfis 1, 3, 4 e 5 é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmida) e no perfil 2 é bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4, úmida); a espessura desse horizonte varia de acordo com o uso, nas áreas de cultivo de soja-milho-trigo a espessura desse horizonte varia de 20cm a 43cm e nas áreas de pastagem variam de 10cm a 35cm; textura muito argilosa; a estrutura presente nesse tipo de horizonte é a estrutura em blocos subangulares a angulares provavelmente essa estrutura pode ser estar relacionada aos impactos, que a atividade antrópica causa nos horizontes superficiais dos solos (transito de maquinário, pisoteio do gado); porosidade médios e comuns; cerosidade, moderada-comum; consistência, dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico.

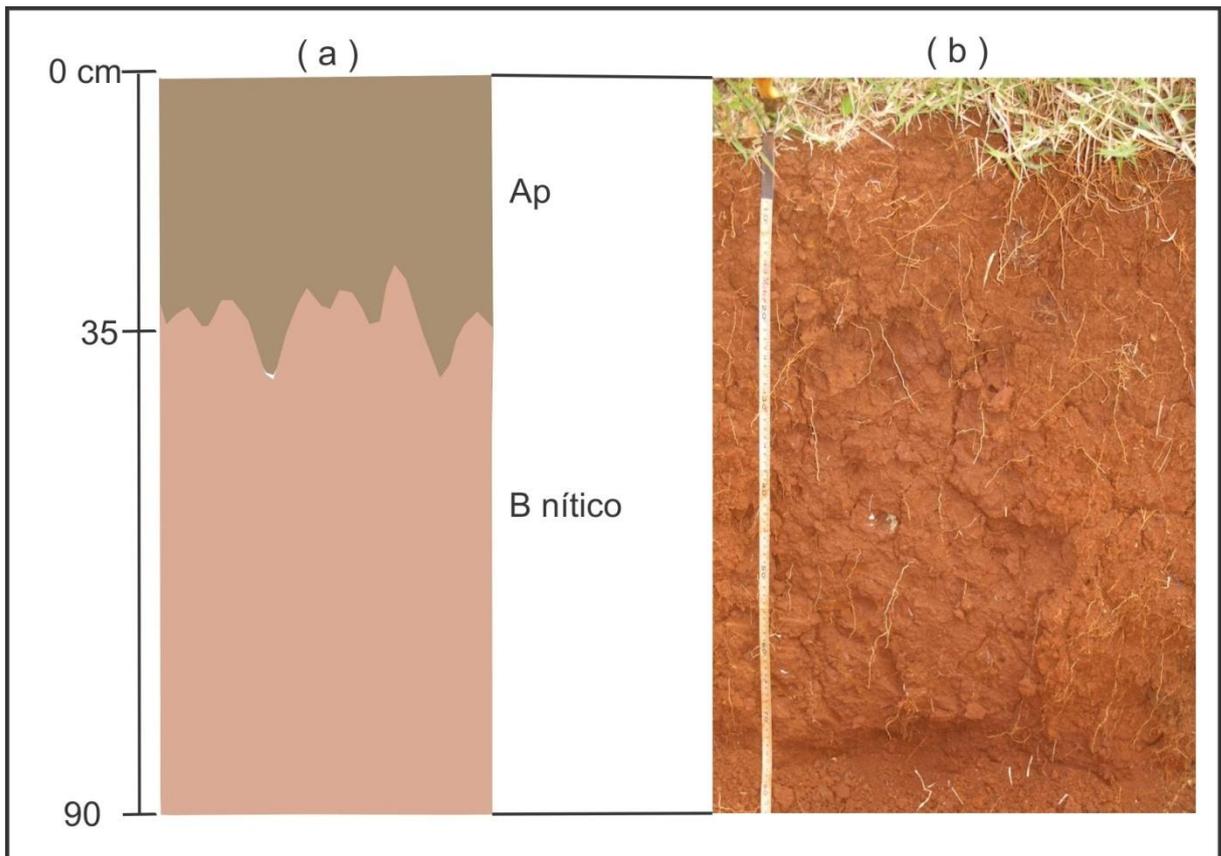


Figura 11 – Representação do horizonte Ap : (a) figura ilustrada dos horizontes perfil 2 e (b) fotografia do perfil 2

11.3.2. Macromorfologia do horizonte B nítico

O horizonte B nítico (Fig. 12) está presente toda a topossequência, onde nos segmento de topo, final da média vertente e final da vertente esse horizonte está presente até a zona da alterita, na média vertente este termina quando há uma modificação de sua estrutura e o aparecimento de um horizonte B latossólico nesse setor.

A cor identificada para os horizontes B níticos foi vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4) à vermelho-escuro (10R 3/6); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-grandes-fortemente desenvolvidos; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica.

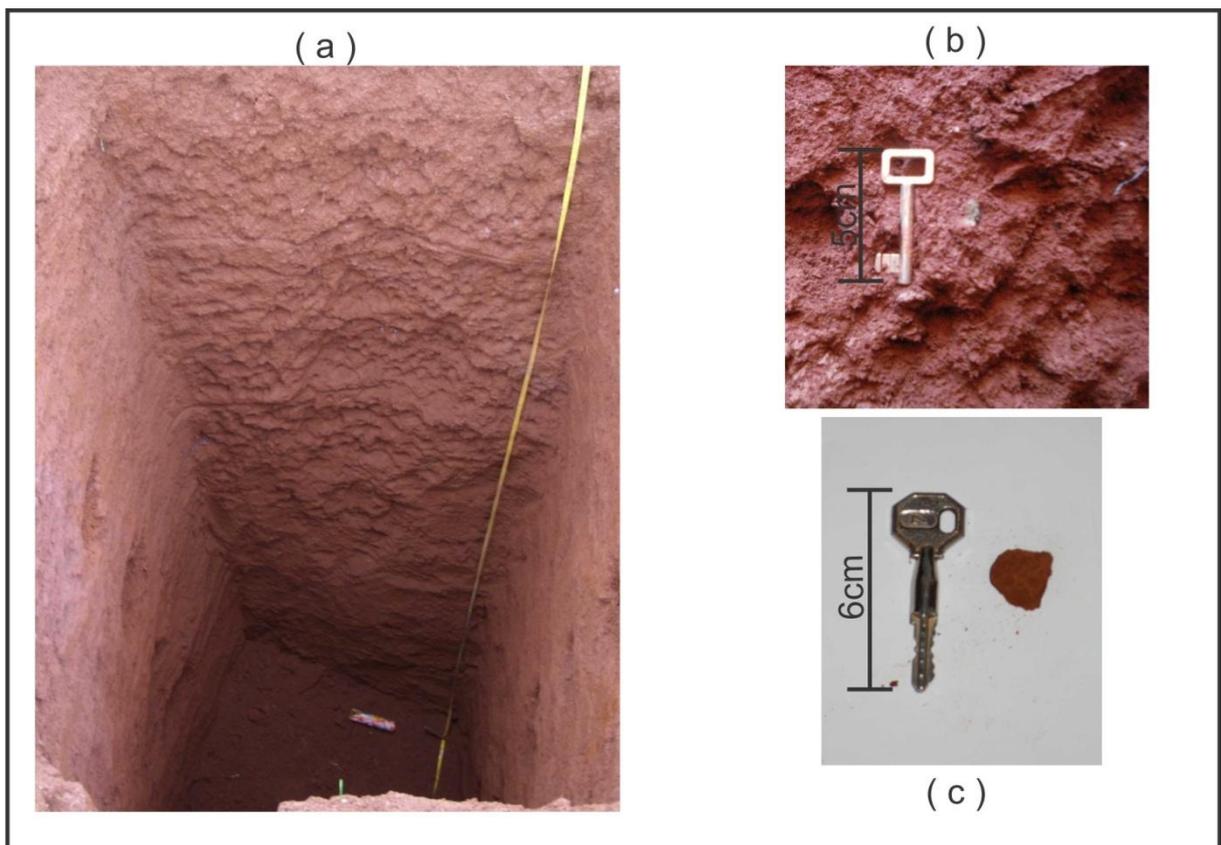


Figura 12 – perfil 4: (a) – fotografia do perfil 4; (b) fotografia do horizonte B nítico (100cm) com presença de um fragmento de rocha, esse fragmento pode ser um indício de que parte do material em que se desenvolveu o solo possui origem alóctone; (c) fotografia da estrutura em blocos subangulares típica dos horizontes B níticos

11.3.3. Macromorfologia do horizonte B latossólico

O horizonte B latossólico (Fig. 13) está presente somente na média vertente, abaixo do horizonte B nítico e possui continuidade até a alterita, esse horizonte está restrito ao segmento da média vertente. O horizonte latossólico se difere do horizonte B nítico em relação à estrutura no qual o horizonte B nítico possui predominantemente a estrutura em

blocos subangulares enquanto o horizonte B latossólico possui a estrutura granular ou microagregada.

A cor identificada para esse horizonte é o vermelho-escuro (10R 3/6); textura muito argilosa; estrutura primária é microagregada moderadamente desenvolvida-média e estrutura secundária em blocos subangulares-moderadamente desenvolvidos-médios; porosidade pequenos e muitos; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência macia e firme; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; atividade biológica ausente; transição gradual e ondulada.

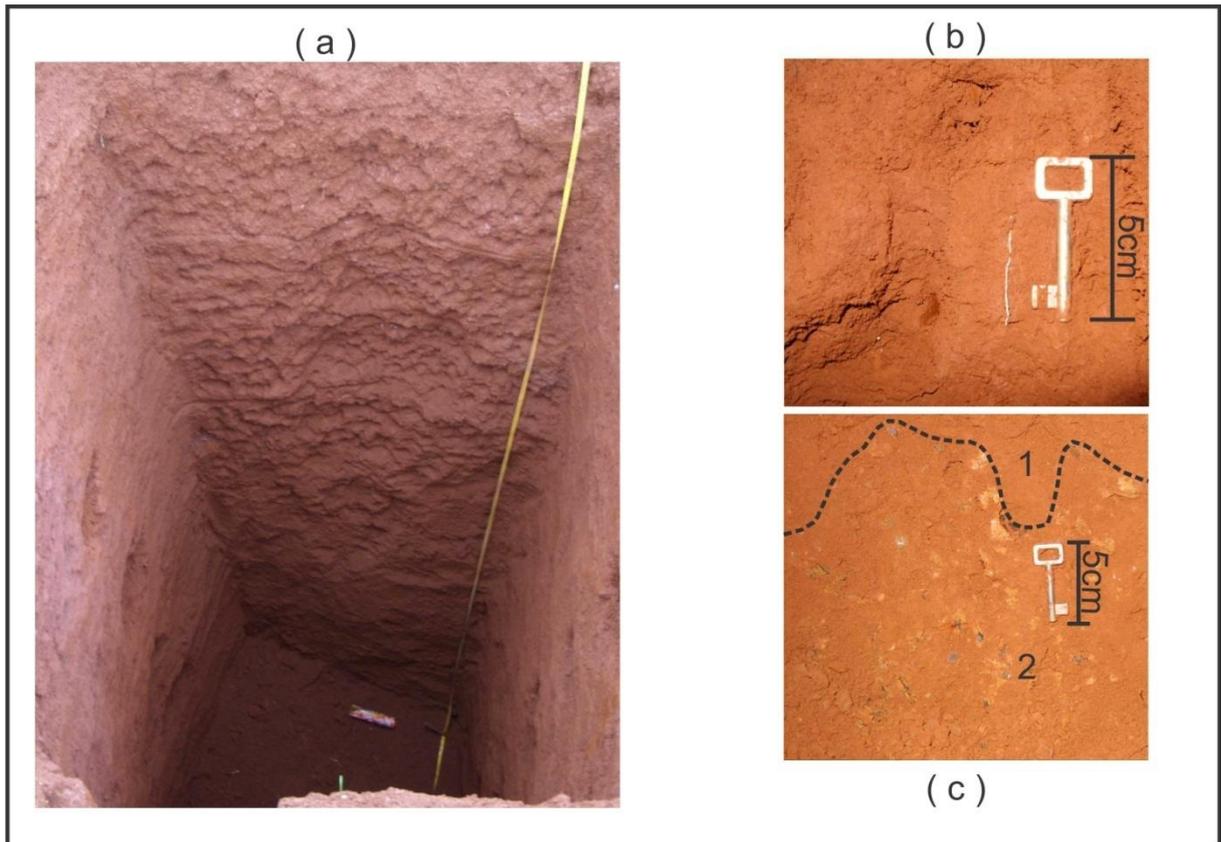


Figura 13 – perfil 4: (a) fotografia do perfil 4; (b) fotografia do horizonte B latossólico (170cm de profundidade); (c) fotografia da transição clara e ondulada, entre o horizonte B latossólico (1) e a alterita (2) (300cm de profundidade)

11.3.4 Macromorfologia das linhas de pedra

Ao longo da topossequência foram identificados dois tipos de linha de pedra: a geoquímica (Fig. 14) e a originada provavelmente em ambiente semiárido (paleopavimento detrítico) (Fig. 15 e 16).

A linha de pedra de origem geoquímica está presente somente no topo da vertente (perfil 1) ela possui 10 cm (45-55cm de profundidade) composta por quartzo e calcedônia angulares em meio ao solo. Os quartzos e calcedônias possuem de 5mm a 50mm.

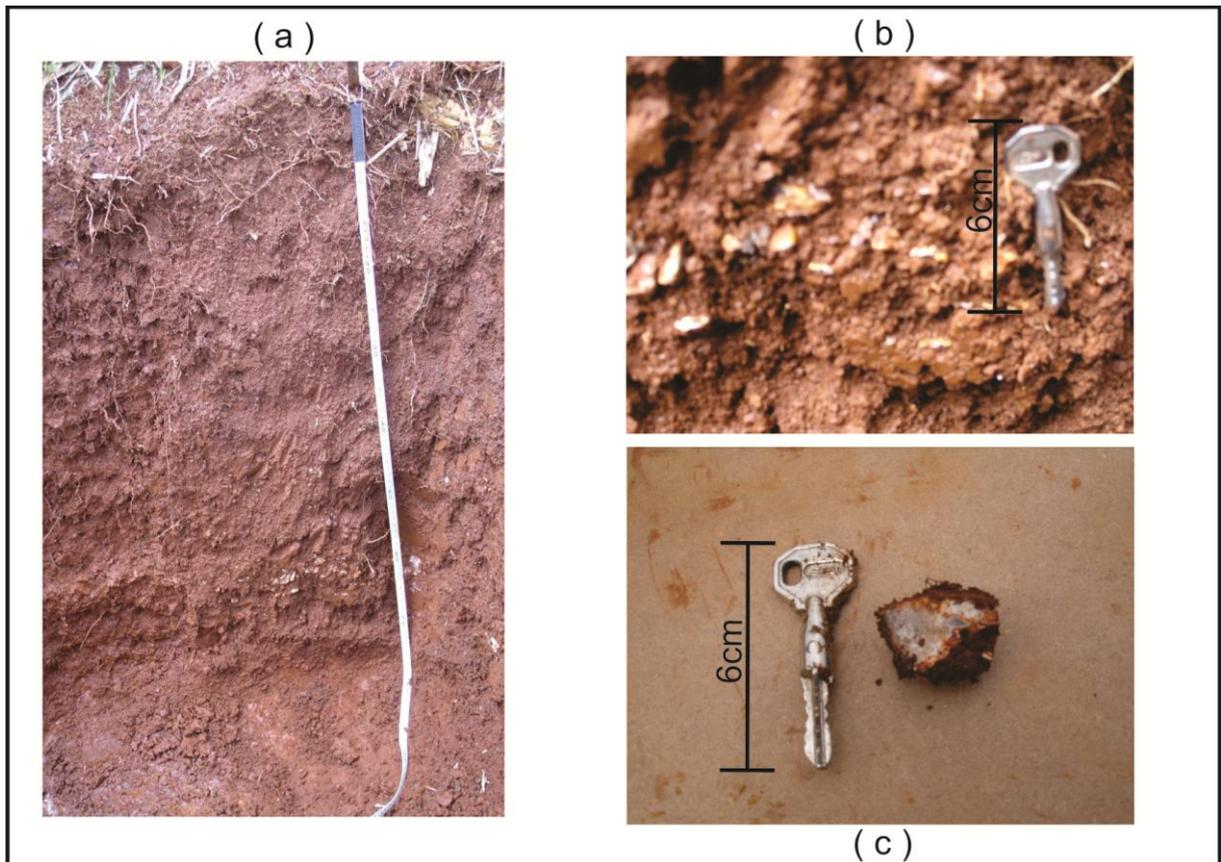


Figura 14 – perfil 1: (a) fotografia do perfil 1; (b) linha de pedra composta predominantemente por quartzo e calcedônia; (c) fragmento de quartzo que compõem a linha de pedra

O segundo tipo de linha de pedra presente na topossequência está localizado na média e final da topossequência (perfil 3 e 5). Essa é composta por fragmentos de rocha de diabásio derivado de afloramentos de rochas presentes no início e fim da média vertente, o tamanho desses fragmentos variam de 50mm a 1000mm, apresentando a cor amarelo-brunado (10YR 6/6) . Os fragmentos que compõem essas linhas de pedra são arredondadas, os espaços entre os fragmentos são preenchidas por solo, dando assim o aspecto de que essa linha de pedra, foi gerado por corridas de lama ou movimento de massa de solo que ocorreram na vertente.

Em relação à morfologia dos fragmentos, há diferenças entre as duas linhas de pedra, na linha de pedra localizada no início da média vertente (perfil 3), ela é composta por blocos de rochas de diabásio arredondados à angulares (Fig. 15 – c), apresentando rochas com grau de alteração avançada e outras com alterações apenas na parte exterior das rochas, sendo que a parte interna mantém-se preservada sem evidências de alteração química. O tamanho desses fragmentos variam de 100mm à 5000mm.

Na linha de pedra presente no final da média vertente (perfil 5), os fragmentos de rocha possuem tamanhos menores (Fig. 16 – b)em relação aos fragmento de rocha do início

da média vertente (perfil 3), em que variam entre 5mm a 50mm. Os fragmentos desse segmento da vertente possuem grau avançado de alteração dos fragmentos.

O reconhecimento e caracterização das linhas de pedra permitiram identificar e distinguir os materiais formados in situ (autóctone) e os transportados (alóctone) ao longo da topossequência.

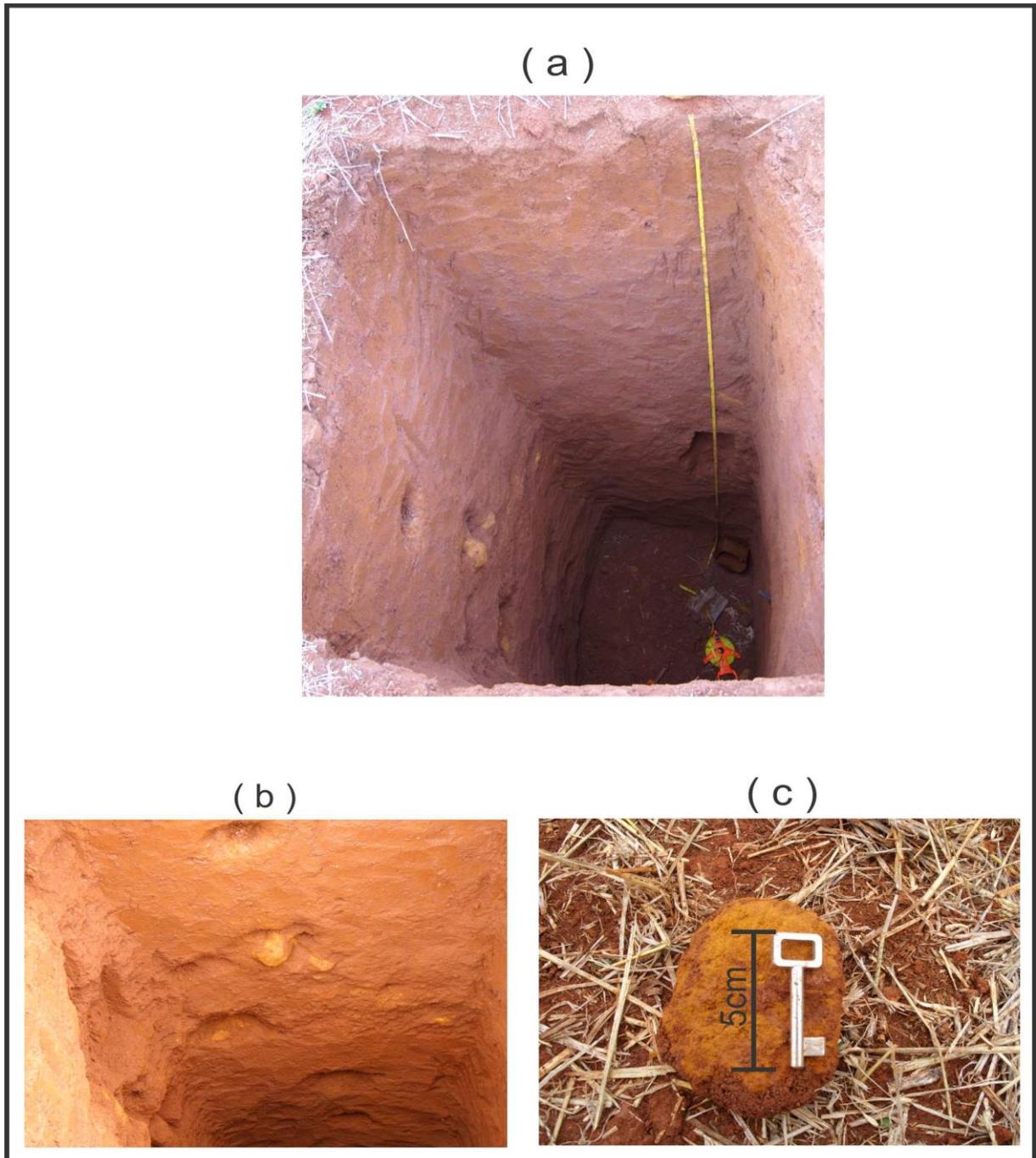


Figura 15 – perfil 3: (a) fotografia do perfil 3; (b) fotografia da linha de pedra, repara-se que os fragmentos de rocha estão envolvido pela massa vermelha do solo; (c) fragmento de rocha da linha de pedra, apresentando certo arredondamento devido a atuação do processo de intemperização química, porém seu interior matem-se intacto

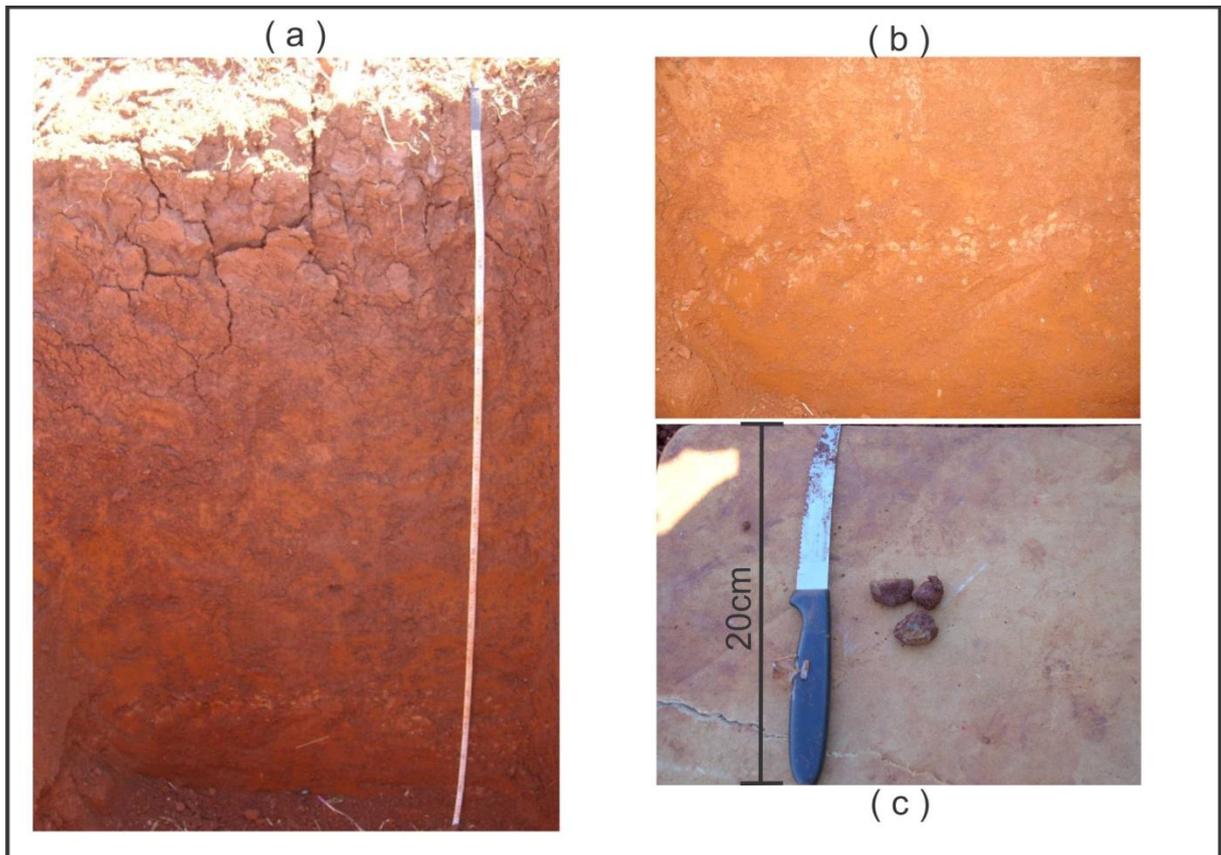


Figura 16 – perfil 5: (a) fotografia do perfil 5; (b) fotografia da linha de pedra, repara-se que os fragmentos de rocha são menores em relação aos do perfil 3 e apresentam uma continuidade mais clara; (c) fragmento de rocha da linha de pedra, apresentando avançado grau de alteração dessas

11.4. OS SOLOS E SUA DISTRIBUIÇÃO NA TOPOSEQUÊNCIA

Nessa parte do trabalho será descrito a relação entre a distribuição dos solos e sua relação espacial na topossequência.

11.4.1. Descrição morfológica da topossequência

As descrições morfológicas, química e granulométrica dos horizontes, permitiram identificar dois tipos de solos ao longo da topossequência como segue: NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico textura muito argilosa (perfil 1, 2, 5 e 6) e o NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico latossólico textura muito argilosa (perfil 3 e 4), (Figura 10).

No topo da vertente há presença do NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico textura muito argilosa, esse possui o horizonte Ap possui 10 cm espessura e o horizonte B nítico 70 cm apresentando uma linha de pedra de 10 cm, composta predominantemente por quartzo e calcedônia, a presença dessa linha pode ser devido a presença de minerais mais resistentes (quartzo e calcedônia) ao intemperismo se comparado aos minerais ferromagnesianos que compõem predominantemente as rochas básicas. Após esse topo há uma quebra na vertente e o afloramento de rocha.

Na alta e média vertente há presença de um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico textura muito argilosa (perfil 2), esse apresenta-se pouco espesso (90cm) inicialmente e vai se espessando ao longo desse segmento, até alcançar grandes profundidades (3,4m). Ao longo desse segmento há uma transformação da estrutura em blocos subangulares típico do horizonte B nítico, para uma estrutura mais solta do tipo granular, típico do horizonte B latossólico. A identificação desse processo de transformação permitiu classificar esse solo como NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico latossólico textura muito argilosa (perfil 3 e 4). Essa transformação estrutural inicia-se em profundidades de 2,3m no início da alta vertente (próximo ao perfil 3) e vai se espessando ao final da média vertente alcança a profundidade de 1,20m (perfil 4) com forma irregular-ondulada. Ainda nesse segmento há presença de uma linha de pedra composta por rochas de diabásio advindo provavelmente do afloramento de rocha presente na alta vertente. Com o reconhecimento dessa linha de pedra foi possível definir que os materiais acima a linha de pedra são de origem alóctone e os materiais abaixo são de origem autóctone.

No final da média vertente há uma interrupção na vertente devido à uma quebra na vertente em que desenvolve um Cambissolo, após essa quebra há presença de um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico textura muito argilosa (perfil 5), que predomina até o final desse segmento, o solo presente nesse segmento possui 2m de espessura, com a presença de uma linha de pedra de 10cm de espessura (130-140cm de profundidade), composta por fragmento de diabásio advinda provavelmente da quebra na vertente. Porém essa linha de pedra difere da encontrada no perfil 3 devido a sua diferença no tamanho e estágio avançado de alteração. o reconhecimento dessa linha de pedra permitiu a identificação da origem do material o solo nesse segmento, sendo semelhante ao encontrado no segmento anterior (material de origem alóctone acima da linha de pedra e autóctone abaixo dessa). Nesse setor da vertente não há presença de uma transformação estrutural (mudança da estrutura em blocos para granular) como constatado no segmento do início média vertente, havendo assim a presença do horizonte B nítico do topo até zona da alterita.

No final da vertente há outro segmento caracterizado pela presença de afloramento de rocha no início desse segmento e após esse afloramento há presença de um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico textura muito argilosa (perfil 6), até alcançar a drenagem da bacia, esse setor da vertente caracteriza-se pela presença de afloramento de água a partir de 1 metro de profundidade.

11.5. MICROMORFOLOGIA DE SOLOS

Nesta parte do trabalho será descrito as interpretações micromorfológicas das lâminas delgada de solo. A descrição sistemática da micromorfologia dos horizontes analisados está na forma de quadros no apêndice.

11.5.1. Micromorfologia do horizonte Ap

O horizonte Ap dessa topossequência, apresenta de maneira geral um fundo matricial é composto por 6% de material grosso, 85% de material fino e 9% de poros.

O material grosso é composto predominantemente por cristais de quartzo, anhedral subarredondado, mal selecionado com dimensões variando entre 0,002mm à 15mm. Há presença de nódulos de ferro e minerais opacos anhedral, arredondado, mal selecionado dimensões variando entre 0,002mm à 0,5mm. O material fino é vermelho-escuro, composto por argila (caulinita e óxido de ferro). A distribuição relativa é porfírica aberta. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada), salpicada e indiferenciada.

O tipo de microestrutura identificado nesse tipo de horizonte foram os blocos subangulares à angulares, fortemente desenvolvidos, acomodados e tamanho variando entre 1mm à 5mm (pequeno) (Fig. 17 - B). A feição pedológica presente são os nódulos típicos de ferro. Os tipos de poros presentes são os de fissuras (predominante), cavidades mamelonares e câmaras.

O horizonte Ap ao longo da vertente difere entre si dependendo do segmento em que se encontra pois no segmento de topo esse possui uma microestrutura menos compacta preservando melhor a “estrutura original” do solo (Fig. 17 - a) devido ao uso ser pastagem. Enquanto no segmento de média vertente a estrutura parece estar mais compactada apresentando estrutura em bloco angulares grandes (5mm em média) (Fig. 17 - b), esse fato pode estar relacionado ao uso de maquinário agrícola (tratores) no plantio de culturas temporárias (milho/trigo/soja). Outro fato que foi identificado no segmento de média vertente a presença de fragmento de rocha alterada (Fig. 17 - c) nesse horizonte, isso pode ser indício de transporte de materiais ao longo da vertente.

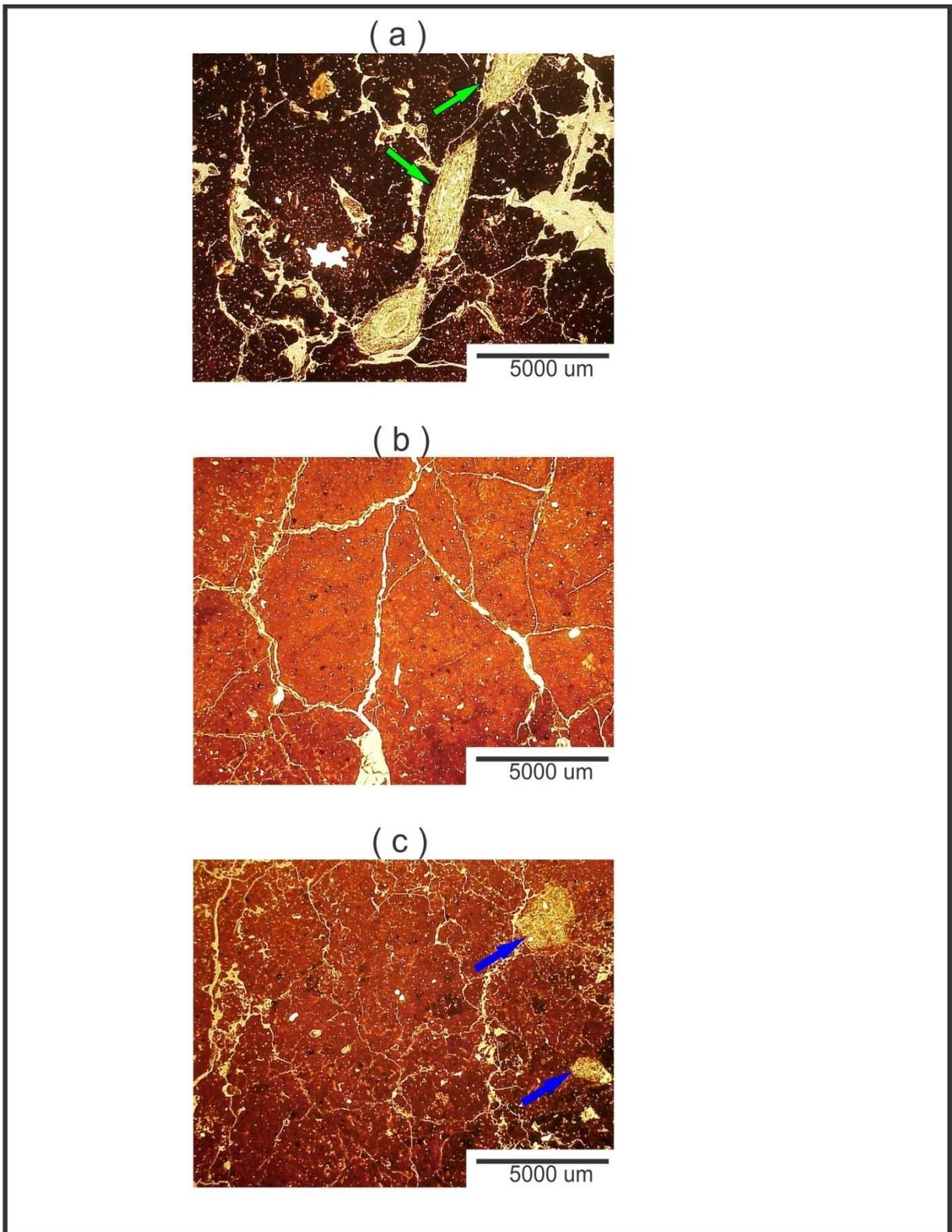


Figura 17 – microfotografia dos horizontes Ap: (a) horizonte Ap (0-20cm) do perfil 1, apresenta microestrutura em blocos subangulares tamanho médio de $2000\mu\text{m}$ à $5000\mu\text{m}$, com presença de raízes (seta verde) (LN); (b) horizonte Ap (0-20cm) do perfil 3, apresenta microestrutura em blocos angulares, tamanho médio $5000\mu\text{m}$ (LN); (c) horizonte Ap (0-20cm) do perfil 4, apresenta microestrutura em blocos subangulares de tamanho médio de $1000\mu\text{m}$, com presença de fragmentos de rocha em avançada alteração (seta azul) (LN). Luz normal (LN)

11.5.2. Micromorfologia das linhas de pedra

Na toposequencia foi identificado três linhas de pedras (topo, média e final da média vertente. Sendo que elas foram classificadas em dois tipo: linhas de pedras compostas por minerais de quartzo e calcedônia (topo) e as compostas por fragmentos de rochas de diabasio (média e final da média vertente).

A linha de pedra composta por minerais de quartzo e calcedônia (Fig. 18 - a e b) possuem formas subhedral, apresentam frequência comum, mal selecionado e o tamanho dos cristais são em média acima de 5000 μ m.

As linhas de pedras composta por fragmento de rocha de diabásio apresentando diversas formas ehedral, subhedral e anhedral, apresentam frequência comum, variabilidade média devido à presença de fragmentos com diferentes estágios de alteração (Fig. 18 c, d,e e f), mal selecionado e o tamanho dos fragmentos são acima de 5000 μ m.

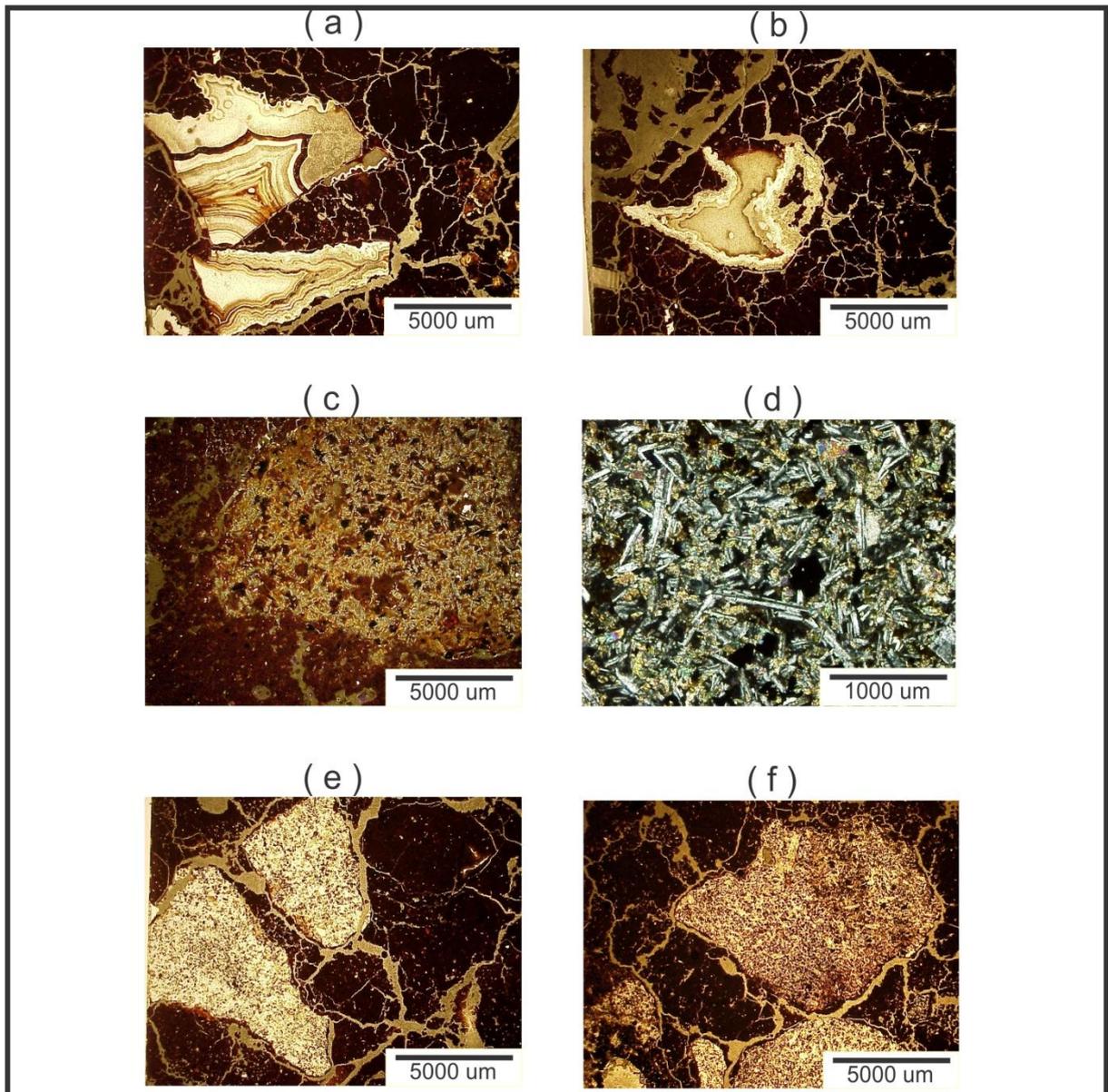


Figura 18 – microfotografia das linhas de pedra: (a) minerais de calcedônia (45-55cm) do perfil 1, apresenta tamanho médio de 5000 μ m (LN); (b) idem a imagem (a) (LN); (c) rocha de diabásio que compõem a linha de pedra(110-176cm) do perfil 3, apresenta estágio de alteração avançado, restando apenas as formas originais dos minerais que compunham a rocha

(LN); (d) rocha de diabásio não alterado que compõem a linha de pedra (110-176cm) do perfil 3 (LP); (e) e (f) rocha de diabásio que compõem a linha de pedra (130-140cm) do perfil 5, apresenta estágio de alteração avançado (LN)

11.5.3. Micromorfologia do horizonte B nítico

O horizonte B nítico dessa topossequencia está presente em todos os segmentos, apresenta fundo matricial em geral composto por 3% de material grosso, 83% de material fino e 11% de poros.

O material grosso é composto predominantemente por cristais de quartzo, anhedral subarredondado, mal selecionado com dimensões variando entre 0,003mm à 10,1mm. Há presença de nódulos de ferro e minerais opacos anhedral, arredondado, mal selecionado dimensões variando entre 0,002mm à 0,5mm. O material fino é vermelho-escuro, composto por argila (caulinita e óxido de ferro). A distribuição relativa é porfírica aberta fissurada. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada), salpicada, indiferenciada, paralela, e poroestriada.

O tipo de microestrutura identificado nesse tipo de horizonte foram os blocos subangulares, acomodados, fortemente desenvolvidos e tamanho variando entre 1mm à 7mm (pequeno). As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos típicos laminado - não laminado e preenchimento denso completo originado por processos de iluviação, composto por ferri-argilãs, equivalendo a 25% da lâmina. Os poros presentes são as fissuras, cavidades mamelonares, policôncava, canais e as câmaras.

Os horizontes B níticos de modo geral apresentam predominância de microestruturas em blocos subangulares (Fig. 19 – a) e feições típicas de iluviação (Fig. 9 - a), como os revestimentos e preenchimentos ocupando principalmente a porosidade cavitária e fissurais. Observa-se pela micromorfologia a presença de poros policôncavos e mamelonares que provavelmente foram originados pelo processo de adensamento dos microagregados (Fig. 9 - b e c).

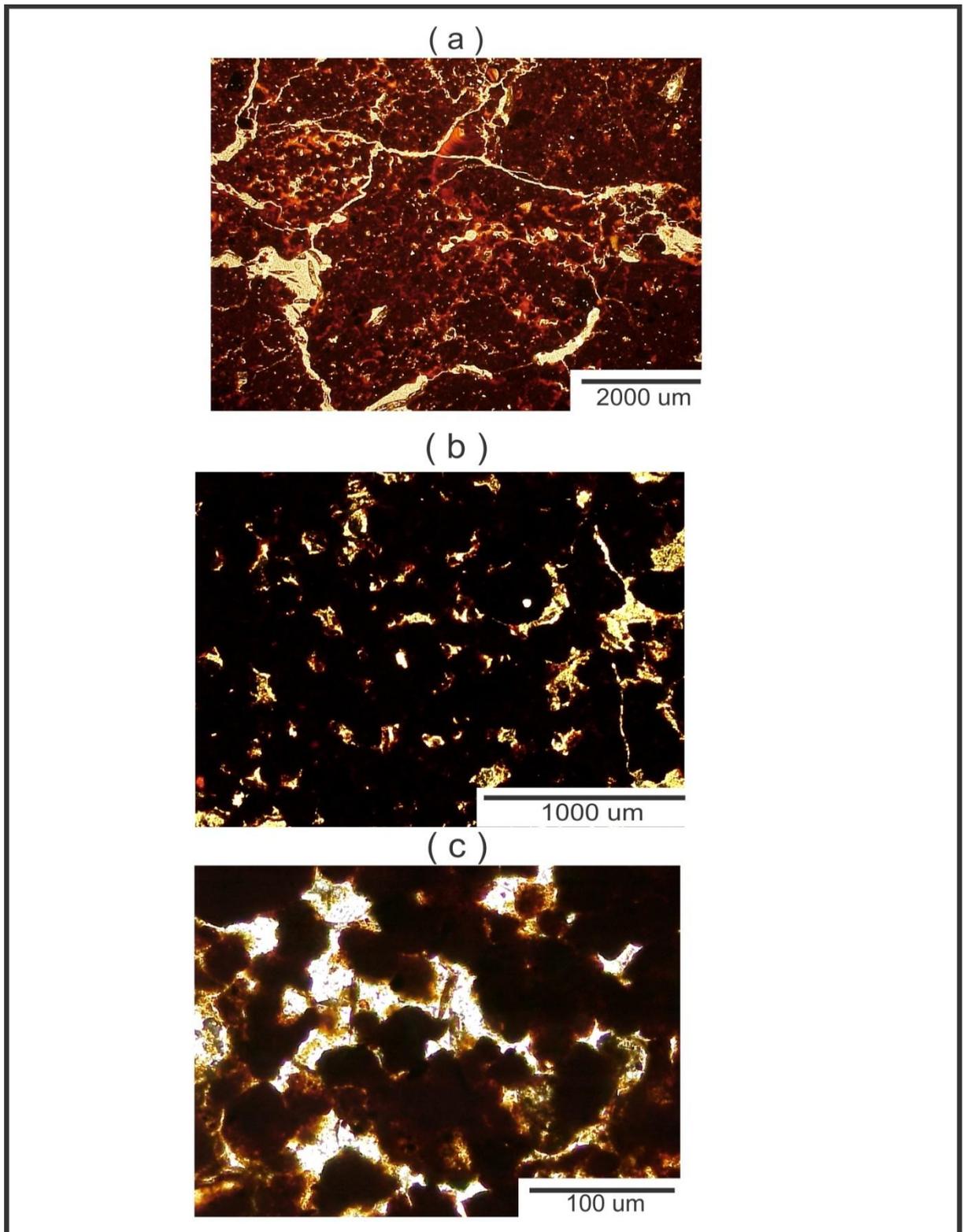


Figura 19 – Microfotografia dos horizontes B níticos: (a) horizonte B nítico do perfil 2 (75-85cm), apresenta distribuição relativa porfírica aberta, microestrutura em blocos subangulares, com presença abundante de feições pedológicas texturais como revestimentos típicos preenchendo os poros mamelonares, algumas dessas feições possuem fissuração pós deposição (LN); (b) e (c) horizonte B nítico do perfil 4 (70-80cm) apresentando porosidade policôncava e mamelonar derivado do processo de adensamento dos microagregados (LN). Luz natural (LN)

11.5.4. Micromorfologia do horizonte B latossólico

O horizonte B latossólico se desenvolve abaixo do horizonte B nítico, sua presença está restrito ao segmento da média vertente. Esse horizonte micromorfologicamente apresenta o fundo matricial de modo geral composto por 2% de material grosso, 80% de material fino e 18% de poros.

O material grosso é composto por cristais de quartzo, anhedral subarredondado, mal selecionado com dimensões variando entre 0,002mm à 0,9mm. Há presença de nódulos de ferro e minerais opacos anhedral, arredondado, mal selecionado com dimensões variando entre 0,002mm à 0,5mm. O material fino é vermelho-escuro, composto por argila (caulinita e óxido de ferro). A distribuição relativa é enáulico-porfírico aberta fissurada. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada) e salpicada.

O tipo de microestrutura identificado nesse tipo de horizonte foram a estrutura granular arredondada (predominante), acomodados, fortemente desenvolvidos e tamanho variando entre 0,1mm à 0,25mm (pequeno) e em menor presença a estrutura em blocos subangulares, acomodados, fortemente desenvolvidos e tamanho variando entre 0,3mm à 0,7mm (muito pequeno). As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro. Os poros presentes são os empilhamento composto (predominante) e algumas fissuras e canais.

A passagem do horizonte B nítico para o B latossólico se dá de maneira gradual, em que há uma transformação da estrutura, no qual ela modifica-se de blocos subangulares para granular. Essa transformação estrutural pode ser observada na micromorfologia, em que nas faixas de transições entre os dois horizontes, há o processo de formação da microestrutura granular, a partir da fragmentação da microestrutura em blocos, que modifica a distribuição relativa porfírica aberta em enáulica e essa herda partes das feições iluviais como partes de revestimentos e preenchimentos do horizonte B nítico (Fig. 20 – a, b, c, d, e e).

Quando observa-se o horizonte B latossólico esse já não possui as características micromorfológicas da zona de transição entre os horizontes, e há predominância das microestruturas granulares desenvolvida (Fig. 21 - a, b, e c), sendo essa microestrutura a característica principal dos horizontes B latossólico. A porosidade também é totalmente modificada, no qual ela passa de cavidade mamelonares, policoncavas e fissuras para empilhamento composto e simples.

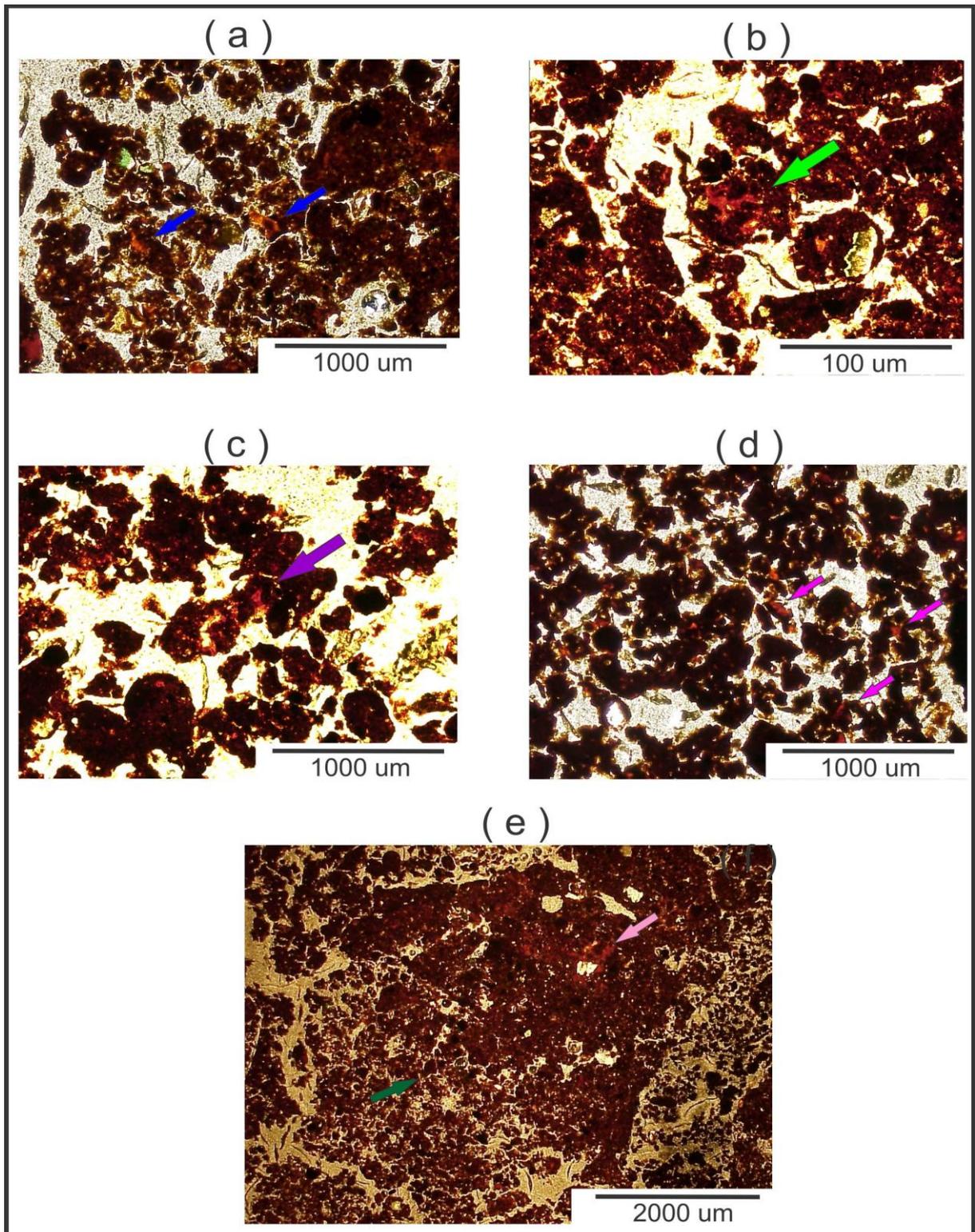


Figura 20 – Faixa de transição entre os horizontes B nítico e latossólico: (a) perfil 3 - formação da microestrutura granular poliédrica (230-240cm), herdando partes de feições pedológicas da estrutura anterior (seta azul) (LN); (b) perfil 3 – idem a imagem (a) (230-240cm) (LN); (c) perfil 4 - indem a imagem (a) (110-120cm) (LN); (d) perfil 4 – idem a imagem (a) (110-120cm) (LN); (e) perfil 3 – evidencia a fragmentação da microestrutura em blocos (seta verde escuro) e outra parte do bloco intacta ainda preservando as feições pedológicas texturais (revestimentos e preenchimentos) (seta rosa) (230-240cm) (LN). Luz natural (LN)

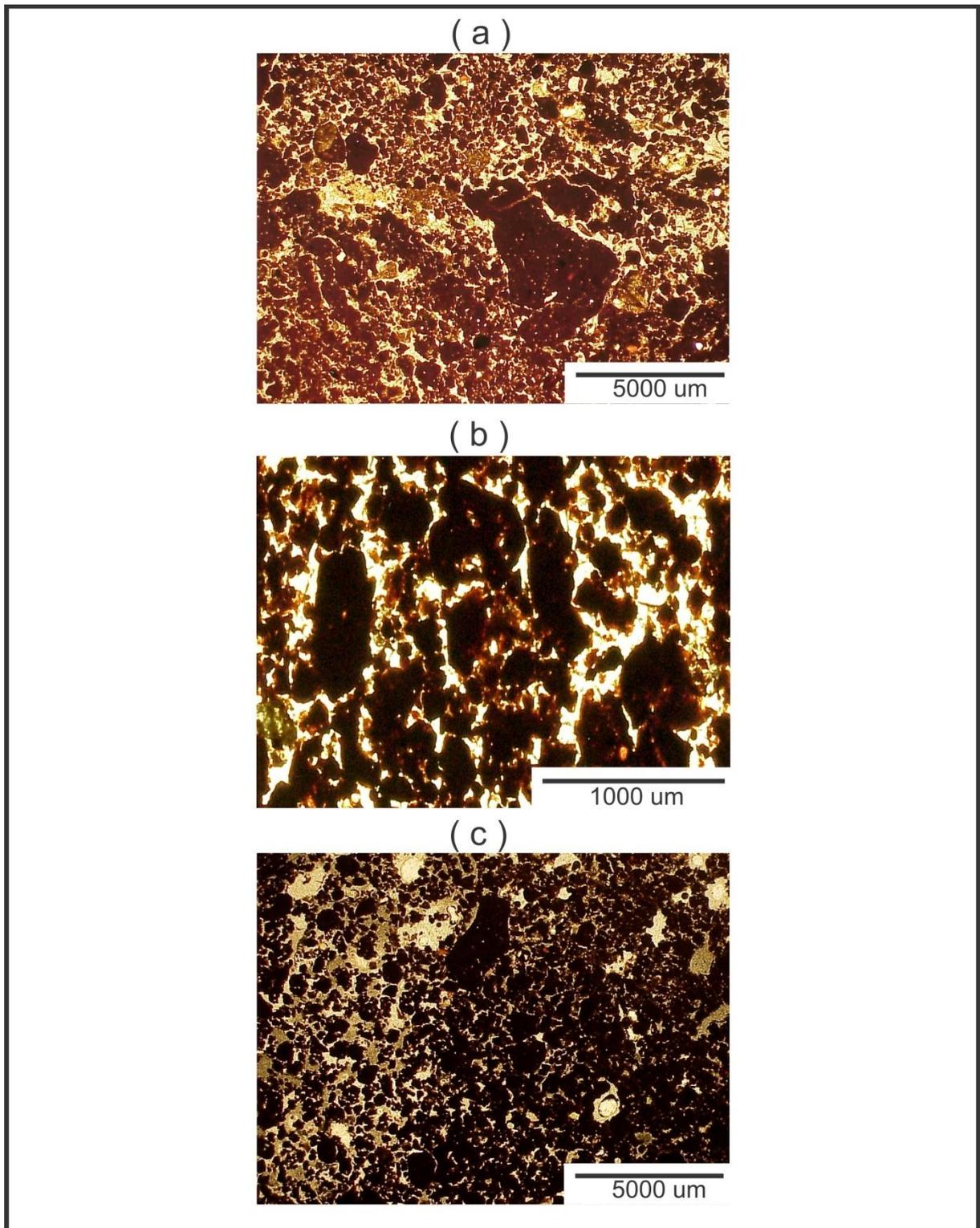


Figura 21 – horizonte B latossólico dos perfis 3 e 4: (a) horizonte B latossólico do perfil 3 (250-260cm), predominando a microestrutura granular de grande variedade de formas e tamanhos e algumas microestrutura em blocos subangulares, a porosidade predominante nesse horizonte é o empilhamento composto; (b) horizonte B latossólico do perfil 4 (150-160cm), apresenta microestrutura granular de diversas formas e tamanhos, tipos de poros presente são os empilhamento composto; (c) horizonte B latossólico do perfil 4 (240-250cm), apresenta microestrutura microesrutura granular de diversos formas e tamanhos, a porosidade predominante é de empilhamento composto e algumas cavidades biológicas.

11.6. DATAÇÃO PELO MÉTODO DA LUMINESCÊNCIA

Para melhor entendimento do significado ambiental e de em quais épocas geológicas esses materiais datados estão situados, realizou-se a elaboração de uma pequena síntese sobre o Quaternário e seus estudos na região Norte do estado do Paraná.

O termo “Quaternário” é empregado para designar o período mais recente da história da Terra (Suguio, 2005); foi introduzido por Desnoyers em 1829. C. Lyell (1797-1875), mais tarde, subdividiu em i) *Pleistoceno*, como critério paleontológico, para depósitos pós-pleiocênicos, sendo que o mais antigo e mais longo se iniciou há 2,6 milhões de anos, e ii) *Holoceno* termo empregado para depósitos mais recentes com 10.000 anos, estendo-se até os dias atuais e contendo espécies viventes (Stevaux & Parolin, 2010 e Suguio, 2005, 1999).

Os depósitos do Quaternário têm uma ligação muito íntima com a topografia atual e paisagística da superfície terrestre, pois os eventos dessa época representam uma continuação até os dias atuais (Suguio, 1999), uma vez que foi durante o clima do período Quaternário que se formaram as paisagens atuais.

Conforme Suguio (2005), o período Quaternário pode ser definido bioestratigraficamente pelos conteúdos faunísticos e florísticos de formas predominantes viventes e pode ser considerado como idade das glaciações e do homem.

Os estudos sobre Quaternário no Brasil (Stevaux e Parolin, 2010) foram inicialmente elaborados por Reinhard Maack, cientista alemão radicado no estado do Paraná, que já verificava vestígios de clima mais rigoroso dentro do Quaternário brasileiro, sendo que no Paraná reconheceu um clima semiárido, durante a última glaciação. Na mesma linha de pensamento, Aziz Nacib Ab' Saber (1977) sugeriu que esse clima semiárido ocupava aproximadamente 50% das terras paranaenses, sendo as suas ideias compartilhadas por Bigarella. É possível observar no Brasil uma variação climática presente no Holoceno e no Pleistoceno. Segundo Suguio (1999), o período do Quaternário apresentava tendências mais secas e frias durante Pleistoceno no hemisfério Sul devido às glaciações que ocorreram no hemisfério Norte. No Holoceno, o aumento da temperatura e umidade marca o período interglacial.

Porém grande parte dos depósitos Quaternário passíveis de evidenciar as modificações no conjunto e na distribuição da vegetação no Brasil, estão restritos ao último glacial (Würm/Wisconsin), por não possuir locais propícios para o acúmulo de sedimento, como lagoas. O último período glacial foi dividido na região andina em Glacial Inferior (90.000 a 75.000 anos AP) e Pleniglacial (75.000 a 13.000 anos AP), que por sua vez foi subdividido em Pleniglacial Inferior (75.000 a 60.000 AP), Pleniglacial Médio (60.000 a 28.000 AP) e

Pleniglacial Superior (28.000 a 13.000 AP). O Pleniglacial Superior é definido como Último Máximo Glacial – UMG; durante esse período ocorreram mudanças muito acentuadas, com evidências de quedas na precipitação e na temperatura, afetando a região tropical. Essa fase iniciou-se entre 20.000 e 18.000 anos AP, estendendo até 13.000 anos AP e é seguida pela fase de degelo (13.000 a 10.000 AP), que marca o fim do Pleistoceno e início do Holoceno (van der Hammen, 1974). No estado do Paraná, diversos autores estão desenvolvendo estudos sobre o Quaternário, principalmente na região do Alto rio Paraná.

Jabur (1992), analisando dados polínicos dos ribeirões Pinhalzinho e Esperança, concluiu que o intervalo compreendido entre 25.000 e 10.000 anos A.P. caracteriza-se pela predominância de clima semiárido, com abundante presença de pólenes de gramíneas e vegetação aberta.

Stevaux (1993, 2000), estudando a evolução dos terraços e planície de inundação do alto curso do Paraná e sua relação com as oscilações climáticas que ocorreram durante o Quaternário Superior, constatou, a partir de datações, análise polínica e sedimentológica, que houve as seguintes mudanças:

- Primeiro evento árido: esse evento ocorreu de 40.000 anos A.P até seguramente 20.000 anos A.P. Nesse período foi constatado o baixo teor de matéria orgânica, domínio de pólenes de gramínea e alta porcentagem de grãos arenosos transportados pelo vento. Os cascalhos polimíticos arenosos desse período indicam fluxos de detritos e de grãos responsáveis pela construção dessa fácies sedimentar. Esses processos são gerados por descarga concentrada de água, característica de rios de clima semiárido.
- Primeiro evento úmido: esse evento ocorreu entre 8.000 a 3.500 anos A.P. Esse período foi marcado por uma melhoria climática generalizada (“*optimum*” climático do Holoceno). Há um aumento do teor de matéria orgânica, aumenta a presença de pólenes de mata e diminui a quantidade de areia dispersa na matriz. Nesse período a faciologia dos depósitos do rio (associação faciológica areia estratificada) indica uma drástica mudança nas características hidrológicas do rio Paraná durante esse período. O padrão do canal passa de entrelaçado para anastomosado, com prováveis alterações no gradiente do canal na descarga e outras variáveis. Nessa época iniciou-se a construção da planície de inundação na margem direita do canal, com o predomínio de sedimentos finos ricos em matéria orgânica;
- Segundo evento árido: esse evento ocorreu entre 3.500 a 1.500 A.P. Esse curto período de semiaridez encontra-se bem caracterizado nos depósitos de lagoa, em que se verificaram a diminuição do teor de matéria orgânica, o predomínio de elementos polínicos de campo e o

aumento na fração arenosa. A drenagem intermitente de afluentes do rio Paraná construiu leques aluviais sobre o terraço desse rio;

Segundo evento úmido – de 1.500 anos AP até os dias atuais. A região adquiriu as características ambientais atuais. Os testemunhos de lagoa apresentaram alto conteúdo de restos vegetais e argila orgânica, como também uma acentuada diversificação de elementos polínicos de mata. Cessou-se o processo de formação de leques aluviais sobre o terraço do rio Paraná, com a perenização das drenagens dos afluentes.

Pessenda (1996b) desenvolveu estudos com isótopos estáveis de carbono ($^{13}\delta\text{C}$) na região de Londrina (PR) e verificou o predomínio de vegetação do tipo gramínea no Pleistoceno tardio até aproximadamente o Holoceno médio. A presença desse tipo de vegetação indica um clima mais seco que o atual, e a partir de 3.000 anos AP os dados indicaram uma expansão da floresta, atual cobertura vegetal da área estudada.

Rasbold et al., (2011), em estudos parciais sobre reconstrução paleoambiental utilizando dados de $^{13}\delta\text{C}$ e datação por ^{14}C de um testemunho retirado em turfeira nas proximidades da cidade de Campo Mourão, constataram que houve a predominância de clima árido para a região há 25.000 anos AP.

As datações por luminescência no perfil 3, do solo enterrado (36.000 AP), linha de pedra (33.000 AP) e colúvio (30.000 AP) (Quadro 3), permitiram supor que >36.000 anos AP, houve o desenvolvimento de solos a partir da alteração química dos materiais provavelmente em sob clima úmido. Entre 36.000-33.000 anos AP (190-200cm), houve provavelmente mudança para um clima semiárido e ocorreu decaptação de parte dos horizontes dos solos desenvolvidos inicialmente e a deposição das linhas de pedra provenientes dos afloramento de rochas atuais nos segmentos do início da média vertente e final dessa. Entre 33.000-30.000 anos AP (60-70cm), houve provavelmente a mudança para um clima mais úmido que propiciou, a volta da alteração química das rochas e ocorreu processos de coluvionamento que soterraram as linhas de pedra (paleopavimento detrítico) e moldaram a morfologia atual da toposequencia.

As datações LOE permitiram verificar que a idade dos materiais compõem o solo em estudo foram gerados no Pleniglacial médio, correspondendo à época do Pleistoceno Superior. Assim, os dados da datação por luminescência estão de acordo com as conclusões sobre os paleoambientais na região Norte do estado do Paraná, segundo as quais essas linhas de pedra tiveram sua gênese possivelmente em um ambiente semiárido, em que houve predominância de atividades morfogênicas agressivas, e que provavelmente modelaram as formas de relevo das paisagens atuais na região do município de Marumbi.

Quadro 3 – Idades em $\times 10^3$ anos A.P. obtidas pelo método LOE em amostras do perfil 3

Amostra	Profundidade (cm)	Dose anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	Paleodose Média (Gy)	Idade Média (anos)
Colúvio	60-70	1.820 \pm 190	55,4	30.500 \pm 4.780
Linha de pedra	130-140	1.885 \pm 150	62,40	33.450 \pm 4.380
Solo enterrado	190-200	1.980 \pm 155	72,06	36.400 \pm 4.680

12. CONCLUSÕES

1- A Análise Estrutural da Cobertura Pedológica permitiu maior eficiência na identificação do sistema pedológico Nitossolo – Nitossolo latossólico – Cambissolo - Nitossolo de montante para jusante da topossequência Máximo Peretti. Esse sistema está associado a mudanças na topografia da vertente decorrentes do afloramento de rocha a montante, média e final da vertente. Assim, constatou-se filiação entre as linhas de pedra e os afloramentos da parte alta e média da vertente, confirmada pelos materiais constituintes da linha de pedra, indicando que esses afloramentos forneceram os fragmentos e blocos de rocha que compõem a linha de pedra, descritos nos perfis 3 e 5. A linha de pedra do perfil 1 é composta por minerais como a calcedônia, que são mais resistentes ao intemperismo químico se comparados aos minerais ferro-magnesianos, caracterizando uma linha de pedra de origem geoquímica. Essas diferenças permitiram deduzir processos de remoção e deposição de materiais ao longo da vertente, os quais compõe o solo.

2- As datações pelo método da luminescência demonstram que a linha de pedra e o colúvio foram remobilizados à posição atual na vertente durante o Pleniglacial médio, correspondendo à época do Pleistoceno Superior. Durante esse período provavelmente o ambiente predominante era o semiárido, devido às glaciações Wurm/Wisconsin (glaciação da América do norte). Assim, esses materiais (colúvio e linha de pedra dos perfis 3 e 4) são o registro geomorfológico de uma intensa atividade morfogenética passada que ocorreu nas bordas do platô de Marumbi.

3- As análises micromorfológicas dos horizontes B nítico e B latossólico permitiram a constatar que há uma transformação estrutural na passagem do horizonte B nítico para o B latossólico, em que a microestrutura em blocos subangulares transforma-se em microestrutura granular pelo processo fragmentação do fundo matricial. A morfologia dos poros também respondem a essa transformação em que passam de cavidade mamelonares, policoncava e fissurais para empilhamento composto.

4- As análises micromorfológicas das feições pedológicas texturais dos horizontes B níticos apresentaram feições características de processos de iluviação, como preenchimentos denso completo, revestimentos típico e alguns crescentes com e sem laminação, caracterizando o processo de argiluviação como principal processo de formação desse tipo de feição nos horizontes B níticos em questão.

13. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABNT – NBR7181/84. Solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, **ABNT**, 1984, 13p.

ANJOS, I.B.; MARTINS, M.L.O.F. Estudos da precipitação pluviométrica e balanço hídrico em Maringá. In: **Boletim de Geografia/Universidade Estadual de Maringá**, Departamento de Geografia. Vol. 19, P.45-58, 2001.

AB´SABER, A.N. Revisão dos conhecimentos sobre o horizonte subsuperficial de cascalhos inhumados do Brasil Oriental. **Notícia Geomorfológica**, Ano IV, vol.11, p.59-80, 1966.

AB´SABER, A.N. Uma revisão do quaternário paulista: do presente para o passado. **Revista Brasileira de Geografia**, 1969, p. 1-50.

AB´SABER, A.N. Os domínios morfolclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. **Geomorfologia** (Inst. Geográfico da Universidade de São Paulo), vol.52: p.1-22. 1977.

AB´SABER, A.N. **A Amazônia: do Discurso à Praxis**. 2ª edição, Editora da Universidade de São Paulo. 319p, 2004.

AITKEN, M.J. **A introduction to optical dating**. Oxford University Press, London, p.230, 1998.

BEADOU, A. Expression micromorphologique de la microagrégation et l'illuviation dans certains sols ferrallitiques centrafricains et dans les sols hydromorphes associés. **Cahiers ORSTOM**, Série Pédologie, 10 (4): 357-371. 1972.

BELLIENI, G.; COMIN-CHIARAMONT, P.; MARQUES, L.S.; MELFI, A.J.; NARDY, A.J.; ROISENBERG, A e STOLFA, D. Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Paraná plateau (Brazil): geological, mineralogical and petrochemical relationships. **J. Petrology**, vol.27:915-944, 1986.

BREWER, R. **Fabric and Mineral Analysis**. John Wiley e Sons Inc. U.S.A., 482P. 1976.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D. E SANTOS, G.F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. vol.1, 425p, Florianópolis: Ed. UFSC, 1994.

BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba: n.16 e 17: 153-197p. 1965.

BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R. E DA SILVA, J.X. Pedimento, Pediplano e seus Depósitos correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, 16 e 17: 117-151p. 1965.

BIRKELAND, P.W. **Soils and Geomorphology**. Oxford University Press, New York. 1984. 372p.

BLOOM, A.L. **Superfície da Terra**. São Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda, 0-100p, 1996.

BOCQUIER, G. **Genése et evolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad**. [S.I.]: ORSTOM, 1973.325p. (Mem. ORSTOM, 62).

BOULET, R. **Toposséquence de sols tropicaux en Haute-Volta: équilibre et déséquilibre pédobioclimatique.** Strasbourg. (Thèse Doctoral Science – Université Louis Pasteur), 1974, 272p.

BOULET, R. et al. Analyse structurale et pédologie I. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences ET leurs principaux apports à la connaissance des sols. **Cahiers ORSTOM**, 1982a, vol. 19. n.4, 309-322p.

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. **Cahiers ORSTOM**, 1982b, vol.19, n. 4, p. 323-339p.

BOULET, R. Uma evolução recente da Pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. Belo Horizonte, **III Congresso Abequa**, Anais 43-58p, 1992.

BOULET, R.; LUCAS, Y.; FRITSCH, E.; PAQUET, H. Géochimie des paysages: Le rôle des couvertures pédologiques. Coll "Sédimentologie et géochimie de la surface" à la mémoire de George Millot. 55-76p, 1993.

BONIFÁCIO, C.M.; NÓBREGA, M.T.; SILVEIRA, H. Análise comparativa de técnicas de determinação granulométrica aplicadas ao estudo de um sistema pedológico no município de Tamboara – PR. In: **II Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XIX Semana de Geografia**, Maringá-PR:2010.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS G.; TURSINA, T. e BABEL. U. **Handbook for soil thin section description.** Wolverhampton. Wayne Research Publication. 152p, 1985.

BUOL, S.W.; HOLE, F.D.; MCCRACKEN, R.J. **Soil Genesis and Classification.** The Iowa State University Press, Ames. 1973. 169p.

BUOL, S.W. e ESWARAN, H. The micromorphology of oxisols. In: Delgado, M. (Ed) **Proceedings Vth International Workshop Meeting Soil Micromorphology**, Granada., vol. 1:325-347.1978.

CAILLEUX, A. A linha de cascalho situada à base dos solos amarelos. **Notícia Geomorfológica**, nº 4, 1959.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas.** Campinas. Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (IAC, Boletim Técnico, 106).

CARVALHO, A.; CHAUVEL, A. e GONÇALVES, N.M.M. Alteration of basalt and formation of kaolinic and gibbsitic material in the region of Ribeirão Preto (SP), Brazil. In: **Laterization Process.** Proceedings II International Seminar on Laterization Processes, São Paulo. P.477-489, 1982.

CASTRO, S.S. **Sistema de transformação pedológica em Marília, SP: B latossólicos e B texturais:** 274 p.; Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/Departamento de Geografia/ Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

- CASTRO, S.S. **Micromorfologia de solos: Bases para descrição de lâminas delgadas**. UFG-IESA, UNICAMP-IG-DGEO, Goiânia/Campinas, 2008, 2ª edição, p.143.
- CHAUVEL, A. Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Thèse Science Strasbourg (1976) et **Travaux et Documents ORSTOM**, **62**, 532p., 1977.
- CHAUVEL, A.; PEDRO, G. & TESSIER, D. Rôle du fer dans l'organisation des matériaux kaolinitiques: étude expérimentales. **Science du Sol**, vol.2, p.101-103, 1976.
- COOPER, M. **Estratigrafia e pedogênese de uma topossequência de solos com B latossólico e B textural em Piracicaba (SP)**. Dissertação (mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989, 140p.
- COOPER, M. e VIDAL-TORRADO, P. Caracterização morfológica, micromorfológica e físico-hídrica de solos com horizonte B nítico. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, 29:581-595. 2005.
- CREUTZBERG, D. e SOMBROEK, W.G. Micromorphological characteristics of nitisols. **Actes de la VII reunion internationale de micromorphologie des sols**, Paris. P.151-155. 1987.
- DELVIGNE, J. Pédogênese en zone tropicale. [S. I.]: **ORSTOM**, 1965. 177 p. (Mem, ORSTOM, n.13).
- Deere, D. U. and Patton, F. D.: Slope stability in residual soils, Fourth Panamá. **Conf. SMFE**, San Juan, Puerto Rico, 1, 87–170, 1971.
- ERHART, H. **La gênese des sols en tant que phenomena géologique**. Paris, Masson et Cie. Ed., 1956, 90p.
- EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisas de Solo). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p. il. (2ª edição).
- EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Carta de solo do estado do Paraná**. Folha SF-22-Y-D MIR-496. Escala 1:250.000. 2008.
- GREENE, H. Classification and use of tropical soils. **Soil Science Society of American Proceedings**, 1945, vol.10, p.392-396.
- FANIRAN, A. E JEJE, L.K. **Humid tropical geomorphology**. New York: Longman, 414p, 1983.
- FAIRBRIDGE, R.W. Colluvium. In: **The encyclopedia of geomorphology, Pennsylvania**, 1610, 1968.
- FEDOROFF, N. e ESWARAN, H. Micromorphology of ultisols. In: Douglas, L.A e Thopson, M.L. **Soil micromorphology and soil classification**. Proceedings of a symposium sponsored

by Division S-5 and S-9 of Soil Science Society of America, Anaheim. Ed., SSSA, Madison. p.145-164, 1985.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. (coor.) NUNES, B. A.; RIBEIRO, M. I. C.; ALMEIDA, V. J.; NATALI FILHO, T. Série Manuais Técnicos em Geomorfologia, 5. Rio de Janeiro, 112 p., 1995.

JABUR, I.C. **Análise paleoambiental do Quaternário superior na bacia do alto Paraná. Rio**. Tese – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro. 184p, 1992.

LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 178p. 2002.

LEPSCH, I.F.; BUOL, S.W. e DANIELS, R.B. Soil landscape relationships in the occidental plateau of São Paul, Brazil: I geomorphic surfaces and soil mapping units. **Soil Sci. Soc. AM. J.**, Madison, 1977a, 41:104-109.

MAACK, Reinhard. **Geografia física do estado do Paraná**. Ed. Clichês. Curitiba, 1968, 438p.

MARQUES, A. J.; SANTIL, F. L. P.; CUNHA, J. E. O uso do clinômetro no levantamento topográfico. Estudo de caso: levantamento pedológico. **Boletim de Geografia**, Maringá, 2000, 1(1), p. 135-141.

MIKLOS, A. A. de W. & MIOCQUE, P. Horizontes latossólicos, horizontes sômbricos e “stone-line”: organizações de origem biológica-fauna do solo. In: **XXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Cerrados: Fronteira Agrícola do Século XXI. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Goiânia (GO), Resumos Volume II, p327-328, 1993.

MIKLOS, A.A. de W. Funcionamento biodinâmico da paisagem. **Ciência & Ambiente**, IV(6) Jan/Jun, p.75-83, 1993.

MIKLOS, A.A. de W. **Biodynamique d’une couverture pédologique de la region de Botucatu (São Paulo, Brésil)**. 1 v. Tese (Doutorado) – École Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, France, 1995.

MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping, particularly for East African soils. Londres, **Soil Research**, 1934, v.4, n.2, p. 183-198.

MILNE, G. Normal erosion as a factor in soil profile development. **Nature**, n. 26, p.548-549, 1936.

MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Paraná**. Curitiba, 2006.

MULLER, J.P. Microestruturação des structichrons rouges ferralitiques. **Cahiers ORSTOM, Séries Ped.**, 15(3): 239-258. 1977.

NARDY, A.J.R.; MACHADO, F.B.; OLIVEIRA, M.A.F: As rochas vulcânicas Mesozóica Ácidas da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná: Litoestratigrafia e considerações Geoquímico-estratigráficas. **Revista Brasileira de Geociências**, vol.38, p.180-197, 2008.

PAROLIN, M e STEVAUX, J.C. Síntese do período Quaternário do Estado do Paraná. In: Parolin, M.; Volkmer-Ribeiro, C e Leandrini, J.A. (org). **Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Editora da Fecilam. p. 43-57. 2010.

PEDRO, G. Géochimie, mineralogie et organisation des sols. Aspects coordonnés des problèmes pédogénétiques. **Cahiers ORSTOM, Serie Pedologie**, 23(3): 169-186. 1987.

PEDRO, G.; CHAUVEL, A & MELFI, A. Recherces sur la constitution des Terra Roxa Estruturada du Brésil. **Annalles Agronomie**, 27 (3): 265-294. 1976.

PENTEADO, M.M. Novas informações a respeito dos pavimentos detríticos (Stone-lines). **Notícia Geomorfologica**, 9(17): 15-41.

PESSENDA, L.C.R.; VALENCIA, E.P.E.; CAMARGO, P.B.; TELLES, E.C.C.; MARTINELLI L.A.; CERRI, C.C.; ARAVENA, R.; ROZANSKI, K. Natural radiocarbon measurements in Brazilian soil developed on basic rocks. **Radiocarbon. New Haven**, vol.38, n.2, p.203-208, 1996b.

PERECIN, D. e CAMPOS, D.A.F. Evidências micromorfológicas de gênese de solos de Piracicaba. In: **XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Campinas. Anais. p.461-466. 1976.

PINESE, J.P.P.; NARDY, A.J.R. Contexto geológico da Formação Serra Geral no terceiro planalto Paranaense. In: **I Encontro geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense**, Maringá-PR:2003.

QUEIROZ NETO, J.P. Geomorfologia e Pedologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol.1, nº1, p.59-67. 2000.

QUEIROZ NETO, J.P. O estudo de formações superficiais no Brasil. **Revista do Instituto Geológico – SP**, vol.22, n.1, p.65-78. 2001.

QUEIROZ NETO, J. P. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica: Uma Experiência de Ensino. **Revista do departamento de Geografia USP**, 2002.

RASBOLD, G.G.; PAROLIN, M.; PESSENDA, R.C.L. Reconstrução paleoambiental utilizando isótopos estáveis do C e N em turfeira na região de Campo Mourão – PR. **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Anais p.1-5, 2011.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. 1999. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 3ª. Ed. Viçosa: NEPT, 338P. 1999.

ROCHA, G.C. Distribuição espacial e características dos solos do campus da universidade estadual de Londrina. **Semina**. Ciências agrárias, Universidade estadual de Londrina, vol.12:25-37, 1991.

RUHE, R.V. 1959: Stonelines in soils. **Soil Science**, 87:223-231.

RUELLAN, A. “Les sols dans le paysage” Célébration du Cinquantenaire de l’AFES, **Cah. ORSTOM**, sér.Pédol., vol. XXI, p.133-217, 1984.

RUELLAN, A.; DOSSO, M. & FRITSCH, E. – L'analyse structural de la couverture pédologique". **Science du Sol**, vol.27, p.319-334, 1989.

SANTOS, L.J.C. Contribuição da Análise Estrutural da Cobertura Pedológica ao Desenvolvimento da Ciência do Solo. **RA'EGA**, UFPR, Curitiba, 2000, n.4, p.: 131-138.

SANTOS, L.J.C. ; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A.P; SILVEIRA C.T.; SILVA. J.M.; ROSS. J.L. **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná**. In: Revista Brasileira de Geomorfologia, 2006, ano 7, nº 2, p.03-12.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, 100p.

SELBY, M.J. Hillslope sediment transport and deposition in PYE, K. (Ed.) **Sediment Transport and Depositional Process**. Blackwell Scientific Publications, 60-87p, 1994.

STEVAUX, J.C. **O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentologia e evolução quaternária de seu curso superior**. USP. Tese – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 242p, 1993.

STEVAUX, J.C. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Paraná River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brasil. **Quaternary International**, nº72, 2000, p.73-85.

STOOPS, G. **Micromorphology of the oxic horizon**. In P. Bullock e C. P. Murphy (eds.) Soil Micromorphology, Vol. 2: Soil Genesis. Bermasted, Hertz, England. AB Academic publishers. p. 419-440. 1983.

STOOPS, G.; JONGERIUS, A. Proposals for a micromorphological classification of soil materials. I. A classification of related distribution of course and fine particules. A reply. In: **Geoderma**, nº 19, 1975. p.247-249.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais (Passado+Presente=Futuro?)**. Editora SP, 366P. São Paulo, 1999.

SUGUIO, K.; SALLUN, A.E.M.; SOARES, E.A.A. Período Quaternário: Quo Vadis? **Revista Brasileira de Geociência**, São Paulo, vol.35, n.3, p.427-432, 2005.

TRICART, J. Informações para a interpretação paleogeográfica dos cascalheiros. **Notícia Geomorfológica**. p.4-11. 1959.

TRICART, J. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. **Notícia Geomorfológica**, nº 4, 1968.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro, IBGESUPREN, (Recursos Naturais e Meio Ambiente), 91 p. 1977.

THOMAS, M.F. **Geomorphology in the tropics: a study of weathering and denudation in low latitudes**. Chichester, England, john wiley, 460p, 1994.

TORRADO, P.V. **Relações solo x relevo em Mococa (SP). Influência das características topográficas e posição na vertente, nos atributos do solo**: 205 p.; Dissertação (Mestrado

em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

TORRADO, P.V. **Pedogênese e Morfogênese no distrito de Tupi (Piracicaba-SP)**: 212 p.; Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

Van Der Hammen, T. The Pleistocene changes of vegetation and climatic in tropical South America. **Journal of Biogeography**, vol.1 p.3-26, 1974.

APÊNDICE

Quadro 4 – Descrição morfológica dos perfis de solo

Perfil	Horizontes	Profundidade cm	Estrutura ¹			Consistência ²			Transição	Cerosidade	Obscrações	Poros	
			Tipo	Tamanho	Desenvolv	Seca	Úmida	Molhada					
P1	A	0-10	Bsa	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	difuso	forte, abundante	fragmento de rocha alterada, minerais e carvão	fissural, cavitária
	B nítico	10-80	Bsa	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	gradual	forte, abundante	fragmento de rocha alterada e minerais de calcedônia	fissural, cavitária
P2	A	0-35	Bsa	M	Fc	D	Fr	Lpe	Lp	gradual	ausente	fragmento de rocha alterada	fissural, cavitária
	B nítico	35-90	Bsa	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	gradual	forte, abundante	fragmento de rocha alterada, carvão	fissural, cavitária
P3	Ap	0-43	Bsa/Ban	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	difuso	forte, abundante	fragmento de rocha alterada	fissural, cavitária
	B nítico	43-110	Bsa/Ban	M	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	abrupto e ondulado	comum, moderado	fragmento de rocha alterada	fissural, cavitária
	Linha de pedra	110-176	Bsa	M	Md	Ma	Fr	Lpe	Lp	abrupto e ondulado	forte abundante	grandes de fragmento de rocha alterada, nódulo de manganês	fissural
	2 B nítico	176-220	Bsa	M/G	Fo	Ld	Fr	Lpe	Lp	difuso	forte, abundante	fragmento de rocha alterada, nodulo de manganês	fissural
	2 Bw	220-268	Gr/Bsa	M/G	Md	Ma	F	Lpe	Lp	gradual e ondulado	forte, abundante		fissural, estrutural de empilhamento
	Ap	0-20	Bsa/Ban	M	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	difuso	forte, abundante	fragmento de rocha alterada	fissural, cavitária
P4	B nítico	20-127	Bsa/Ban	M	Fo/Md	D	Fr	Lpe	Lp	difuso	forte, abundante	fragmento de rocha alterada	fissural, cavitária
	Bw 1	127-170	Bsa/Gr	M	Md/Fr	Ld/MaFr	Lpe	Lp	difuso	fraca, pouco		fissural, estrutural de empilhamento	
	Bw 2	170-230	Bsa/Gr	M/P	Md/Md	Ld/MaFr	Lpe	Lp	difuso	fraca, pouco		fissural, estrutural de empilhamento	
	Bw 3	230-290	Bsa/Gr	M/P	Md/Fr	Ld/MaFr	Lpe	Lp	difuso	fraca, pouco	nódulo de manganês	fissural, estrutural de empilhamento	
	Ap	0-20	Bsa/Ban	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	difuso	comum, fraco	fragmento de rocha	fissural, cavitária
P5	B nítico	30-130	Bsa/Ban	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	abrupto e ondulado	forte, abundante		fissural, cavitária
	Linha de pedra	130-140	Bsa/Ban	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	abrupto e ondulado	forte, abundante	fragmento de rocha, nodulo de manganês	fissural
	2 B nítico	140-200	Bsa/Ban	G	Fo	D	Fr	Lpe	Lp	gradual	forte, abundante		fissural
	A	0-20	Bsa	P	Fr	Ld	Fr	Lpe	Lp	difuso	ausente	fragmento de rocha	fissural e cavitária
P6	B nítico 1	20-60	Bsa	P	Fr	Ld	Fr	Lpe	Lp	difuso	moderado, comum	fragmento de rocha	fissural e cavitária
	B nítico 2	60-120	Bsa	P	Fr	Ld	Fr	Lpe	Lp		moderado, comum	fragmento de rocha	fissural e cavitária

Estrutura¹: Tipo (Bsa = subangular, Ban = angular, Gr = granular); Tamanho (P = pequeno, M = médio, G = grande) e Desenvolvimento (Md = moderado, Fc = fraca, Fo = forte).

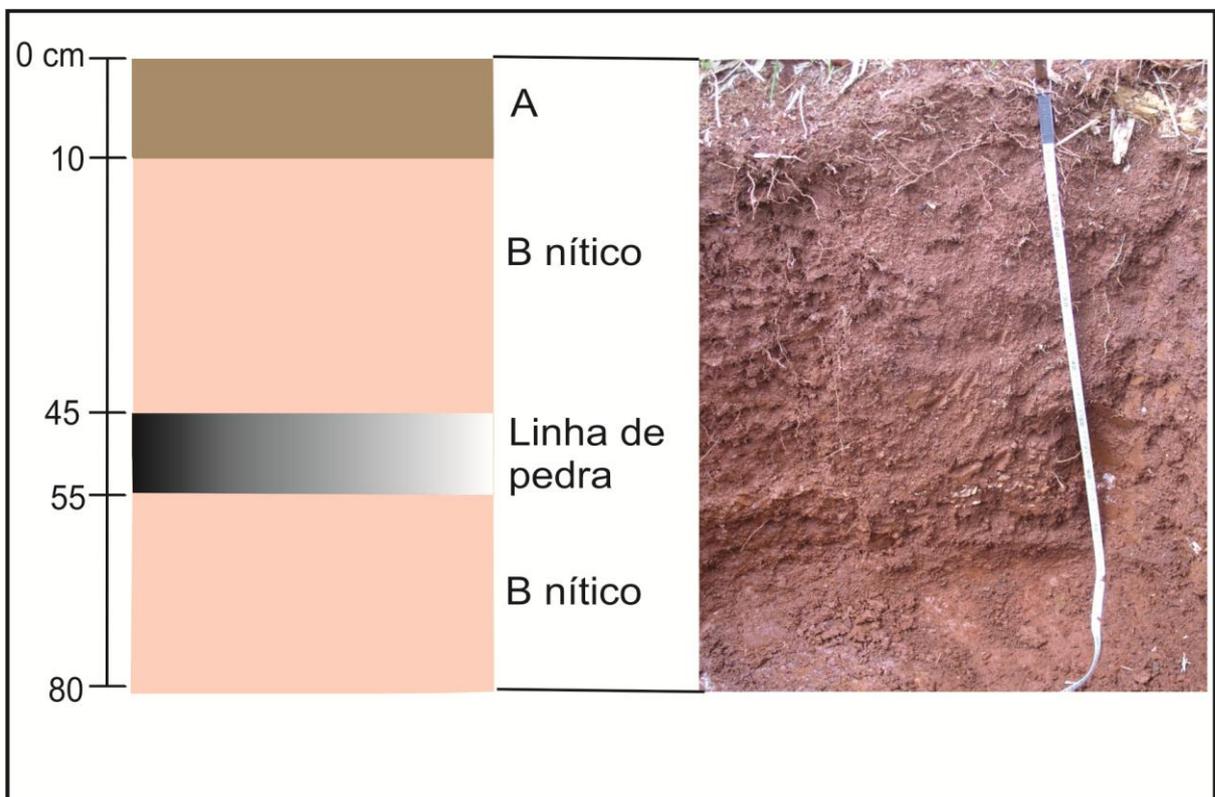
Consistência²: seca (Ld = Ligeramente dura, D = dura, Ma = macia); úmida (Friável, F = firme); e molhada (Lp = ligeiramente plástica, Lpe = ligeiramente pegajoso).

Perfil 1

O perfil foi classificado como um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico textura muito argilosa; ele está localizado no topo da vertente, correspondente ao interflúvio (topo do dique de diabásio), apresentando uma superfície mais plana com declividade de 5%. Nesse perfil foram identificados dois horizontes:

- Horizonte A: 0-10cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-grandes-fortemente desenvolvidos; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; presença de fragmento de rocha alterada, minerais e carvão; atividade biológica presente (formigas, vespas e raízes de gramíneas); transição difusa.

- Horizonte B nítico: 10-80cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-grandes-fortemente desenvolvidos; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; atividade biológica presente (formigas, vespas e raízes de gramíneas) e há presença de uma linha de pedra (fotografia 6 e 7) composta por minerais de calcedônia e quartzo provavelmente derivados por diferença de resistência ao intemperismo químico; transição gradual.



Perfil 1



Linha de pedra do perfil 1



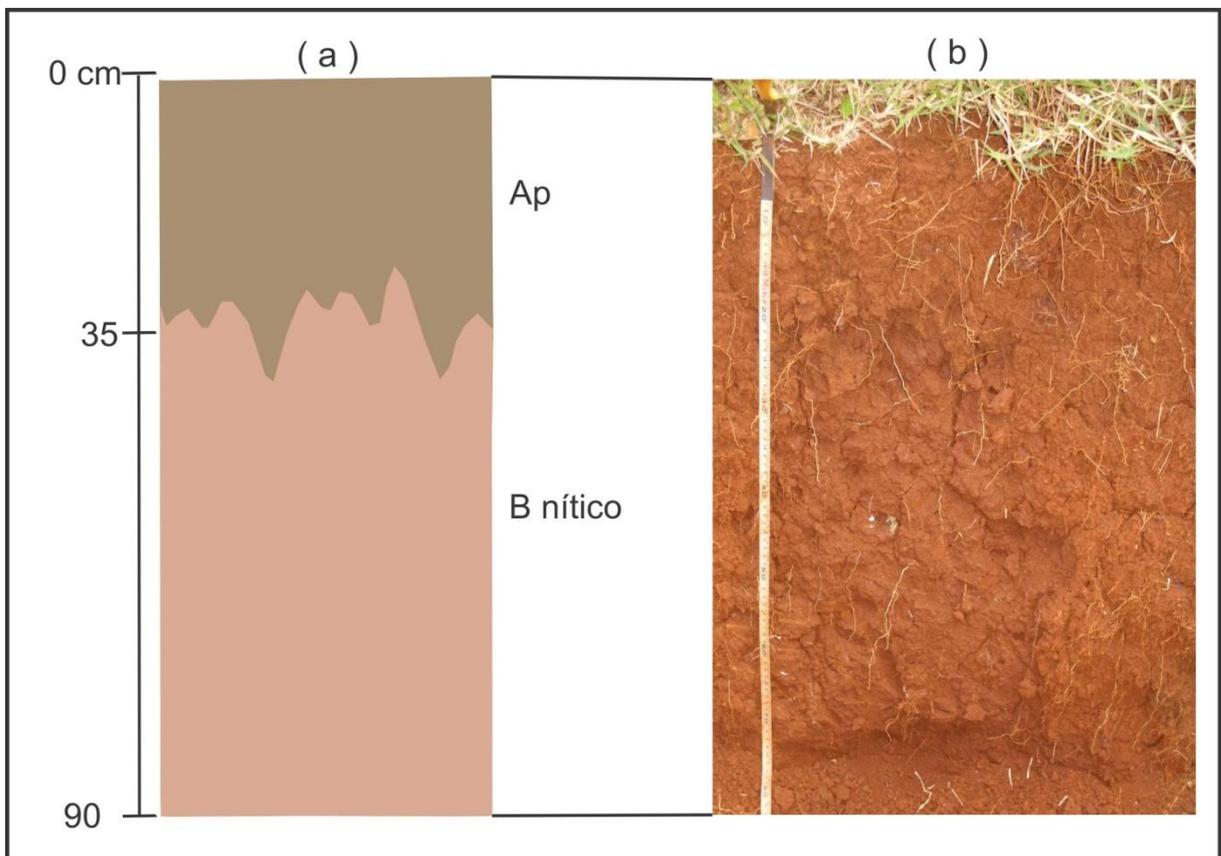
Mineral de quartzo que compõe a linha de pedra

Perfil 2

O perfil 2 foi classificado como um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico textura muito argilosa; ele está localizado na base de um afloramento rochoso e possui 25% de declividade, sendo uma área bastante íngreme. Foram identificados dois horizontes:

-Horizonte A: 0-35cm; a cor identificada é bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-fracamente desenvolvidos-médios; porosidade grandes e comuns; cerosidade ausente; consistência dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; presença abundante de fragmento de rocha e minerais facetados; atividade biológica presente (cupins, formigas, raízes de gramíneas); transição gradual.

-Horizonte B nítico: 35-90cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argiloso; estrutura em blocos subangulares-fortemente desenvolvidos-grandes; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; apresenta fragmento de carvão e menor frequência de rocha alterada em relação ao horizonte A; atividade biológica presente (raízes de gramíneas).



Perfil 2

Perfil 3

O perfil 3 foi classificado como um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico latossólico; ele está localizado no terço da vertente, possui 7% de declividade e apresenta o compartimento de maior comprimento e os solos mais profundos da topossequência. Foram identificados 6 horizontes:

-Horizonte Ap: 0-43cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares/angulares-fortemente desenvolvidos-grandes; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; presença de alguns fragmentos de rocha alterada; atividade biológica presente (formigas, raízes de cultura temporária); transição difusa.

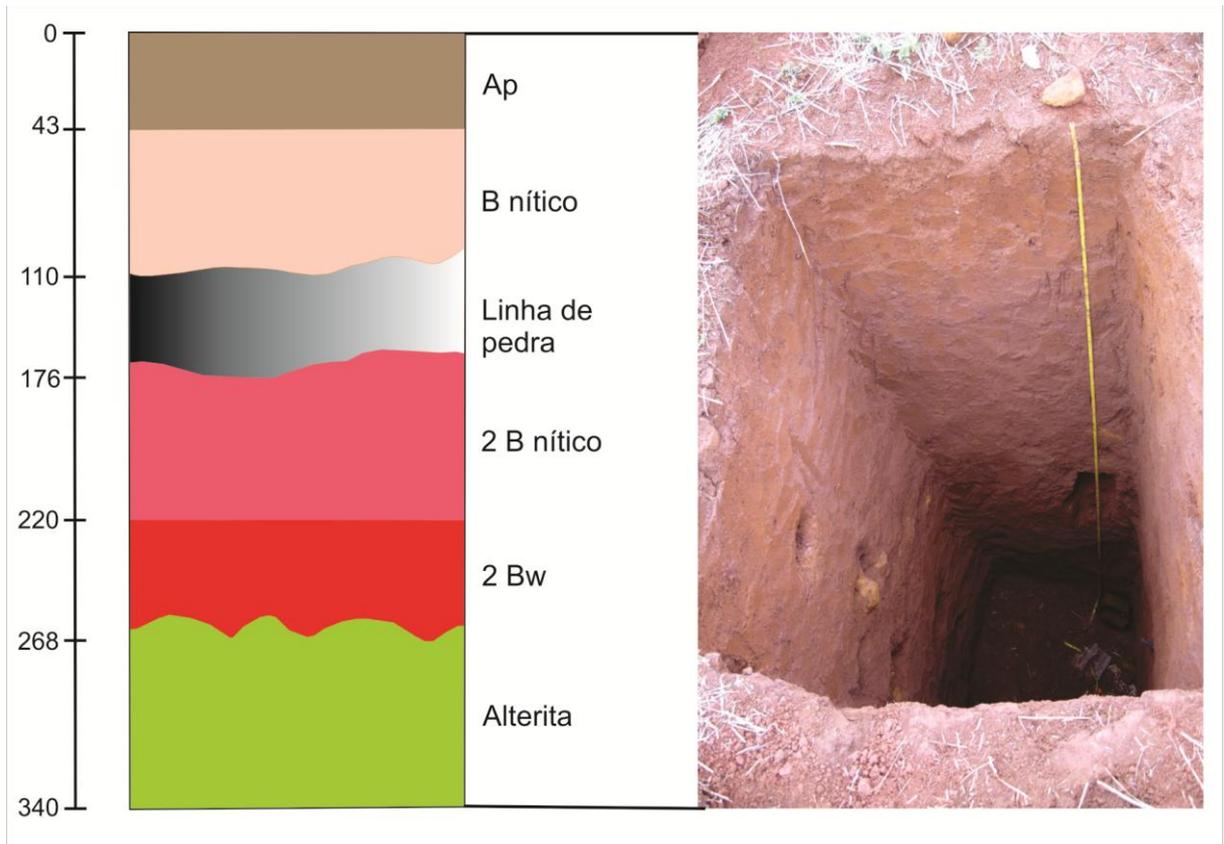
-Horizonte B nítico: 43-110cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares/angulares-fortemente desenvolvidos-grandes; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; presença de alguns fragmentos de rocha alterada; atividade biológica presente (formigas, raízes de cultura temporária); transição abrupta e ondulada.

- Linha de pedra: 110-176cm; a cor identificada para o material de solo é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4) e para a rocha em alteração é amarelo-brunado (10YR 6/6); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-moderadamente desenvolvidos-médios; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência macia e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; presença de fragmento e blocos de rocha alterada (50mm a 500mm) (fotografia 8, 9 e 10) e nódulo de manganês; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária); transição abrupta e ondulada.

- Horizonte 2 B nítico: 176-220cm; a cor identificada é vermelho-escuro (10R 3/6); ; textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-moderadamente desenvolvidos-médios; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência ligeiramente dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; presença de fragmento de rocha e nódulo de manganês; atividade biológica ausente; transição difusa.

- Horizonte 2 Bw: 220-268cm; a cor identificada é vermelho-escuro (10R 3/6); ; textura muito argilosa; estrutura primária é microagregada moderadamente desenvolvida-média e estrutura secundária em blocos subangulares-moderadamente desenvolvidos-médios; porosidade pequenos e muitos; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência macia e firme; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; atividade biológica ausente; transição gradual e ondulada.

- Alterita: 268-340cm; a cor identificada é amarelo-brunado (10YR 6/6); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-fracamente desenvolvidos-pequenos; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade fraca-pouco; atividade biológica ausente.



Perfil 3

Perfil 4

O perfil 4 (Fig. 12) foi classificado como um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico latossólico; ele está a 100m a jusante do perfil 3, possui 5% de declividade, apresenta um dos seguimentos mais uniformes da topossequência, com solos mais desenvolvidos e profundos. Nesse perfil foram identificados seis horizontes:

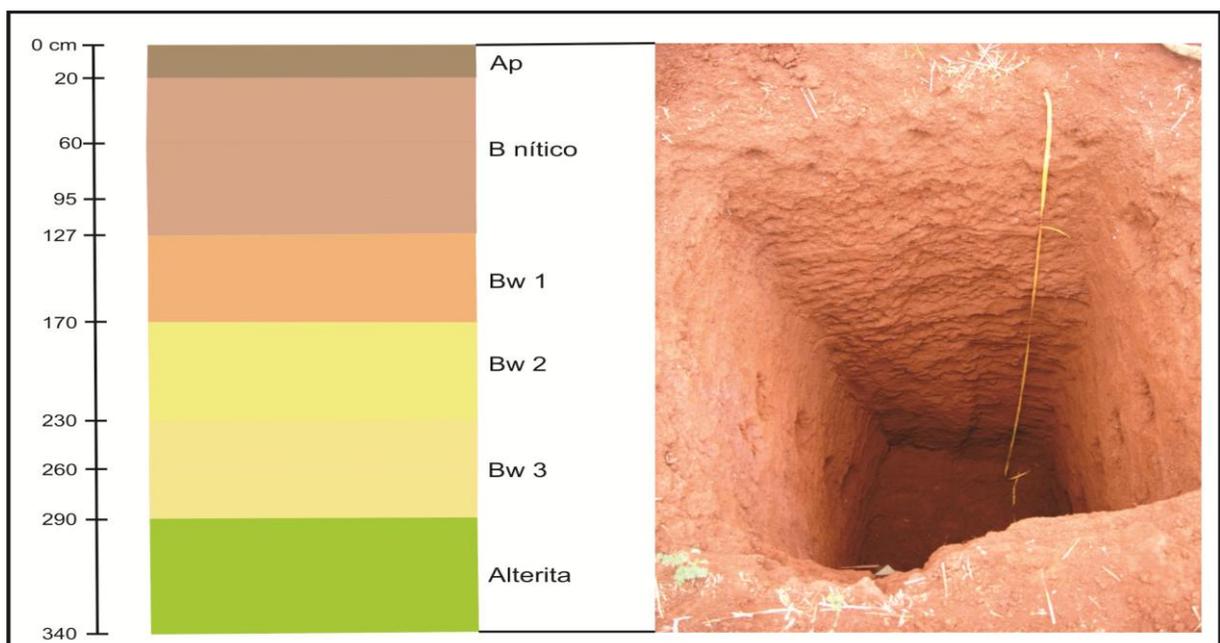
- Horizonte Ap: 0-20cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares/angulares-fortemente desenvolvidos-médios; ; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástico; presença de fragmento de rocha alterada milimétrico; atividade biológica presente (formigas, larvas de besouro e raízes de cultura temporária); transição difusa.
- Horizonte B nítico: 20-127cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares/angulares-fortemente desenvolvidos-médios; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente plástica; raros fragmentos de rocha alterada; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária); transição difusa.

- Horizonte Bw1: 127-170cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura predominante em blocos subangulares-moderadamente desenvolvidos-médios e estrutura secundária granular (microagregada)-fracamente desenvolvida- pequena; porosidade pequenos e muitos; apresenta cerosidade fraco-pouco; consistência ligeiramente dura/macia e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária); transição difusa.

- Horizonte Bw2: 170-230cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura primária em microagregados-moderadamente desenvolvidos-médios e estrutura secundária blocos subangulares-fracamente desenvolvidos-pequenos; porosidade pequenos e muitos; apresenta cerosidade fraca-pouco; consistência ligeiramente dura/macia e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária); transição difusa.

-Horizonte Bw3: 230-290cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura primária em microagregados-moderadamente desenvolvidos-médios e estrutura secundária em blocos subangulares-fracamente desenvolvidos-pequenos; porosidade pequenos e muitos; apresenta cerosidade fraca-pouco; consistência ligeiramente dura/macia e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; presença de nódulo de manganês; atividade biológica ausente; transição difusa.

- Alterita: 290-340cm; a cor identificada é amarelo-brunado (10YR 6/6); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-fracamente desenvolvidos-pequenos; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade fraca-pouco; atividade biológica ausente.



Perfil 4 e seus 6 horizontes identificados

Perfil 5

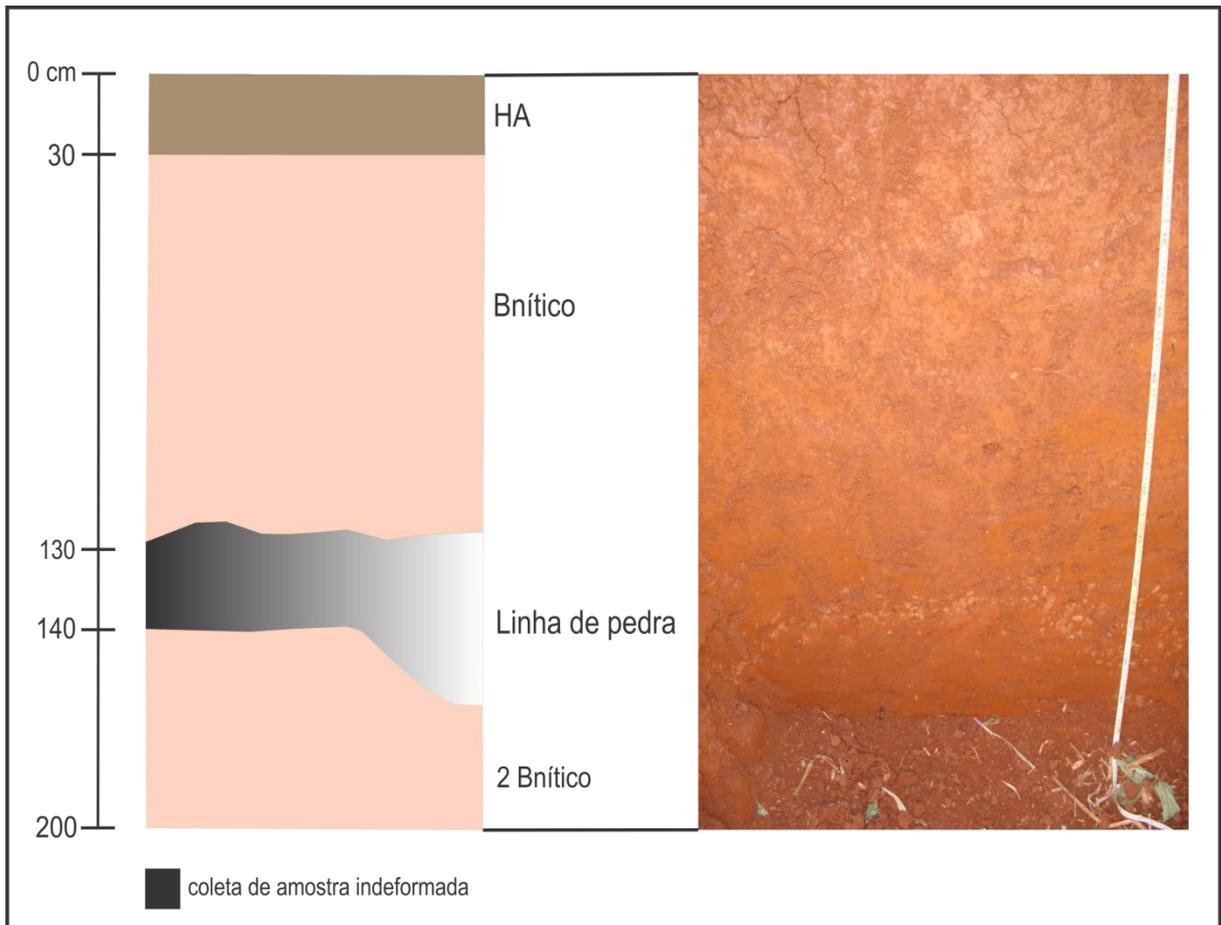
O perfil 5 foi classificado como um NITOSSOLO VERMELHO Eutroférico textura muito argilosa; ele está localizado próximo a um afloramento de rocha e possui 5% de declividade. Foram identificados quatro horizontes:

- Horizonte Ap: 0-30cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares/angulares-fortemente desenvolvidos-médios; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade comum-fraca; consistência dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; presença de fragmento de rocha milimétrico alterada; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária); transição difusa.

- Horizonte B nítico: 30-100cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares/angulares-fortemente desenvolvidos-grandes; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária); transição abrupta e ondulada.

- Linha de pedra: 130-140cm; a cor identificada para o material de solo é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4) e para a rocha em alteração é amarelo-brunado (10YR 6/6); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-fortemente desenvolvidos-grandes; porosidade grandes e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; presença de fragmento de rocha, rocha alterada (5mm a 50mm) (fotografia 11 e 12) e nódulo de manganês; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária); transição abrupta e ondulada.

- Horizonte 2 B nítico: 140-200cm; a cor identificada é vermelho-escuro (10R 3/6); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares/angulares moderadamente desenvolvidos-grandes; porosidade médio e comuns; apresenta cerosidade forte-abundante; consistência dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; atividade biológica presente (raízes de cultura temporária).



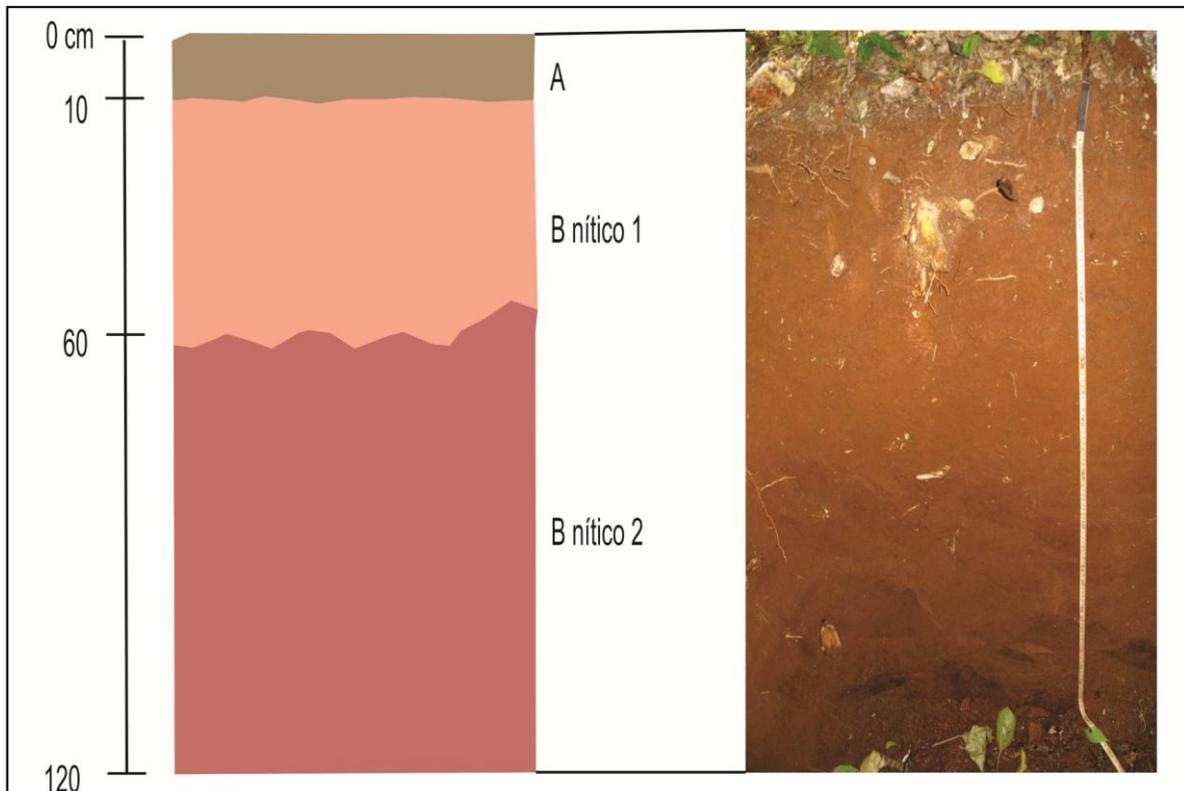
Perfil 5

Perfil 6

O perfil 6 foi classificado como um NITOSSOLO VERMELHO Tb Eutroférico; ele está localizado próximo a um afloramento de rocha e no sopé da vertente, e possui 8% de declividade. Foram identificados 3 horizontes:

- Horizonte A: 0-10cm: a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/2); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-fracamente desenvolvidos-pequenos; porosidade médios e comuns; cerosidade ausente; consistência ligeiramente dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; presença de fragmento de rocha; atividade biológica presente (raízes de árvores); transição difusa.
- Horizonte B nítico 1: 10-60cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura muito argilosa; estrutura em blocos subangulares-moderadamente desenvolvidos-pequenos; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade moderada-comum; consistência ligeiramente dura e friável; ligeiramente pegajoso e ligeiramente plástico; atividade biológica presente (raízes de árvores); transição difusa.

- Horizonte B nítico 2: 60-120cm; a cor identificada é vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4); textura argilosa; estrutura em blocos subangulares-moderadamente desenvolvidos-pequenos; porosidade médios e comuns; apresenta cerosidade moderada-comum; consistência ligeiramente dura e friável; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; atividade biológica rara (raízes de árvores); presença afloramento de água nesse perfil.



Perfil 6

DESCRIÇÃO MICROMORFOLÓGICA

Perfil 1 – Micromorfologia

Horizonte AP – esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares à angulares, fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta. O material grosso varia de 0,7mm- 100mm, anhedral composto por calcedônia, quartzo e nódulo de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argila. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada), salpicada e indiferenciada. As feições pedológicas presentes são os nódulos típicos de ferro, revestimentos do tipo crescente microlaminado e preenchimento denso completo equivalendo a 10% da lâmina, composto por argilas. Os tipos de poros presentes são os de fissuras (predominante), cavidades mamelonares e câmaras.

Horizonte B nítico com presença de linha de pedra – apresenta agregados fortemente desenvolvidos e não acomodados, distribuição relativa porfírica aberta fissurada e pedalidade fracamente desenvolvida. O material grosso varia de 0,6mm – 60mm, subhedral e anhedral compostos por calcedônia, quartzo e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas, e a distribuição relativa é porfírica aberta fissurada. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma salpicada. As feições pedológicas presentes são nódulos de óxido de ferro, depleção de ferro, revestimento típico nas paredes dos agregados provavelmente originada por esforços entre agregados (stress), equivalendo a 10% da lâmina. Os poros presentes são predominantemente do tipo fissural.

Perfil 2 – Micromorfologia

Horizonte A – esse horizonte não apresenta microestrutura tendo um aspecto “maciço” com pedalidade fracamente desenvolvida, não acomodada, distribuição relativa porfírica aberta. O material grosso varia de 0,5mm- 20mm, anhedral composto por calcedônia, quartzo, nódulo de óxido de ferro e fragmento de rocha. O material fino é vermelho escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma salpicada. A feição pedológica identificada são os nódulos típico de óxido de ferro. Os poros presentes são os de fissuras (predominante) e raras cavidades.

Horizonte B nítico – esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares fortemente desenvolvidos e não acomodados, distribuição relativa porfírica aberta fissurada e pedalidade fracamente desenvolvida. O material grosso varia de 0,3mm – 0,08mm, subhedral e anhedral compostos por quartzo, nódulo de óxido de ferro e fragmento de rocha. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas (caulinitas e hidróxido de ferro), a distribuição relativa é porfírica aberta. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma salpicada e estriada (granoestriada). As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos típicos (figura 20 – D e F) e preenchimento denso completo composto por ferri-argilãs (figura 19) , equivalendo a 20% da lâmina. Os poros presentes são os de fissura e cavidades mamelonares.

Perfil 3 – Micromorfologia

Horizonte Ap: esse horizonte apresenta microestrutura em blocos angulares, fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada. O material grosso varia de 0,02 – 1,5 mm, anhedral composto por quartzo e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma salpicada, estria (granoestriada, paralela). As feições

pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos do tipo crescente microlaminado e preenchimento denso completo, equivalendo a 5% da lâmina. Os tipos de poros presentes são os fissurais (predominante) e cavidades mamelonares.

Horizonte B nítico: esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta. O material grosso varia de 0,02mm – 0,41mm, anhedral composto por quartzo, nódulo de ferro e fragmento de rocha. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada, cruzada e paralela), salpicada e indiferenciada. As feições pedológicas presentes são os nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos típicos sem laminação, hiporrevestimento e preenchimento denso completo, equivalendo 25% da lâmina. Os tipos de poros presentes são fissurais, câmaras e cavidades mamelonares e policoncâvas.

Linha de pedra: essa camada apresenta microestrutura em blocos moderadamente desenvolvidos, parcialmente acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada. O material grosso varia de 0,03mm – 10,1mm, subhedral composto por quartzo, nódulo de óxido de ferro e fragmento de rocha não alterado e alterado. O material fino é vermelho escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada e monoestriada) e indiferenciada. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de ferro, revestimentos típicos sem laminação, hiporrevestimento, preenchimento denso completo e incompleto equivalendo a 15% da lâmina. Os poros presentes são fissurais, câmara e cavidade mamelonar.

Horizonte 2 B nítico: esse horizonte apresenta microestrutura fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada (predominante) e algumas zonas enáulica. O material grosso varia de 0,03mm – 0,8mm, anhedral composto por quartzo e nódulo de ferro. O material fino é vermelho escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada, poroestriada e paralela) e indiferenciada. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos típicos sem laminação, preenchimento denso completo e incompleto, equivalendo a 20%. Os poros presentes são fissurais, câmaras, cavidades mamelonares e policoncâva

Horizonte 2 Bw: esse horizonte apresenta microestrutura granular poliédrico (predominante) e em bloco subangular, fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa enáulica-porfírica aberta. O material grosso varia de 0,2mm – 1mm, anhedral e subhedral compostos por quartzo, nódulo de óxido de ferro. O material fino é

vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada) e salpicada. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro. Os poros presente são de empilhamento composto.

Alterita: essa camada apresenta microestrutura em blocos subangulares, fracamente desenvolvidos, parcialmente acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta. O material grosso varia de 0,2mm – 3 cm, subhedral composto por quartzo, nódulo de óxido de ferro e minerais de rocha alterada. O material fino é vermelho escuro a amarelo composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada). As feições pedológicas presentes são nódulos de ferro, revestimentos típicos, hiporrevestimento, equivalendo a 5% da lâmina e depleção de ferro. Os poros presentes são fissurais e câmaras.

Perfil 4 – Micromorfologia

Horizonte Ap: esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares, moderadamente desenvolvidos, parcialmente acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada. O material grosso varia de 0,03mm – 0,9mm, anhedral composto por quartzo, nódulo de óxido de ferro e fragmento de diabásio. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada, poroestriada) e salpicada. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos típicos, crescente e microlaminado, hiporrevestimento, preenchimento denso completo, equivalendo a 20% da lâmina. Os poros presentes são fissurais, câmaras e cavidades mamelonares.

Horizonte B nítico: esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada. O material grosso varia de 0,02mm – 11mm, anhedral composto por quartzo e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada, monoestriada, poroestriada), salpicada e indiferente. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos do típico não laminado, preenchimento denso completo, equivalendo a 25% da lâmina. Os tipos de poros presentes são fissuras, câmaras e cavidades mamelonares e policoncâvas.

Horizonte Bw: esse horizonte apresenta microestrutura granular (predominante) e alguns blocos subangulares fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa pórfirico-enáulica. O material grosso varia de 0,03 – 0,8 mm, anhedral composto por quartzo e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas.

A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (monoestriada, indiferenciada) e salpicada. As feições pedológicas presentes são os nódulos típico de óxido de ferro. Os tipos de poros presentes são fissurais e empilhamento composto.

Alterita: esse horizonte apresenta microestrutura em blocos angulares (formas das rochas em alteração) fracamente desenvolvido, acomodado, com distribuição relativa porfírico-enáulica. O material grosso varia de 0,02 – 200 mm, anhedral composto por quartzo e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de indiferenciada. As feições pedológicas presentes são as depleções de ferro e nódulos de óxido de ferro. Os tipos de poros presentes são fissuras, empilhamento composto, fissuras e câmaras.

Perfil 5 – Micromorfologia

Horizonte B nítico: esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares fortemente desenvolvidos, não acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada. O material grosso varia de 0,04mm – 25mm, anhedral composto por quartzo e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma indiferenciada. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos típicos e crescente laminado, hiporrevestimento, preenchimento denso completo, incompleto, equivalendo a 20% da lâmina

Linha de pedra: essa camada apresenta microestrutura em blocos subangulares, moderadamente desenvolvidos, parcialmente acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada. O material grosso varia de 0,05mm – 30mm, subhedral, anhedral compostos por quartzo, fragmento de rocha e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma indiferenciada. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de ferro, revestimentos típicos sem laminação, preenchimento denso incompleto, completo, equivalendo a 5% da lâmina. Os poros presentes são fissuras e cavidades mamelonares.

Horizonte 2 B nítico: esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares, moderadamente desenvolvidos, parcialmente acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta fissurada. O material grosso varia de 0,03mm – 60mm, subhedral, anhedral compostos por quartzo e fragmento de rocha. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma indiferenciada. As feições pedológicas presentes são nódulos típico de óxido de ferro, revestimentos típicos sem laminação, preenchimento

denso incompleto, completo equivalendo a 20% da lâmina. Os poros presentes são fissuras, câmaras e cavidades mamelonares.

Perfil 6 – Micromorfologia

Horizonte A – esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares, fracamente desenvolvidos, acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta. O material grosso varia de 0,02mm – 0,9mm, anhedral composto por quartzo, calcedônia e nódulo de óxido de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente é ausente. As feições pedológicas são nódulos típico de óxido de ferro. Os poros presentes são fissurais.

Horizonte B nítico 1 - esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares moderadamente desenvolvidos, parcialmente acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta e enáulica. O material grosso varia de 0,03mm – 0,5mm, anhedral composto por quartzo, calcedônia e nódulo de ferro. O material fino é vermelho-escuro, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada), salpicada e indiferenciada. As feições pedológicas são nódulos típicos de óxido de ferro e revestimento típico sem laminação equivalendo a 10% da lâmina. Os tipos de poros presentes são fissuras, cavidade mamelonares e empilhamento composto.

Horizonte B nítico 2 - esse horizonte apresenta microestrutura em blocos subangulares, moderadamente desenvolvidos, parcialmente acomodados, com distribuição relativa porfírica aberta - enáulica. O material grosso varia de 0,04mm – 15 mm, subhedral e anhedral compostos por quartzo, calcedônia e nódulo de ferro. O material fino é vermelho-escuro a amarelo, composto por argilas. A fábrica birrefringente apresenta-se na forma de estria (granoestriada), salpicada e indiferenciada. As feições pedológicas são nódulos típico de óxido de ferro, revestimento típico sem laminação, equivalendo a 5% da lâmina e feições de depleção de óxido de ferro. Os tipos de poros presentes são fissuras, câmaras, cavidades mamelonares e empilhamento simples.