



DIEGO SULLIVAN DE JESUS ALVES

**“EVENTOS PEDOGENÉTICOS AFETANDO DEPÓSITOS DA
FORMAÇÃO MARÍLIA (NEOCRETÁCEO) NO MUNICÍPIO DE
CAMPINA VERDE (MG)”**

CAMPINAS

2014



NÚMERO: 239/2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

DIEGO SULLIVAN DE JESUS ALVES

**“EVENTOS PEDOGENÉTICOS AFETANDO DEPÓSITOS DA FORMAÇÃO MARÍLIA
(NEOCRETÁCEO) NO MUNICÍPIO DE CAMPINA VERDE (MG)”**

ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO SERGIO BERNARDES LADEIRA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA AO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DA UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM GEOGRAFIA NA
ÁREA DE ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL**

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO DIEGO SULLIVAN DE
JEUS ALVES E ORIENTADO PELO PROF. DR. FRANCISCO SERGIO
BERNARDES LADEIRA**

CAMPINAS

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Cássia Raquel da Silva - CRB 8/5752

AL87e Alves, Diego Sullivan de Jesus, 1988-
Eventos pedogenéticos afetando depósitos da Formação Marília (Neocretáceo) no município de Campina Verde (MG) / Diego Sullivan de Jesus Alves. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Francisco Sergio Bernardes Ladeira.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Paleopedologia - Triângulo Mineiro (MG). 2. Solos - Formação. I. Ladeira, Francisco Sergio Bernardes Ladeira, 1965-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Pedogenetic events affecting deposits of Marília Formation (Late Cretaceous) in the municipality of Campina Verde (MG)

Palavras-chave em inglês:

Paleopedology - Triângulo Mineiro (MG)

Soils - Formation

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Mestre em Geografia

Banca examinadora:

Francisco Sergio Bernardes Ladeira [Orientador]

Alessandro Batezelli

José Alexandre de Jesus Perinotto

Data de defesa: 29-08-2014

Programa de Pós-Graduação: Geografia



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

AUTOR: Diego Sullivan de Jesus Alves

"Eventos Pedogenéticos Afetando Depósitos da Formação Marília (Neocretáceo) no Município de Campina Verde (MG)".

ORIENTADOR: Prof. Dr. Francisco Sergio Bernardes Ladeira

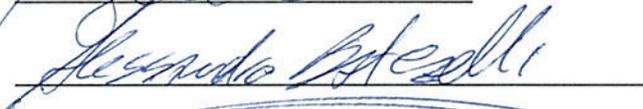
Aprovado em: 29 / 08 / 2014

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Regina Célia de Oliveira

 - Presidente

Prof. Dr. Alessandro Batezelli



Prof. Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto



Campinas, 29 de agosto de 2014.

Dedico este trabalho à minha mãe Luzia Maria de Jesus
e ao meu irmão Omar Wesley de Jesus Alves

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Francisco Sergio Bernardes Ladeira pela orientação durante o desenvolvimento de projeto.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro mediante a concessão da bolsa de estudos (Processo 2012/02587-6).

Ao professor Dr. Alessandro Batezelli e o mestrando Rafael Vásquez Doce pela companhia e inestimável colaboração nos trabalhos de campo.

À doutoranda Roberta Marquezi Bueno pela ajuda na descrição micromorfológica das lâminas delgadas.

À técnica Lucia Helena dos Santos Carvalho do Laboratório de Geoquímica Analítica, pelo apoio na preparação das amostras para as análises de fluorescência de raios X, e também, a agradável companhia durante todo este processo.

À minha querida mãe Luzia Maria de Jesus e irmão Omar Wesley de Jesus Alves, pelo amor, carinho e companheirismo.

Gostaria de deixar meus sinceros agradecimentos a todos que participaram, diretamente ou indiretamente, à realização deste trabalho.

“Quem acha vive se perdendo”.

Noel Rosa



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**“EVENTOS PEDOGENÉTICOS AFETANDO DEPÓSITOS DA FORMAÇÃO MARÍLIA
(NEOCRETÁCEO) NO MUNICÍPIO DE CAMPINA VERDE (MG)”**

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Diego Sullivan de Jesus Alves

A presente pesquisa tem como objetivo caracterizar os paleossolos da Formação Marília (Neocretáceo) no município de Campina Verde, região do Triângulo Mineiro, estado de Minas Gerais, e identificar as condições de formação durante a origem e desenvolvimento dos eventos pedogenéticos. A Formação Marília aflora em partes dos estados de São Paulo, Minas Gerais (região do Triângulo Mineiro), Mato Grosso do Sul e Goiás. É caracterizada por arenitos, conglomerados e argilitos/siltitos, com frequente ocorrência de calcretes e silcretes. Foi depositada sob uma associação de sistemas de leques aluviais de regimes torrenciais, fluviais e lacustres efêmeros, ou ainda, como um antigo sistema de lençóis de areia eólica. Foi realizado o reconhecimento dos paleossolos em três pontos distintos (Bastos 1, 2 e Capela), a partir das descrições macromorfológicas e análises laboratoriais (micromorfológicas, fluorescência de raios X, e difração por raios X). Conforme os resultados obtidos, identificaram-se associações verticais entre paleossolos e depósitos sedimentares, os quais representam, respectivamente, períodos de estabilidade e instabilidade das superfícies. Em geral, ocorrem horizontes carbonáticos, comumente apresentando marcas de raízes e, pontualmente, associados à formação de calcretes e estruturas pedológicas, que evidenciam alto grau de desenvolvimento pedogenético. As estimativas de paleoprecipitação revelaram valores entre 308 mm/ano (horizonte calcretizado, Cca) e 1117 mm/ano (horizonte C/R). Constatou-se a predominância de palygorskita nos perfis de paleossolos, que é normalmente associada a ambientes secos e quentes, e especificamente no Bastos 1 (PP1), foi verificada a presença de goethita, geralmente encontrada em solos altamente intemperizados, sob climas úmidos. Conclui-se que o clima semiárido prevaleceu durante a formação dos paleossolos e calcretes, com uma média de aproximadamente 530 mm anuais, marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações. O PP1 (Bastos 1) que registrou valores acima dos 1000 mm/ano sugerem condições de intenso intemperismo (CIA-K acima de 90), determinantes na remoção de bases por lixiviação, e que impediam a cimentação por carbonato de cálcio na matriz. Esses valores de paleoprecipitação não são decorrentes de fatores relativos à sazonalidade, mas estão associados a mudanças climáticas regionais, baseadas em ambientes com condições de maior umidade disponível.

Palavras-chave: Paleossolos; Formação Marília; Campina Verde.



UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

**PEDOGENETIC EVENTS AFFECTING DEPOSITS OF MARÍLIA FORMATION
(LATE CRETACEOUS) IN THE MUNICIPALITY OF CAMPINA VERDE (MG)**

ABSTRACT

Masters Degree

Diego Sullivan de Jesus Alves

This present research aims to characterize the paleosols of Marília Formation (Bauru Group) in Campina Verde, region of Triângulo Mineiro, in Minas Gerais, and identify the formation conditions during the origin and development of pedogenetic events. The Marília Formation outcrops in parts of the states of São Paulo, Minas Gerais (Triângulo Mineiro), Mato Grosso do Sul e Goiás. It's characterized by sandstones, conglomerates and mudstones/siltstones with frequent occurrence of calcretes and silcretes. It was deposited under an association of alluvial fans from torrential regimes, ephemeral fluvial and lacustrine systems, or even as an ancient system of aeolian sand sheet. Recognition of paleosols was carried out at three different points (Bastos 1, 2 and Capela), from macromorphological descriptions and laboratory analyzes (micromorphological, X-ray fluorescence and X-ray diffraction). Accordingly to the results, vertical associations were identified between paleosols and sedimentary deposits, which represent periods of stability and instability of surfaces, respectively. In general, carbonate horizons occurs, usually showing traces of roots and occasionally associated with formation of calcretes and pedological structures, which show a high degree of pedogenetic development. Estimates of paleoprecipitation revealed values between 308 mm/year (calcretized horizon, Cca) and 1117 mm/year (horizon C/R). It was verified a predominance of palygorskite in paleosol profiles, which is normally associated with hot and dry conditions, and, specifically in Bastos 1 (PP1), was observed the presence of goethite, usually found in highly weathered soils in humid climates. We concluded that the semi-arid climate prevailed during the formation of paleosols and calcretes, with an average of about 530 mm annual, marked by scarcity, irregularities and concentrations of precipitations. The PP1 (Bastos 1) which recorded values above 1000 mm/year suggest intense weathering conditions (CIA-K above 90) which are determinant bases removal by leaching and preventing the calcium carbonate cementation in the matrix. These paleoprecipitation values are not due to factors related to seasonality, but are associated with regional climate change based in environment with conditions of higher moisture available.

Keywords: Paleosols; Marília Formation; Campina Verde.

SUMÁRIO

RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
LISTA DE FIGURAS	xix
LISTA DE TABELAS	xxi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Área de estudos.....	2
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo geral.	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. JUSTIFICATIVA	5
4. MATERIAIS E MÉTODOS	7
4.1 Levantamento bibliográfico.....	7
4.2 Fase pré-campo.....	7
4.3 Trabalhos de campo.....	7
4.4 Análises laboratoriais.....	8
4.4.1 Fluorescência de raios X.....	8
4.4.2 Micromorfologia dos paleossolos	9
4.4.3 Difração por raios X.	10
5. CONCEITOS BÁSICOS	11
5.1 Paleossolos.....	11
5.2 Calcretes.	12
5.2.1 Micromorfologia de calcretes: associações microtexturais <i>alfa e beta</i>	13
6. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO	17
6.1 Bacia Bauru.	17
6.2 Formação Marília.	19
6.2.1 Características litológicas.....	19
6.2.2 Ambiente deposicional.....	20
6.2.3 Registros de paleossolos	21

6.3 Paleoclima do Cretáceo.	26
7. RESULTADOS	29
7.1 Macromorfologia dos paleossolos	29
7.1.1 Ponto Bastos 1.	29
7.1.2 Ponto Bastos 2.	32
7.1.3 Ponto Capela.	34
7.2 Micromorfologia dos paleossolos.....	38
7.2.1 Ponto Bastos 1.	38
7.2.2 Ponto Bastos 2.	41
7.2.3 Ponto Capela.	42
7.3 Geoquímica dos paleossolos.....	46
7.3.1 Os principais óxidos e o intemperismo nos perfis do Bastos 1.....	46
7.3.2 Os principais óxidos e o intemperismo no perfil do Bastos 2.	50
7.3.3 Os principais óxidos e o intemperismo no perfil do Capela.	51
7.4 Identificação dos argilominerais.	52
7.5 Estimativas de paleoprecipitação em paleossolos.....	54
8. DISCUSSÃO	57
8.1 Interpretação das características paleopedológicas dos paleossolos da Formação Marília. 57	
8.2 Interpretação das características geoquímicas dos paleossolos.....	60
9. CONCLUSÃO	63
10. REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE 1	79
APÊNDICE 2	87
GLOSSÁRIO	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do município de Campina Verde (MG).....	2
Figura 2 – Associação microtextural do tipo <i>alfa e beta</i>	15
Figura 3 – Área de abrangência da Bacia Bauru.	18
Figura 4 – Representação do paleoclima para o Neocretáceo	27
Figura 5 – Ponto Bastos 1, perfis de paleossolos da Formação Marília, Campina Verde (MG)....	30
Figura 6 – Marcas de raízes associadas a halos de oxi-redução.....	31
Figura 7 – Estratificações cruzadas acanaladas pouco alteradas pela pedogênese	32
Figura 8 – Ponto Bastos 2, perfis de paleossolos da Formação Marília, Campina Verde (MG)....	33
Figura 9 – Clastos intraformacionais no horizonte Cca2.....	34
Figura 10 – Ponto Capela, perfis de paleossolos associados a depósitos da Formação Marília, Campina Verde (MG).....	36
Figura 11 – Calcretes nodulares em horizonte Cca1, no Ponto Capela, perfil da paleossolo 5.....	37
Figura 12 – Fotomicrografias do Ponto Bastos 1.	39
Figura 13 – Fotomicrografias do Ponto Bastos 2.	42
Figura 14 – Fotomicrografias do Ponto Capela.....	44
Figura 15 – Relações moleculares do Ponto Bastos 1.	48
Figura 16 – Relações moleculares do Ponto Bastos 2.	50
Figura 17 – Relações moleculares do Ponto Capela.....	52
Figura 18 – Padrões da difração de raios X, exibindo a interpretação dos argilominerais.....	53
Figura 19 – Cálculos de CIA-K e paleoprecipitação	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista dos autores que identificaram paleossolos na Formação Marília	25
Tabela 2 - Relações Molares dos perfis Bastos 1, 2 e Capela.	49

1. INTRODUÇÃO

A Formação Marília é uma unidade litoestratigráfica pertencente ao Grupo Bauru (Neocretáceo), o qual possui registros documentados de paleossolos nos estados de São Paulo, Minas Gerais (região do Triângulo Mineiro) e Goiás e Mato Grosso do Sul. Tais paleossolos refletem períodos de estabilidade ou não-deposição e a preponderância dos processos pedogenéticos.

A Formação Marília é caracterizada por arenitos, conglomerados e argilitos/siltitos, com significativa ocorrência de calcretes (BARCELOS, 1984; BATEZELLI, 2003). Foi depositada mediante a associação de sistemas de leques aluviais de regimes torrenciais, fluviais e lacustres efêmeros (BARCELOS, 1984; FULFARO; BARCELOS, 1993; FERNANDES; COIMBRA, 2000; GOLDBERG; GARCIA, 2000), e por um sistema de lençóis de areia eólica representado pela periodicidade de episódios de sedimentação (depósitos arenosos com marcas onduladas eólicas) e desenvolvimento de solos (DAL' BÓ, 2008; BASILICI; DAL' BÓ; LADEIRA, 2009). É datada de idade Maastrichtiano no período Neocretáceo, conforme a ocorrência de fósseis do gênero *Aeolosaurus* sp. da Família Titanosauridae (SANTUCCI; BERTINI, 2001), e o conteúdo de ostracodes e carófitas (DIAS-BRITO et al., 2001).

A maioria dos pesquisadores que trabalharam com o Cretáceo brasileiro, atribuiu paleoclima quente durante esse período geológico. As mudanças paleogeográficas foram relevantes para esse registro climático (DONNADIEU et al., 2006), e por baixos gradientes térmicos (AMIOT et al., 2004; DONNADIEU et al., 2006).

Os paleossolos, objeto deste estudo, são solos que se formaram em condições pretéritas, em antigas superfícies estáveis (ANDREIS, 1981; YAALON, 1990), e sua origem está vinculada a modificações físicas, químicas e biológicas que atuam nas rochas ou sedimentos na superfície da Terra (KRAUS, 1999).

Apesar da importância do estudo dos paleossolos na resolução de problemas estratigráficos, paleogeográficos e paleoclimáticos (ANDREIS, 1981), a temática carece de estudos no Brasil. Eventos pedogenéticos associados a processos sedimentares na Formação Marília já foram aventados, e têm gerado informações relevantes sobre os paleoambientes dessa unidade litoestratigráfica. No Triângulo Mineiro ocorrem afloramentos da Formação Marília com perfis

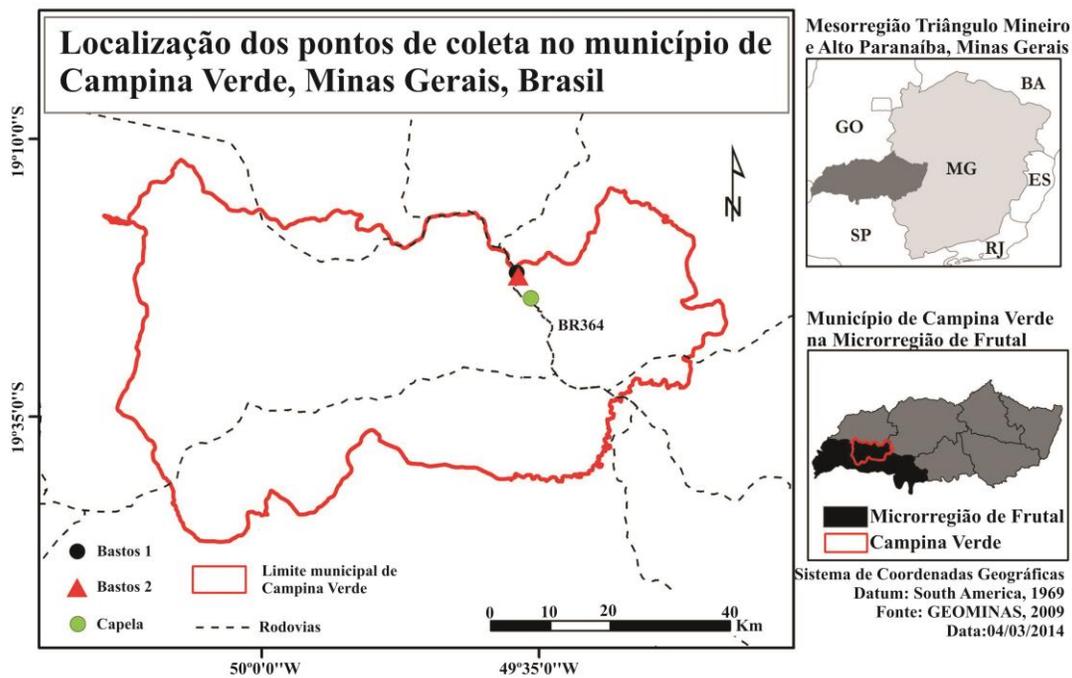
preservados de paleossolos e de fácil acesso, os quais ainda não foram incluídos e sistematizados na literatura paleopedológica.

Destarte, o presente trabalho realiza um estudo dos paleossolos da Formação Marília, em Campina Verde, na região do Triângulo Mineiro, a fim de conhecer a gênese desses eventos pedogenéticos distintos.

1.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida no município de Campina Verde (Figura 1), na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no estado de Minas Gerais. Os três afloramentos estudados estão situados nas margens da rodovia federal BR 364, no trecho que liga os municípios de Campina Verde e Gurinhatã. Os pontos estão localizados conforme as seguintes coordenadas geográficas: Bastos 1 (Perfis 1 e 2) longitudes $49^{\circ}37'0,94''$ W e latitudes $19^{\circ}22'2,92''$ S (557 m); Bastos 2 (Perfil 2) longitudes $49^{\circ}36'51,91''$ W e latitudes $19^{\circ}22'21,20''$ S (690 m); e Capela (Perfis 1 e 2) longitudes $49^{\circ}35'43,80''$ W e latitudes $19^{\circ}24'22,16''$ S (726 m).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Campina Verde (MG).



Fonte: GEOMINAS, 2014.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral dessa pesquisa é caracterizar os paleossolos da Formação Marília (Grupo Bauru), em Campina Verde (MG), e identificar as condições de formação durante a origem e desenvolvimento dos perfis pedológicos.

2.2 Objetivos específicos

(1) Definir os ciclos pedogenéticos que ocorreram nos afloramentos estudados;

3. JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa realiza um estudo dos paleossolos da Formação Marília em Campina Verde, uma vez que esta é uma área que ainda carece de pesquisas com enfoque paleopedológico. A interpretação dos resultados obtidos contribuirá para a caracterização das condições de formação dos perfis, no período final do Neocretáceo, e somará como referencial teórico a novas pesquisas, já que tal ação, até o momento, foi realizada em poucos municípios do Triângulo Mineiro.

A escolha desta região para o estudo deve-se ao fato de constituir uma área onde o registro sedimentar da Formação Marília encontra-se bem preservado e com boa exposição, em especial, dos perfis de paleossolos.

O estudo dos paleossolos é uma alternativa potencialmente apropriada para se realizar: a caracterização das condições climáticas do passado (PARRISH, 1998; SHELDON; TABOR, 2009), análises estratigráficas (WIRGHT, 1992a; KRAUS, 1999), reconhecimento de processos pedogenéticos (ANDREIS, 1981; RETALLACK, 1990; CAAT, 1990; WRIGHT, 1992b); e reconstruções paleoambientais (ANDREIS, 1981; RETALLACK, 1990; KRAUS, 1999; SHELDON; TABOR, 2009), especialmente na Formação Marília (MANZINI, 1999; DAL' BÓ, LADEIRA, 2006; BROLESI, 2007; BRIENZA, 2008; DAL' BÓ, 2008; BASILICI, DAL' BÓ; LADEIRA, 2009; DAL' BÓ; BASILICI; ANGELICA; LADEIRA, 2009; BASILICI; DAL' BÓ, 2010; DAL' BÓ; BASILICI, 2010; DAL BÓ; BASILICI; ANGELICA, 2010; FERNANDES, 2010; DAL' BÓ, 2011; DAL' BÓ; BASILICI, 2011; PAVIA JUNIOR, 2011; PRANDI, 2012; MAOSKI, 2012, DOCE, 2012).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico teve como objetivo: caracterizar a geologia e o paleoambiente/paleoclima da área de estudo; inteirar-se sobre o conceito de paleossolos e calcretes, e as diretrizes para identificação destes em campo; identificar os métodos pertinentes a paleopedologia para descrição e análise dos perfis de paleossolos.

4.2 Fase pré-campo

A fase pré-campo consistiu na localização da área de estudo, com o auxílio da carta topográfica de Campina Verde (FOLHA SE-22-Z-D-IV) (IBGE, 1970), mapas geológicos (publicados em artigos, dissertações e teses) e imagens de satélite, para a identificação dos afloramentos da Formação Marília de fácil acesso e com boa exposição.

4.3 Trabalhos de campo

Foram descritos cinco perfis em três pontos diferentes, localizados na rodovia BR-364, em um trecho que liga os municípios de Campina Verde e Gurinhatã, em Minas Gerais. No trabalho de campo foram escolhidos os afloramentos com as melhores exposições e condições de preservação dos perfis de paleossolos e das características geológicas e estratigráficas. Em seguida, foi feito o reconhecimento e distinção dos horizontes de solo, e, posteriormente, a descrição das características macromorfológicas dos paleossolos, como textura, estruturas pedogenéticas, bioturbações e transição (Apêndice 1). Para a localização geográfica dos pontos de trabalho utilizou-se o *Global Positioning System* (GPS). A definição das cores dos perfis foi realizada conforme a Carta de Cores Munsell para solos. Foram coletadas amostras para análises de granulométrica, fluorescência de raios X e difração de raios X e, também, amostras orientadas para a preparação das lâminas, voltadas às análises micromorfológicas. Por fim, foram registradas uma sucessão de fotografias abrangendo os perfis estudados com o intuito de confeccionar, com o auxílio do software *CorelDraw X4*, uma seção dos afloramentos em questão.

4.4 Análises Laboratoriais

Os procedimentos analíticos descritos abaixo foram realizados nos laboratórios indicados, situados na Unicamp: as análises granulométricas (Laboratório de Solos, da Faculdade de Engenharia Agrícola); fluorescência de raios X (Laboratório de Geoquímica Analítica, do Departamento de Geologia de Recursos Naturais, do Instituto de Geociências); micromorfologia dos paleossolos (Laboratório de Laminação, do Departamento de Geologia de Recursos Naturais, do Instituto de Geociências) e difração por raios X (Laboratório de Quantificação Mineral, do Departamento de Geologia e Recursos Naturais, do Instituto de Geociências).

4.4.1 Fluorescência de raios X

Inicialmente foi realizada a preparação das amostras, baseada nas seguintes etapas: britagem, quarteamento e moagem.

Para a britagem, foi utilizado o Britador de Mandíbula, modelo II (Fritsch, Alemanha). Nesse procedimento, as amostras foram trituradas para a obtenção de um pó representativo a ser encaminhado ao quarteamento.

O quarteamento foi realizado com o auxílio de uma folha de papel manteiga colocado sobre uma bancada e uma régua limpa. Esse procedimento objetiva a homogeneização e divisão das amostras em porções de 50 a 80 g, peso ideal para a moagem.

A moagem foi feita no Moinho de Bolas Planetário, Pulverisette 5 (Fritsch, Alemanha). Esse procedimento permitiu a obtenção de um pó numa fração menor do que a da britagem.

Após a conclusão dessas etapas, as amostras foram submetidas à preparação das pastilhas prensadas e os discos de vidro, que posteriormente foram analisadas através do uso da técnica de fluorescência de raios X.

As pastilhas prensadas são utilizadas na determinação de elementos traço por fluorescência de raios X. Para esse procedimento, utilizou-se os seguintes reagentes e materiais: cera aglutinante Wax Powder (Hoechst, Alemanha); misturador Mixer/Mill 8000 (Spex CertiPrep, Inc., USA); prensa hidráulica Herzog HTP-40 (Alemanha).

Os discos de vidro são utilizados na identificação dos elementos maiores, por meio da fluorescência de raios X. Previamente a esse processo, é necessário realizar nas amostras um

método complementar na determinação dos elementos maiores, denominado de perda ao fogo, que é uma indicação grosseira da quantidade de voláteis na amostra, sobretudo, água e CO₂. A definição da porcentagem de perda ao fogo é executada para avaliar a proporção de água e dióxido de carbono na amostra por meio da calcinação em mulha à 1000 °C por 1½ hora. Finalizada a perda ao fogo (calcinação da amostra), iniciou-se a preparação dos discos de vidro a partir da fusão da amostra com um fundente (metaborato/tetraborato) para causar uma homogeneização completa dos grãos, eliminando o efeito mineralógico. Para esse procedimento, foram utilizados os seguintes materiais e reagentes: Spectroflux 100B (Johnson Matthey/USA), mistura de metaborato e tetraborato de lítio (80:20 p/p); solução de iodeto de lítio (250 g.L⁻¹); aparelho de Fusão Fluxy 300 (Claisse, Canadá); cadinhos e moldes de platina.

4.4.2 Micromorfologia dos paleossolos

As análises micromorfológicas têm como objetivo a caracterização dos perfis, especialmente das feições pedológicas (Apêndice 2). Foram coletadas amostras orientadas dos horizontes e de suas respectivas transições para serem submetidas à preparação das lâminas delgadas (3x30x50 mm).

A confecção das lâminas foi feita no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia de Recursos Naturais, no Instituto de Geociências, da Unicamp. Nesse procedimento utilizaram-se os seguintes reagentes e materiais: Araldite (M); Endurecedor (HY) 956; corante azul de metileno; Estufa de Secagem e Esterilização (Modelo 315 SE/FANEM); Policorte com refrigeração (Prazis COR-40); Unidade de bancada (GTS1/LOGITECH); Lixadeira/Politriz (Aropol 2v/AROTEC).

Inicialmente as amostras foram colocadas na estufa a 60 °C, para secagem, a fim de retirar toda a umidade contida nelas. Em seguida, foi feita a impregnação de Araldite (M) e corante azul de metileno. Então as amostras são submetidas ao lixamento, utilizando-se de uma politriz com lixas de carvão de silício e água. Depois disso, elas foram lavadas com escova e detergente. Os procedimentos de impregnação e lixamento são refeitos até se obter uma superfície plana. Novamente é feita a lavagem das amostras, e posteriormente, são encaminhadas à estufa para secar. Após esta etapa, as amostras são dispostas em uma chapa com plástico para dar início à colagem da lâmina de vidro, usando Araldite (M). As lâminas são levadas para estufa para

secagem da cola durante 30 a 45 minutos. A seguir, inicia-se o corte das lâminas para retirada do excesso de amostra, e desbaste com rebolos diamantado, até a espessura de 0,03 mm. O acabamento final é realizado na politriz. Por fim, para a proteção das amostras já com a espessura adequada nas lâminas, é colada uma lamínula de vidro.

A descrição das lâminas foi baseada nas proposições de Bullock et al. (1985) e Brewer (1964), que se referem à análise microscópica de amostras de solos em lâminas delgadas, ambas compiladas no trabalho de Castro (2008). Essa descrição foi realizada no Laboratório de Microtermometria (Laboratórios de Quantificação Mineral) do Departamento de Geologia de Recursos Naturais, do Instituto de Geociências, da Unicamp, com o auxílio de microscópio binocular de luz polarizada da empresa Leica em modelos da série DM.

As características micromorfológicas verificadas na descrição das lâminas compreenderam o fundo matricial (poros, esqueleto e plasma) e as feições pedológicas (pedotúbulos e glébulas).

4.4.3 Difração por raios X

As amostras foram submetidas à difração de raios X através do equipamento D2 Phaser, da Bruker AXS, com o procedimento de análise baseado no método de difração de pó e da lâmina de vidro. Os dados obtidos foram interpretados com o auxílio do programa X'Pert Highscore Plus 2.0 da PANALYTICAL.

5. CONCEITOS BÁSICOS

5.1 Paleossolos

A paleopedologia está relacionada com o estudo dos solos antigos (ANDREIS, 1981). Os paleossolos são solos que se formaram em superfícies de relevo do passado (ANDREIS, 1981; YAALON, 1990), e sua origem está associada a modificações físicas, químicas e biológicas que atuaram nas rochas ou sedimentos na superfície da Terra (KRAUS, 1999). Ladeira (2001) conceitua paleossolo como um:

[...] solo que por algum motivo teve seus processos genéticos interrompidos e outros processos sucederam, porém incompatíveis com a situação atual, capazes de deixá-lo preservado, mesmo em localizações restritas e residuais do relevo pretérito (LADEIRA, 2001, p. 08).

Os paleossolos são importantes registros que podem representar hiatos deposicionais em um paleoambiente. Esses solos têm sido reconhecidos em uma variedade de ambientes (eólico, fluvial, paludial e deltaico). Wright (1992b) assinala que as principais sequências de paleossolos se desenvolveram sobre sedimentos aluviais e deltaicos.

Desde o final do século XX, várias contribuições de estudos paleopedológicos com enfoque nos aspectos teórico-conceituais foram dadas e, também é notória, desde então, uma maior documentação dos registros de paleossolos em todo o mundo. Tal interesse se fundamenta no fato de que os paleossolos provaram ser úteis para resolver vários problemas geológicos, sobretudo, a respeito da história paleogeográfica nas bacias sedimentares.

O estudo dos paleossolos pode contribuir na interpretação paleoambiental (ANDREIS, 1981; RETALLACK, 1990; KRAUS, 1999; SHELDON; TABOR, 2009), na caracterização das condições climáticas do passado (PARRISH, 1998; SHELDON; TABOR, 2009), em análises estratigráficas (WRIGHT, 1992b; KRAUS, 1999), e no reconhecimento de processos pedogenéticos (ANDREIS, 1981; RETALLACK, 1990; CAAT, 1990; WRIGHT, 1992a).

Andreis (1981) propôs um sistema de classificação por tipos de paleossolos, os quais aqui enumeramos:

Solos reliquiais – são aqueles que permanecem expostos desde sua formação, em ambientes antigos, nos quais os processos pedogenéticos atuais sobrepuseram os pretéritos.

Solos soterrados – são formados em superfícies de relevo pretéritas, recobertos por depósitos sedimentares, e sua origem independe das condições ambientais existentes na superfície atual pelo fato de suas características pedológicas ficarem preservadas no soterramento.

Solos exumados – são solos soterrados que preservaram suas características durante um determinado período de tempo, e posteriormente, foram expostos à nova pedogênese decorrente da erosão dos materiais sobrepostos.

Os paleossolos apresentam feições diagnósticas que os diferenciam das rochas matriz. Segundo Retallack (1990), a identificação dos paleossolos deve ser feita mediante o reconhecimento de duas ou mais características diagnósticas, atribuídas às marcas de raízes, horizontes de solos e estruturas pedológicas. Wright (1992b) expôs algumas dessas características diagnósticas, tais como: registros de processos de iluviação, eluviação e gleização, marcas de raízes e estruturas.

5.2 Calcretes

Calcretes são acumulações terrestres próximas da superfície, predominantemente constituídas por carbonato de cálcio, os quais podem ocorrer de forma pulverulenta, nodular, laminar e maciça (ALONSO-ZARZA, 2003; WRIGHT, 2007). A formação, na zona vadosa e freática, é verificada por processos pedogênicos e de águas subterrâneas, respectivamente ou, então, uma combinação de ambos (KHADKIKAR et al., 1998; WRIGHT, 2007).

Os calcretes pedogênicos são resultantes da introdução de carbonato por feições de crescimento expansivo e/ou substituição em perfis de solo (GOUDIE, 1973). A precipitação do carbonato de cálcio ocorre na zona vadosa, acima do lençol freático (ALONSO-ZARZA, 2003).

Os calcretes de águas subterrâneas são carbonatos não-pedogênicos, formados em ambientes de nível freático raso (NETTERBERG, 1969; MANN; HORWITZ, 1979). Nesses tipos de calcretes, a precipitação é verificada na rocha matriz e ao redor do lençol freático (ALONSO-ZARZA, 2003).

Alguns autores (WRIGHT; TUCKER, 1991) consideram outras formas de calcretes não pedogênicos, ocorrentes na atualidade em ambientes aluviais áridos e semiáridos, como sinônimos destes de águas subterrâneas: os calcretes de vale e o canal. Os calcretes de vale

podem ser considerados como cimento aluvial dentro de cursos de drenagens amplos e rasos, mas não necessariamente ocupam a largura total do vale (NASH; MACLAREN, 2003). Os calcretes de canais são aqueles em que os sedimentos são cimentados dentro de canais confinados ou paleocanais exumados e podem ocupar toda a seção transversal do canal (NASH; SMITH, 2003). Segundo Nash e McLaren (2003), essas diferentes classificações de calcretes não pedogênicos possuem uma ligação genética. Entretanto, é altamente questionável se tais termos deveriam ser utilizados alternadamente.

Pimentel, Wright e Azevedo (1996) ampliaram os critérios para a distinção de acumulações carbonáticas originadas por processos pedogênicos e de águas subterrâneas, originalmente propostos por Wright (1995). Tais são eles: geralmente perfis finos de 1 a 2 m, organizados em horizontes; que apresentam estruturas pedológicas, rizólitos, associações microtexturais do tipo *beta*, porosidade baixa; que raramente exibem mudanças laterais (calcrete para dolocrete); que se associam com superfícies mais estáveis; em que o mosqueamento reflete falta de translocação de ferro, e que são comumente encontrados em unidades de sedimentos mais finos.

Para Gile, Peterson e Grossman (1965), horizontes com forte acumulação de carbonato de cálcio são denominados de “horizonte K” e não como calcretes. Conforme classificação de Gile, Peterson e Grossman (1966), esses solos cálcicos possuem quatro estágios de desenvolvimento (estágios 1, 2, 3 e 4). São eles: estágio 1, revestimento descontínuo e fino nos seixos; estágio 2, revestimento contínuo nos seixos, e alguns preenchimentos entre os seixos; estágio 3, muitos revestimentos entre os seixos; estágio 4, horizonte laminar espesso. Machette (1985), baseado na proposta de Gile, Peterson e Grossman (1966), incluiu os estágios 5 e 6, em que o primeiro corresponde à formação de espessas vênulas carbonáticas e pisólitos, e o segundo trata-se de múltiplas fases de brechação, representando o grau mais elevado de cimentação dos solos cálcicos.

5.2.1 Micromorfologia de calcretes: associações microtexturais *alfa* e *beta*

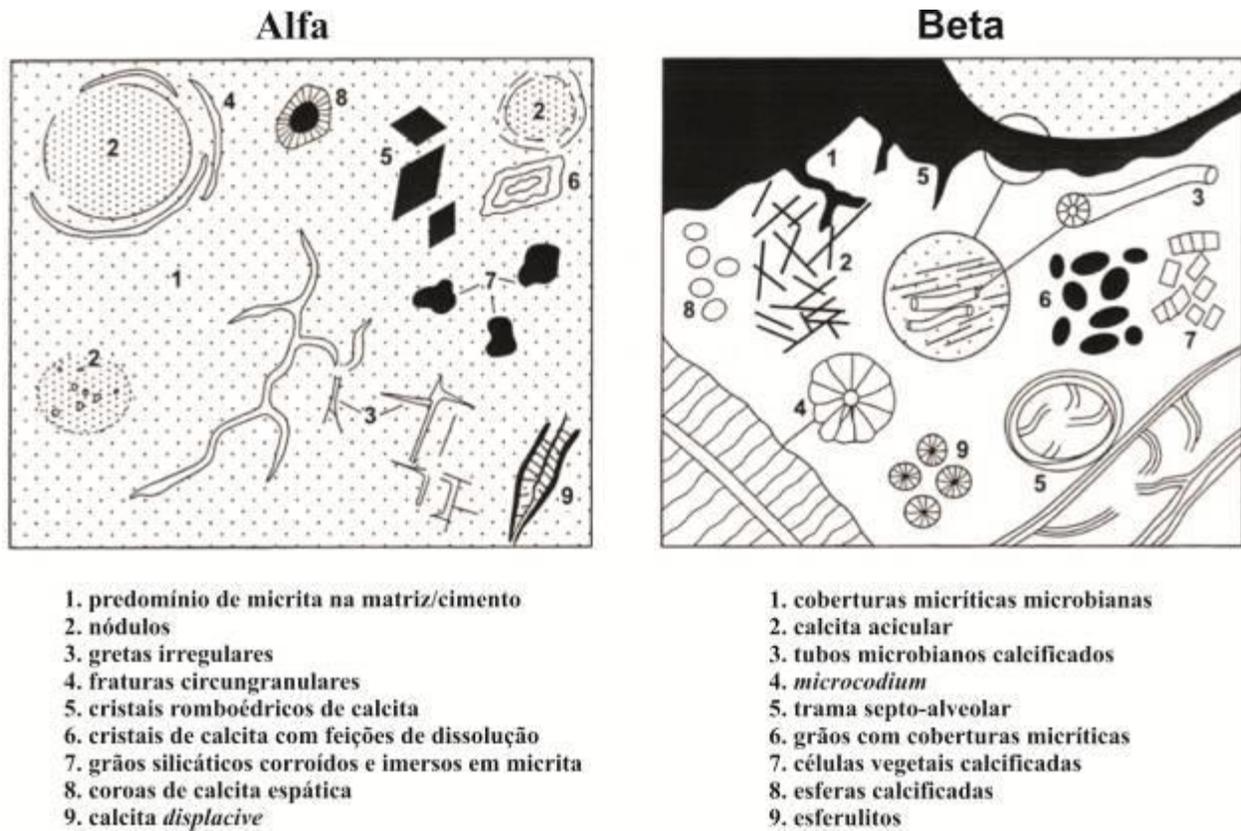
A micromorfologia dos calcretes é condicionada pelos processos de precipitação de carbonato, os quais estão associadas aos fatores biogênicos e/ou não biogênicos. Wright (2007) propôs uma classificação micromorfológica dos calcretes, definindo dois tipos de associações:

alfa e *beta* (Figura 2). A associação do tipo *alfa* é representada por características não biogênicas (precipitação química ou inorgânica), e a associação *beta* por características biogênicas.

A associação do tipo *alfa* apresenta predominantemente textura micrítica a microesparítica na matriz/cimento, com material siliciclástico irregularmente distribuído. Os grãos são principalmente silicatos, mas podem variar dependendo do material de origem. Ocorrem evidências de expansão e fraturamento dos grãos. Feições de preenchimento de fraturas e crescimento expansivo (*displacive*) são reconhecidas como não biogênicas. É verificada geralmente a presença de cristais romboédricos de calcita. Nódulos são comuns, e sua nitidez pode ser um indicador de sua gênese. Nódulos com margens difusas podem evidenciar formação abiogênica, por águas meteóricas, margens nítidas, formação por bactérias (KHADKIKAR et al., 1998). Muitos nódulos têm sido interpretados como rizólitos, resultantes da precipitação química ao redor das raízes (ALONSO-ZARZA; WRIGHT, 2010).

A associação do tipo *beta* é caracterizada por exibir registros de atividade biológica, especialmente representada por fungos, bactérias ou raízes, gerando estruturas alveolares, septárias, revestimentos de calcita acicular (*needle-fibre*). As estruturas alveolares se formam a partir de septos arqueados, desenvolvidos nos espaços vazios de moldes de raízes ou em poros intergranulares. São interpretadas como atividades de fungos mas, não necessariamente, associadas a raízes. Ocorrem grãos revestidos de texturas micríticas. Os grãos se formam mediante a geração de um núcleo, por dissecação ou atividades de raízes, enquanto o revestimento é originado por raízes e microrganismos associados. Os rizólitos, células de raízes calcificadas e *microcodium* (comumente relacionado a raízes calcificadas) são elementos frequentemente identificados em calcretes.

Figura 2 - Associação microtextural do tipo *alfa* e *beta*.



Fonte: Traduzido de Wright e Tucker (1991) e Wright (2007).

6. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA ÁREA DE ESTUDO

6.1 Bacia Bauru

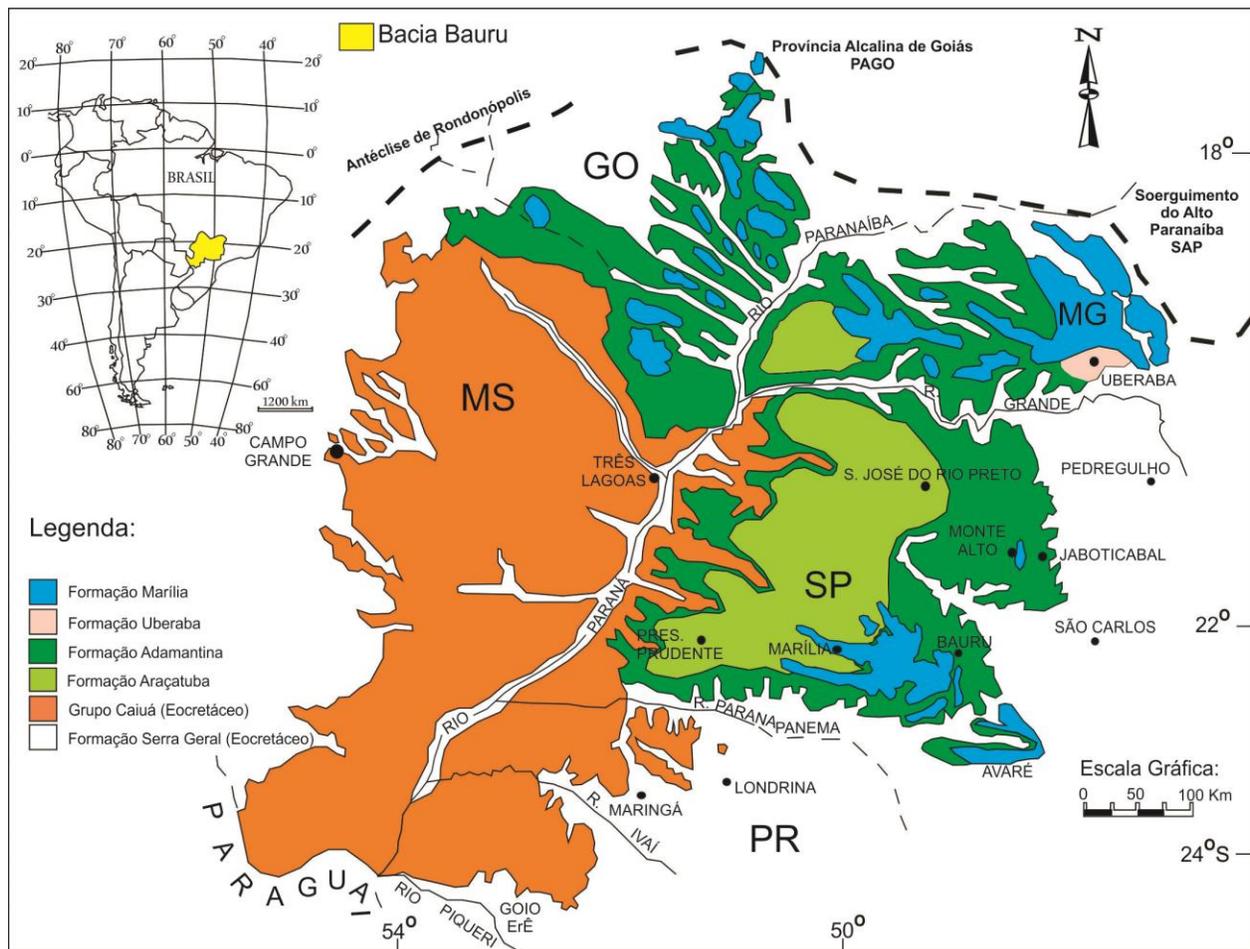
A nomenclatura e hierarquização estratigráfica das unidades que afloram na Bacia Bauru é tema que vem sendo abordado desde que o nome “Bauru” foi mencionado pela primeira vez por Gonzaga de Campos (1905) em um estudo que contemplou o levantamento geológico entre os municípios de Bauru e Itapura para a Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, e que introduziu a designação “Gres de Bauru” na literatura geológica nacional.

Historicamente, vários trabalhos foram apresentados com o objetivo de aperfeiçoar o conhecimento acerca do “Bauru”. No que diz respeito à terminologia, foi considerada como formação por Washburne (1930), Mezzalana (1974) e Arid (1977), série por Almeida e Barbosa (1953) e Freitas (1955), e, propriamente, como grupo por Hasui (1969) e Soares et al. (1980), pertencente a Bacia do Paraná.

A partir da formalização do Grupo Bauru como Bacia Bauru (FERNANDES, 1992), surgem novos trabalhos propondo a ele uma melhor organização estratigráfica (FERNANDES, 1992, 1998; FERNANDES; COIMBRA, 1994, 1996, 2000; BATEZELLI, 1998, 2003; FULFARO et al., 1999; PAULA e SILVA, 2003). A evolução detalhada da estratigrafia do Grupo Bauru pode ser encontrada em Batezelli (2003).

A Bacia Bauru (Figura 3) é uma das entidades geotectônicas mais conhecidas na literatura do Neocretáceo brasileiro.

Figura 3 – Área de abrangência da Bacia Bauru.



Fonte: BATEZELLI, 2012.

É constituída por rochas siliclásticas de origem continental com vulcânicas associadas, e abrange uma área de aproximadamente 370.000 km², com espessura máxima registrada de cerca de 300 m, e sobrepõe-se principalmente aos basaltos da Formação Serra Geral, do Grupo São Bento (FERNANDES; COIMBRA, 1996).

Para Riccomini (1995, 1997), a bacia foi originada por subsidência termal, pelo fato do depocentro estar situado na área de maior espessura da Formação Serra Geral.

A Bacia Bauru é subdividida nos grupos Bauru (formações Adamantina, Uberaba e Marília) e Caiuá (formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio) (FERNANDES; COIMBRA, 1996). Batezelli (2003) assume a proposta de Fulfaro e Perinotto (1996), em que o Grupo Bauru é constituído pelas formações Araçatuba, Adamantina, Uberaba e Marília, considerando em parte o trabalho de Fernandes e Coimbra (1996). Fernandes e Coimbra (2000)

fizeram uma revisão estratigráfica para a Bacia Bauru, mantendo-a subdivida nos grupos Caiuá e Bauru, porém alterando as unidades litoestratigráficas deste último Grupo da seguinte forma: formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília. Milani (1997) e Milani et al. (2007) consideram a Bacia Bauru como registro sedimentar da Bacia do Paraná, denominando-a de Supersequência Bauru.

Para Fernandes e Coimbra (1996, 2000), Milani (1997), Fernandes (1998), Milani et al. (2007), os grupos Caiuá e o Bauru são cronocorrelatos. Fulfaro et al. (1999), Batezelli (2003) assinalaram uma discordância entre os grupos Caiuá e Bauru, considerando-os como duas unidades distintas: Bacia Caiuá (Eocretáceo) e Bacia Bauru (Neocretáceo).

Os limites da Bacia Bauru, conforme aceções expostas por Fernandes e Coimbra (1996), Riccomini (1997) e Batezelli (2003), são erosivos e/ou tectônicos, demarcados a partir da Antéclise de Rondonópolis (COIMBRA, 1991) a noroeste, Soerguimento do Alto Paranaíba (HASUI; HARALYI, 1991) a nordeste, alinhamentos do rio Mogi Guaçu (COIMBRA; BRAND NETO; COUTINHO, 1981), São Carlos-Leme e Ibitinga-Botucatu (RICCOMINI, 1995) a leste, do Paranapanema (FULFARO, 1974), a sul e sudeste, e por depósitos sedimentares da planície do Rio Paraná (BATEZELLI, 2003), a oeste.

Na área de estudo, em Campina Verde (MG), foram identificados afloramentos da Formação Marília, do Grupo Bauru.

6.2 Formação Marília

6.2.1 Características litológicas

A designação Formação Marília foi proposta inicialmente por Almeida e Barbosa (1953) para descrever os sedimentos superiores do Grupo Bauru, individualizados pela cimentação carbonática.

Posteriormente, Soares et al. (1980), em um estudo sobre a caracterização estratigráfica no estado de São Paulo, definindo, originalmente, o Grupo Bauru, formalizaram hierarquicamente e interpretaram a Formação Marília como:

[...] unidade composta por arenitos grossos a conglomeráticos, com grãos angulosos, teor de matriz variável, seleção pobre, ricos em feldspato, minerais pesados e minerais instáveis, tais sedimentos ocorrem em bancos com espessura média entre 1 e 2 m, maciços ou com acamamento incipiente subparalelo e descontínuo, raramente apresentando estratificação cruzada de médio porte, com seixos concentrados nos estratos cruzados. Ademais, ainda há ocorrência de raras camadas descontínuas de lamitos vermelhos e calcários (SOARES et al., 1980, p. 182).

A Formação Marília, no estado de São Paulo, ocorre na parte leste do Planalto Ocidental Paulista, estendendo-se para oeste, nos espigões entre os principais rios (SOARES et al., 1980). Possui espessura máxima registrada preservada em superfície de 160 a 180 m (SOARES et al., 1980; FERNANDES; COIMBRA, 1996) na cidade de Marília (SP) e 233 m em subsuperfície na cidade de Lupércio (SP) (PAULA e SILVA, 2003).

Barcelos (1984) elaborou uma revisão estratigráfica do Grupo Bauru em que amplia os limites de ocorrência dos sedimentos da Formação Marília, identificados no estado de São Paulo até o momento, para outros estados, mais precisamente, em Minas Gerais, região do Triângulo Mineiro (nas proximidades de Uberaba e Ponte Alta), região sul de Goiás (entre São Simão e Caçu) e sudeste do Mato Grosso do Sul (de Cassilândia até Aporé).

Barcelos (1984) subdividiu a Formação Marília em três membros: Ponte Alta, Serra da Galga e Echaporã.

O Membro Serra da Galga (afloramentos em Uberaba) é constituído por conglomerados, arenitos e argilitos/siltitos, com acumulações de carbonato de cálcio (calcretes) e sílica (silcrete) (RIBEIRO, 1997; BATEZELLI, 2003). O Membro Ponte Alta (afloramentos em Uberaba) é composto por arenitos conglomeráticos a conglomerados fortemente cimentados por carbonato de cálcio (ALVES; GOMES; HOERNES, 1994). O Membro Echaporã (afloramentos em Campina Verde) é caracterizado por arenitos finos a grossos, intercalados por conglomerados, cimentados por carbonato de cálcio (BATEZELLI, 2003).

6.2.2 Ambiente deposicional

A descrição dos paleoambientes deposicionais da Formação Marília, dada a seguir, refere-se a afloramentos expostos na região do Triângulo Mineiro, estado de Minas Gerais.

O Membro Serra da Galga, segundo Barcelos, Landim e Suguio (1981), Barcelos (1984, 1993) e Fulfaro e Barcelos (1991), Andreis, Capilla e Reis (1999) foi depositado sob condições

de alto declive, associado a leques aluviais de regimes torrenciais e canais entrelaçados (afloramentos na rodovia BR-050, entre Uberaba e Uberlândia). Leite et al. (1995) e Ribeiro (1997) sugerem deposição a partir de um sistema fluvial do tipo entrelaçado com ciclos de granodescrescência ascendente (afloramentos em Uberaba). Fernandes e Coimbra (2000) propuseram um contexto deposicional baseado em leques aluviais medianos a distais com sistemas fluviais entrelaçados e eventuais depósitos de pequenas dunas eólicas (afloramentos nas rodovias BR 050 e 262 em Uberaba). Goldberg e Garcia (2000) e Garcia, Rosa e Goldberg (2005) afirmam que a deposição se deu através de fluxos entrelaçados efêmeros formados por precipitações intensas.

O Membro Ponte Alta, conforme Barcelos, Landim e Suguio (1981), Barcelos (1984) e Fulfaro e Barcelos (1991), foi depositado em ambientes lacustres (afloramentos na rodovia BR 365, entre Uberlândia, Monte Alegre de Minas e Ituiutaba). Alves, Gomes e Hoernes (1994) e Andreis, Capilla e Reis (1999) apontam uma deposição por leques aluviais associados a canais entrelaçados e lagos efêmeros (afloramentos em Uberaba). Silva, Etchebehere e Saad (1994) interpretam como depósitos de sistemas de leques aluviais de regime torrencial (afloramentos entre Uberaba, Uberlândia e Monte Alegre de Minas). Fernandes e Coimbra (2000) propõem deposição em sistema fluvial entrelaçado de leques aluviais (afloramentos em Uberaba). Goldberg e Garcia (1994), Goldberg e Garcia (2000), Garcia, Rosa e Goldberg (2005) e indicam deposição em um regime de precipitação torrencial, formando lagos na estação seca e sistemas fluviais nos períodos chuvosos.

A Formação Marília, que aflora no município de Campina Verde, é representada pelo Membro Echaporã. Essa unidade litoestratigráfica foi depositada por leques aluviais acumulados por fluxos em lençol (afloramentos nos estados de Minas Gerais e São Paulo) (FULFARO; BARCELOS, 1991; FERNANDES, 1992, 1998, 2004; MANZINI, 1999; FERNANDES; COIMBRA, 2000). Goldberg e Garcia (2000) e Garcia, Rosa e Goldberg (2005) atribuem a deposição a canais entrelaçados efêmeros (afloramentos em Prata). Milani et al. (2007) apontam formação por depósitos de lençóis de areia (afloramentos no estado de São Paulo).

6.2.3 Registros de paleossolos

Na Formação Marília, estudos com enfoque paleopedológico foram realizados apenas a partir do século XXI e os estados de São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul possuem o maior número de registros. Em contrapartida, pouco se conhece sobre os paleossolos de Minas Gerais. Entretanto, há autores que apenas identificaram a presença de paleossolos na Formação Marília, mas não os utilizaram como objeto de estudo (Tabela 1).

Sugio (1973) trabalhou com os calcários da Formação Bauru (atual Grupo Bauru). O autor identificou calcários, calcários silicificados e arenitos. O “Calcário arenoso” foi o mais comum dentre os calcários. Verificou-se que esse apresentou grande similaridade com o “Calcário caliche”, um material carbonático examinado pelo autor mediante amostras proveniente da África. Na atualidade, esse tipo “Calcário arenoso” pode ser comparado aos sedimentos da Formação Marília, do Membro Serra da Galga, o qual possui registros de calcretes pedogenéticos.

Sugio e Barcelos (1983), em um estudo sobre os calcretes do Grupo Bauru, identificaram paleossolos calcificados nos membros Ponte Alta e Echaporã, da Formação Marília.

Barcelos (1984) integrou e sistematizou as informações sobre a geologia do Grupo Bauru no estado de São Paulo, e as expandiu para outras áreas, destacando as exposições em Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul. O autor constatou a formação de paleossolos carbonáticos e calcretes nodulares no Membro Echaporã.

Etchebere et al. (1993) analisaram as perspectivas exploratórias para depósitos salinos no Grupo Bauru. Nesse estudo, os autores identificaram, na Formação Marília, calcretes atribuídos a paleopedogênese.

Goldberg e Garcia (1994), em um estudo sobre as fácies dos calcários do Grupo Bauru, em Uberaba (MG), reconheceram fácies cimentadas por carbonato de cálcio no Membro Ponte Alta (Formação Marília), e admitiram que estas se formaram através de processos pedogenéticos (cf. GOLDBERG; GARCIA, 2000; GARCIA; ROSA; GOLDBERG, 2005).

Silva, Etchebere e Saad (1994) realizaram um trabalho sobre calcretes de águas subterrâneas (*Groundwater calcretes*) na região do Triângulo Mineiro (MG). Os autores identificaram, em Monte Alegre de Minas, um horizonte carbonático correspondente a um conglomerado arenoso, o qual grada bruscamente, no sentido do topo, para uma rocha rica em

nódulos carbonáticos. Essa situação foi apontada como uma associação de calcretes pedogênicos e não-pedogênicos.

Fernandes (1998) e Fernandes e Coimbra (2000) realizaram estudos sobre a estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru. Dentre os resultados apresentados, foi constatada na Formação Marília (Membro Echaporã) a ocorrência de calcretes pedogenéticos e no Membro Ponte Alta os autores não desconsideraram a ocorrência de vestígios de prováveis paleossolos.

Manzini (1999) trabalhou com a reconstrução da paleogeografia e paleoclima no final do Mesozóico, da região de Marília (SP). O autor identificou nove litofácies, três resultantes de processos pedogenéticos, que correspondem a paleossolos calcretizados.

Dias-Brito et al. (2001) analisaram o conjunto microfossilífero composto por ostracodes e carófitas do Neocretáceo, no Grupo Bauru, com maior ênfase nas formações Adamantina e Marília. Na Formação Marília, os autores identificaram em Uberaba (MG) uma seção siliciclástica composta por conglomerados e arenitos finos com intensa cimentação calcífera. Esse intervalo foi considerado como de origem fluvial, representando acumulações sob clima semiárido e sujeitas a processos pedogenéticos.

Os seguintes autores trabalharam com paleossolos e depósitos da Formação Marília, atribuindo sua origem a paleoclima semiárido com precipitação periódica e escassa: Dal' Bó e Ladeira (2006) e Dal' Bó (2011) no município de Monte Alto (SP), Dal' Bó (2008, 2011), Basilici, Dal' Bó e Ladeira (2009), Basilici e Dal' Bó (2010), Dal' Bó e Basilici (2010, 2011) nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, Dal' Bó et al. (2009) nos municípios de Marília e Monte Alto, Dal' Bó, Basilici e Angélica (2010) no município de Itajá e na região de Rio Aporé ambos localizados em Goiás.

Brolesi (2007) caracterizou o clima e a geomorfologia nas regiões de Quirinópolis e Itajá, ambas em Goiás, a partir de um estudo dos paleossolos. Foram descritos quatro perfis em Quirinópolis e sete perfis em Itajá apresentando rizoconcreções preenchidas por calcita, horizontes calcretizados e baixo grau de desenvolvimento pedogenético ou ausência de estruturas pedogenéticas.

Lourenço (2007) descreveu perfis de paleossolos da Formação Marília na região de Marília (SP). Concluiu-se que o clima semiárido foi predominante durante a deposição da Formação

Marília, entretanto com umidade suficiente para evolução de solo com mais de 1 metro de espessura.

Brienza (2008) pesquisou sobre os paleossolos da Formação Marília, na Serra de Echaporã (SP). Foram identificados três tipos de paleossolos (*Entisols*, *Vertisols* e *Aridisols*). O autor afirmou que a deposição do afloramento estudado se deu em condições paleoclimáticas distintas, representado por uma alternância entre períodos secos e úmidos.

Fernandes (2010) e Maoski (2012) fizeram um estudo a respeito dos calcretes e registros de paleossolos da parte oriental da Bacia Bauru, no estado de São Paulo e no Triângulo Mineiro (MG). Os autores concluíram que a Formação Marília é a que apresenta o maior volume de calcretes. Foram discriminados dois tipos de calcretes, denominados de Ponte Alta (corresponde aos membros Serra da Galga e Ponte Alta) e Echaporã (corresponde ao Membro Echaporã). São propostos três contextos principais de desenvolvimento dos calcretes: pedogenético periférico (perfis tipo Ponte Alta), pedogenético interior (perfis tipo Echaporã) e freático (perfis tipo Echaporã). Os calcretes do tipo Ponte Alta se formaram em leques aluviais marginais, e os do tipo Echaporã se desenvolveram nos lençóis de areia com intercalações de depósitos de fluxos fluviais desconfinados e lagoas efêmeras. A origem desses calcretes está ligada à atenuação do clima semiárido no Neocretáceo.

Vilela (2010) pesquisou sobre os arenitos e paleossolos da Formação Marília que afloram na região Sul de Goiás e em Marília (SP). Concluiu que na Formação Marília, na região Sul de Goiás, ocorre alternância cíclica entre depósitos de lençol de areia eólico e paleossolos (*Aridissolos*, *Alfissolos*, *Vertissolos* e *Entissolos*). Na região de Marília foram identificados paleossolos (predominantemente *Aridissolos*, e subordinadamente, por um tipo de paleossolo com *gleying*), depósitos de lençol de areia eólicos e depósitos de *playa lake*. As condições climáticas variam entre áridas e semiáridas.

Pavia Junior (2011) apresentou estudo dos paleossolos da Formação Marília na região de Duartina (SP). Os resultados obtidos indicaram ambiente deposicional representado por canais fluviais efêmeros, sob clima semiárido para árido.

Prandi (2012) caracterizou a estratigrafia da Bacia Bauru em Marília (SP) através da análise das diferentes litofácies e superfícies limitantes de diversas escalas. Foram identificados os seguintes paleossolos: *Aridisols* e *Entisols*. O autor reconheceu três fases deposicionais (da base para o topo): 1) depósitos eólicos com grande influência do lençol freático aflorante; 2)

depósitos eólicos (ambiente mais seco) com pequena influência do lençol e a presença de poucos paleossolos; 3) predominância de processos pedogenéticos ainda de clima árido a semiárido.

Doce (2012) realizou a caracterização macromorfológica de perfis de paleossolos que afloram em Campina Verde e Uberaba, ambos em Minas Gerais. Foram descritos e analisados quatro perfis. As feições macromorfológicas mais ocorrentes são rizoconcreções e bioturbações. Também foi verificada a presença de calcretes.

Tabela 1 – Lista dos autores que identificaram paleossolos na Formação Marília (Grupo Bauru).

São Paulo	Minas Gerais	Goiás	Mato Grosso do Sul
Suguio e Barcelos (1983)*	Suguio e Barcelos (1983)*	Suguio e Barcelos (1983)*	Dal' Bó (2008)
Fernandes (1998)*	Etchebehere et al. (1993)*	Brolesi (2007)	Basilici, Dal' Bó e Ladeira (2009)
Manzini (1999)*	Goldberg e Garcia (1994)*	Dal' Bó (2008)	Dal' Bó et al. (2009)
Dal' Bó e Ladeira (2006)	Goldberg e Garcia (2000)*	Basilici, Dal' Bó e Ladeira (2009)	Dal' Bó e Basilici (2010)
Lourenço (2007)	Garcia et al. (2005)*	Dal' Bó, Basilici e Angélica (2010)	Basilici e Dal' Bó (2010)
Brienza (2008)	Silva, Etchebehere e Saad (1994)*	Dal' Bó e Basilici (2010)	Dal' Bó e Basilici (2011)
Dal' Bó et al. (2009)	Fernandes e Coimbra (2000)*	Basilici e Dal' Bó (2010)	Dal' Bó (2011)
Dal' Bó e Basilici (2010)	Dias-Brito (2001)*	Vilela (2010)	
Fernandes (2010)	Fernandes (2010)	Dal' Bó e Basilici (2011)	
Vilela (2010)	Maoski (2012)	Dal' Bó (2011)	
Pavia Junior (2011)	Doce (2012)		
Dal' Bó (2011)			
Prandi (2012)			
Maoski (2012)			

* Esses autores apenas verificaram a ocorrência dos paleossolos, ou seja, não os utilizaram como objeto de estudo em seus trabalhos.

6.3 Paleoclima do Cretáceo

A Terra na Era Mesozoica (Figura 4), comparando-se com os dias atuais, foi mais quente, por 6 °C ou mais, conforme modelos de circulação geral (GCM) que usam de leis da física relacionadas a paleogeografia para simular respostas climáticas (SELLWOOD; VALDES, 2006).

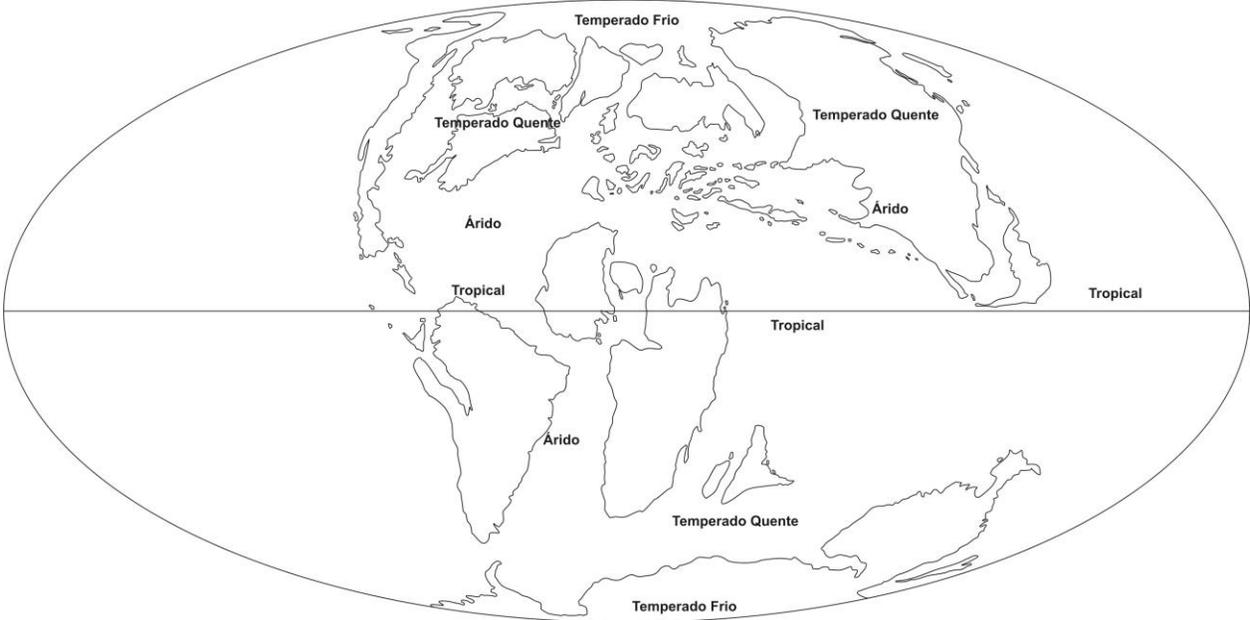
O Cretáceo foi um período representado pela transição entre ambientes áridos, porém com índices de umidade diferenciados (PETRI, 1983; 1991). Para Hsü (1992), em um estudo sobre a influência dos organismos vivos no clima da Terra, durante essa passagem houve o ápice da aridez no Cretáceo. Ao longo desse período foram registradas temperaturas com aproximadamente 10 °C acima do que se é constatado na atualidade (SUGUIO, 1996).

Modelos climáticos mais recentes e com enfoques distintos foram feitos para aperfeiçoar os conhecimentos acerca do paleoclima cretáceo.

Donnadieu et al. (2006) constataram que as mudanças paleogeográficas causadas por forças tectônicas que ocorreram entre o Aptiano e o Maastrichtiano, representadas pelo deslocamento do Gondwana e a oscilação do nível do mar, contribuíram para o aquecimento da superfície terrestre (5 °C) e do oceano (3 °C). Simultaneamente ao aquecimento no Neocretáceo, Amiot et al. (2004), baseados na composição isotópica do esmalte de dentes de vertebrados (crocodilianos e dinossauros), afirmam que houve redução no gradiente de temperatura latitudinal durante o Campaniano tardio e o Maastrichtiano médio (cerca de 0.4 ± 0.1 °C/°latitude) se comparado com o presente (0.6 °C/°latitude).

No que concerne às condições paleoclimáticas vigentes no Cretáceo brasileiro, há consenso entre grande parte dos pesquisadores que apontam mediante os dados disponíveis (geológicos, paleontológicos etc.) que os climas quentes prevaleceram (ARID, 1977; BARCELOS, 1984; BRAND NETO, 1984; FERNANDES; COIMBRA, 1996, 2000; ETCHEBEHERE et al., 1991; GARCIA; ROSA; GOLDBERG, 2005; GOLDBERG; GARCIA, 2000; PETRI, 1983, 1991; SGARBI; DARDENNE, 1997; SILVA; ETCHEBEHERE; SAAD, 1994; SUGUIO, 1973, 1981, 1996; SUGUIO; BARCELOS, 1983; SUGUIO; BARCELOS; MATSUI, 1980).

Figura 4 – Representação do paleoclima para o Neocretáceo



Fonte: SCOTese, 2002; BLAKEY, 2006.

7. RESULTADOS

7.1 Macromorfologia dos paleossolos

7.1.1 Ponto Bastos 1

No ponto Bastos 1, o perfil de paleossolo (PP) 2 tem espessura de 232 cm (Figura 5), e cores variegadas de vermelho-escuro (10R3/6), vermelho (10R4/8), branco-rosado (10R8/2), amarelo-avermelhado (5YR7/8), vermelho-acinzentado (10R4/4), rosa-acinzentado (5R8/2), cinzento-avermelhado (10R5/1).

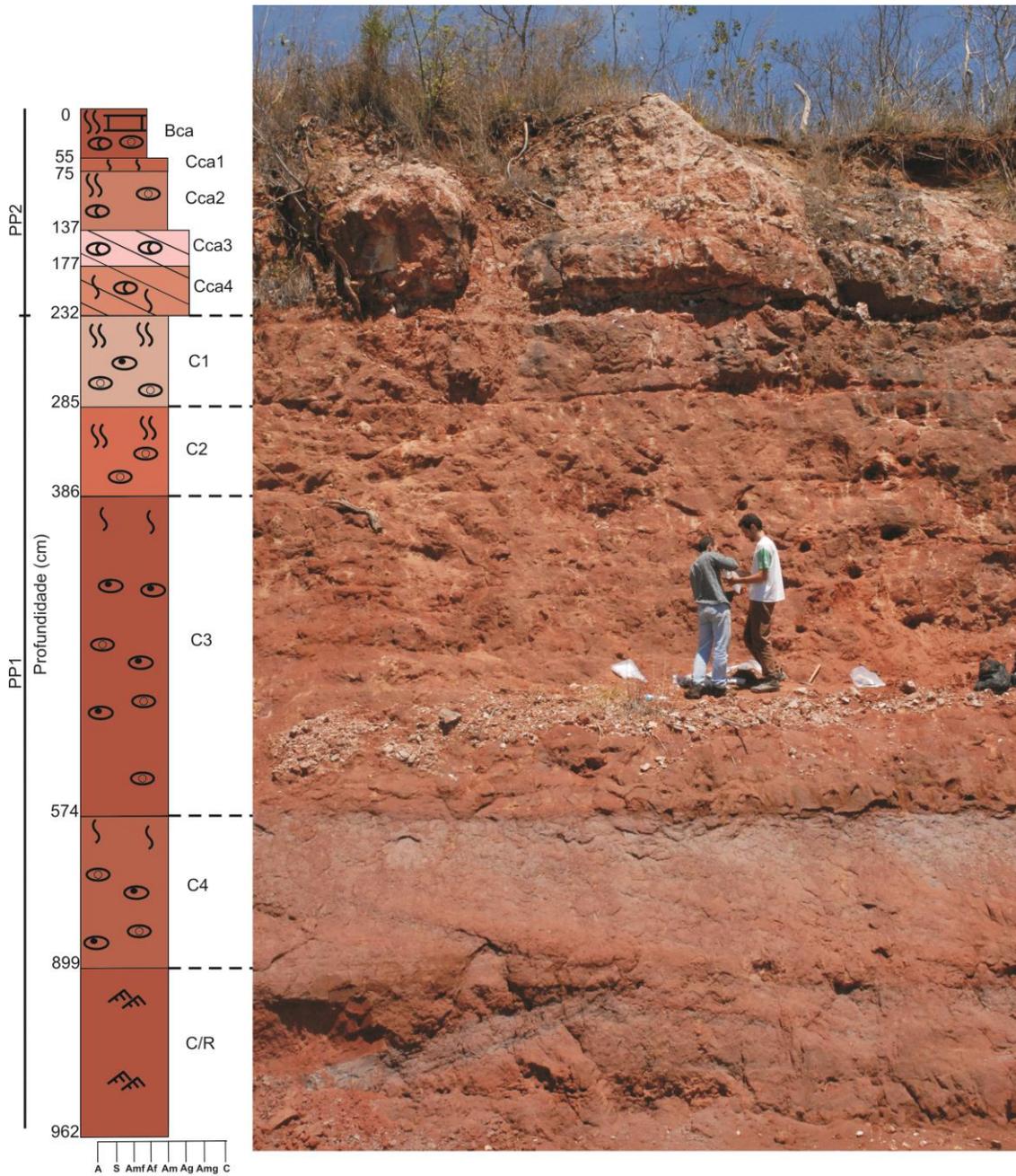
As texturas arenosas são preponderantes, e as estruturas pedogenéticas (peds) ocorrem apenas no horizonte Bca, exibindo estruturas do tipo laminar. Nos horizontes Cca1, Cca2, Cca3 e Cca4 foram identificadas apenas estruturas maciças; já os horizontes Cca3 e Cca4 tratam-se de calcrete, devido a intensa cimentação dos grãos.

O principal agente cimentante dos horizontes é o carbonato de cálcio (CaCO_3), que está presente nas superfícies dos peds, comumente associados a nódulos, preenchendo a porosidade de bioturbações ou no entorno dos grãos. Esses revestimentos carbonáticos são fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCL 10%), mas as partes vermelhas, que ocorrem frequentemente associadas à matriz, apresentaram pouca reação ao mesmo ácido.

Os vestígios de atividade biológica são bioturbações decorrentes da ação de raízes; estas estão presentes nos horizontes Bca, Cca1, Cca2 e Cca4, e assumem formas tubulares de até 8 mm de diâmetro, preenchidas por areia e ou carbonato de cálcio.

A transição entre os horizontes varia entre abrupta e plana (Bca – Cca1), clara e plana (Ccc1 – Cca2 – Cca3), plana e difusa (Cca3 – Cca4) e abrupta e plana (Cca4 – C1).

Figura 5 – Ponto Bastos 1, perfis de paleossolos da Formação Marília, Campina Verde (MG).



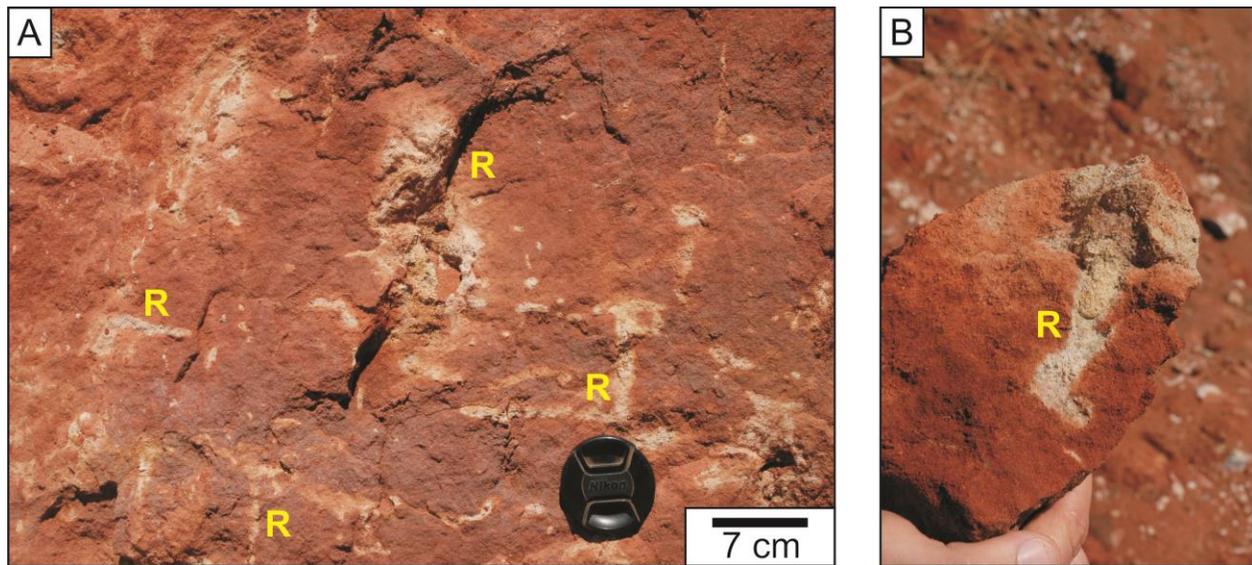
LEGENDA		
		PP Perfil de paleossolo
		Bca, Cca e C Horizontes de paleossolos

O perfil de paleossolo 1 totaliza espessura de 667 cm com quatro horizontes (Figura 6), e as cores variam de vermelho-claro-acinzentado (7,5R6/4), bruno-avermelhado-claro (10R6/3), vermelho-escuro-acinzentado (10R3/4), vermelho-escuro (10R3/6).

As texturas são essencialmente arenosas e os horizontes exibem apenas estruturas maciças, revelando que não ocorre agregação das partículas. Nos horizontes C1, C3 e C4 há grãos com películas de óxidos, e no horizonte C4 ocorrem nódulos de argilas de 5 a 10 mm.

A cimentação por carbonato de cálcio é inexistente na matriz. Somente nas bioturbações e halos associados ocorre leve reação ao HCl 10%. As bioturbações (marcas de raízes) são abundantes nos horizontes superiores do perfil (C1 e C2) e moderadas nos horizontes C3 e C4; em geral, possuem diâmetro de 2 a 5 mm, são preenchidas e exibem halos de oxi-redução associados (Figura 5). A transição entre os horizontes varia entre plana e difusa (C1 - C2 - C3 - C4) e plana e gradual (C4 - C/R).

Figura 6 – Marcas de raízes associadas a halos de oxi-redução.



O horizonte C/R apresenta espessura de 295, cor bruno-avermelhado-claro (10R6/4), texturas arenosas e estruturas sedimentares pouco alteradas pela pedogênese, que correspondem a estratificações cruzadas acanaladas ainda preservada (FIG. 7).

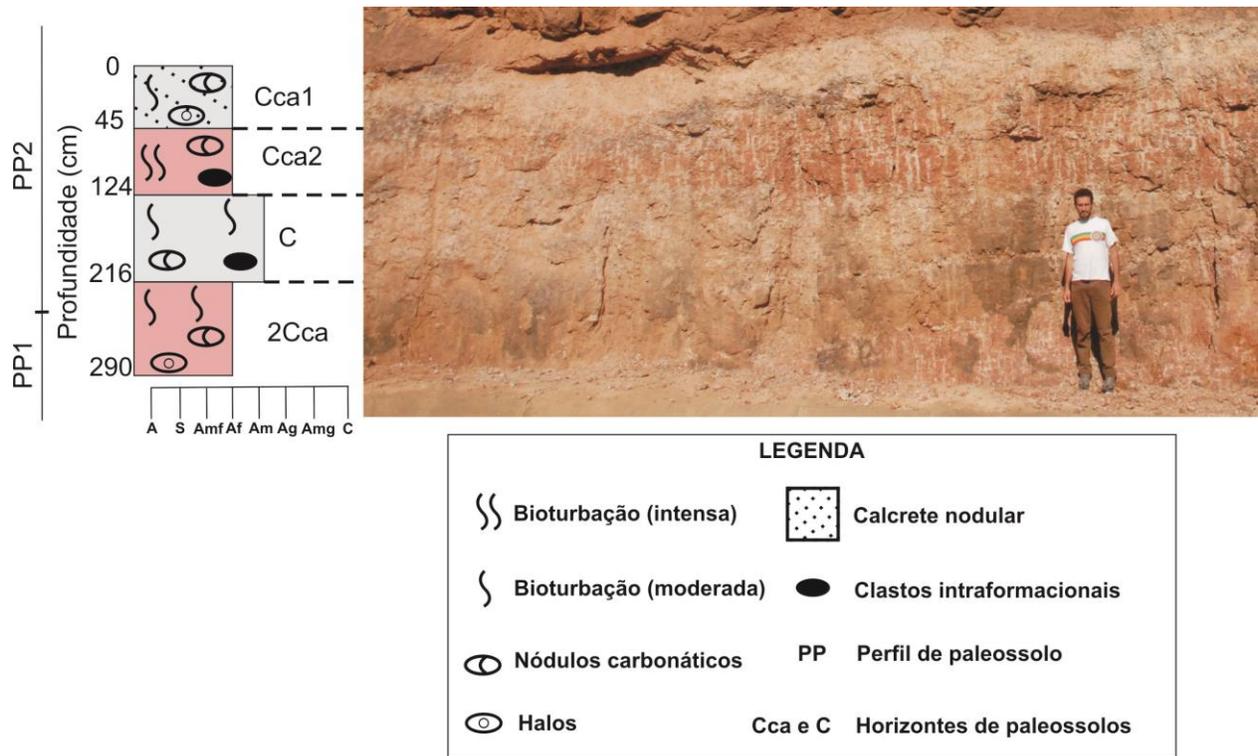
Figura 7 – Estratificações cruzadas acanaladas pouco alteradas pela pedogênese.



7.1.2 Ponto Bastos 2

No ponto Bastos 2 (Figura 8), os perfis de paleossolos (PPs) possuem espessura total de 290 cm, e as cores variam de branco (7,5YR8/1) e rosado (5YR8/4).

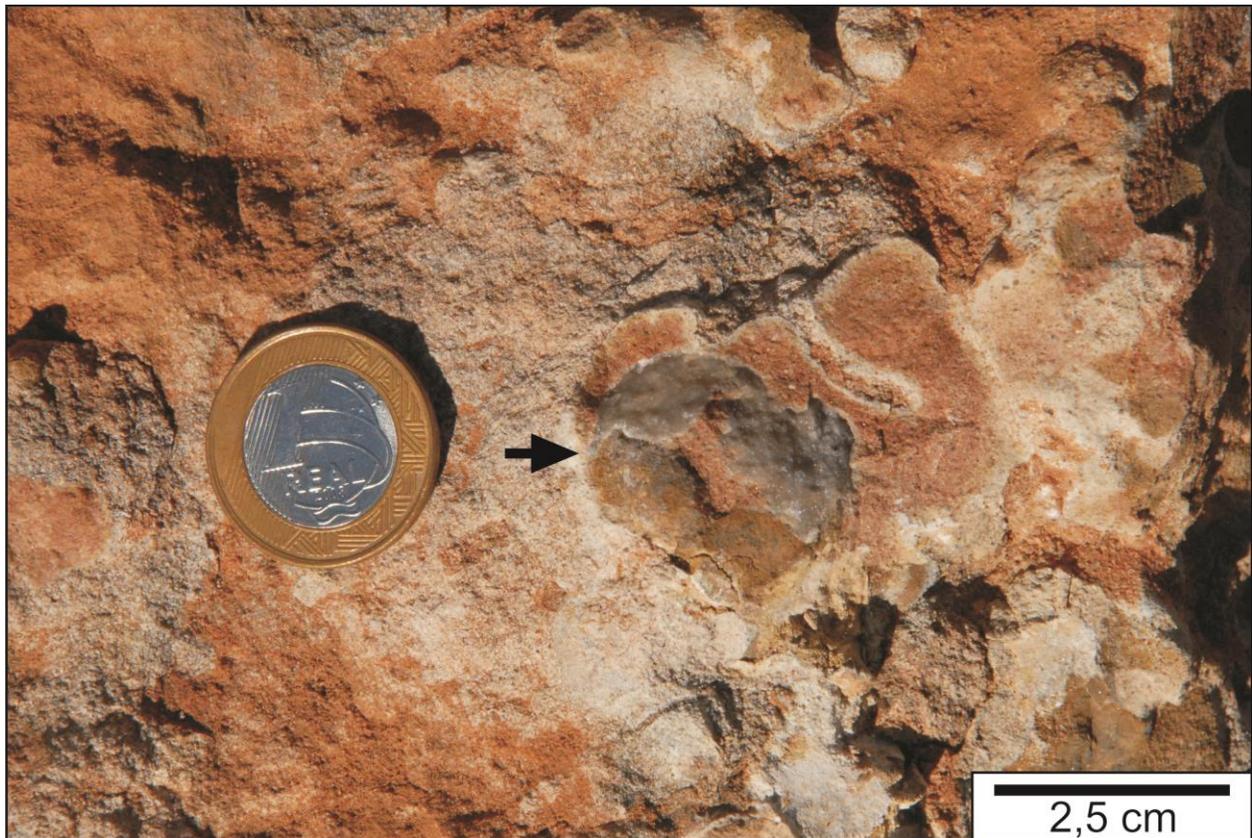
Figura 8 – Ponto Bastos 2, perfis de paleossolos, da Formação Marília, Campina Verde (MG).



As texturas são arenosas e as estruturas presentes nos horizontes são preponderantemente maciças. O horizonte Cca1 se define como um calcrete nodular, com nódulos abundantes, formato irregular, diâmetro de 5 a 40 mm, preenchidos por carbonato de cálcio. No horizonte Cca2 há nódulos comuns, com formato esférico, de 3 a 8 mm de diâmetro. No horizonte C e 2Cca os nódulos são raros, esféricos, de 4 a 10 mm de diâmetro.

Os horizontes Cca1 e Cca2 são cimentados por carbonato de cálcio. Os revestimentos carbonáticos estão presentes na matriz e nos nódulos. Os horizontes C e 2Cca não apresentam matriz cimentada por carbonato de cálcio, apenas os nódulos são fortemente cimentados. Na base dos horizontes Cca2 e C há níveis de clastos intraformacionais (Figura 9), que são produtos da erosão, transporte e deposição de materiais originários da própria bacia.

Figura 9 – Clastos intraformacionais no horizonte Cca2.



As estruturas de atividades biológicas são representadas por bioturbações, geradas por ação das raízes; estas estão distribuídas diferentemente nos perfis, de moderada a abundante, apresentando espessuras que variam de 2 a 8 mm de diâmetro. No horizonte 2Cca estão associadas a rizoconcreções com halos de oxi-redução.

A transição entre os horizontes varia entre plana e clara (Cca1 - Cca2), plana e abrupta (Cca2 - C - 2Cca).

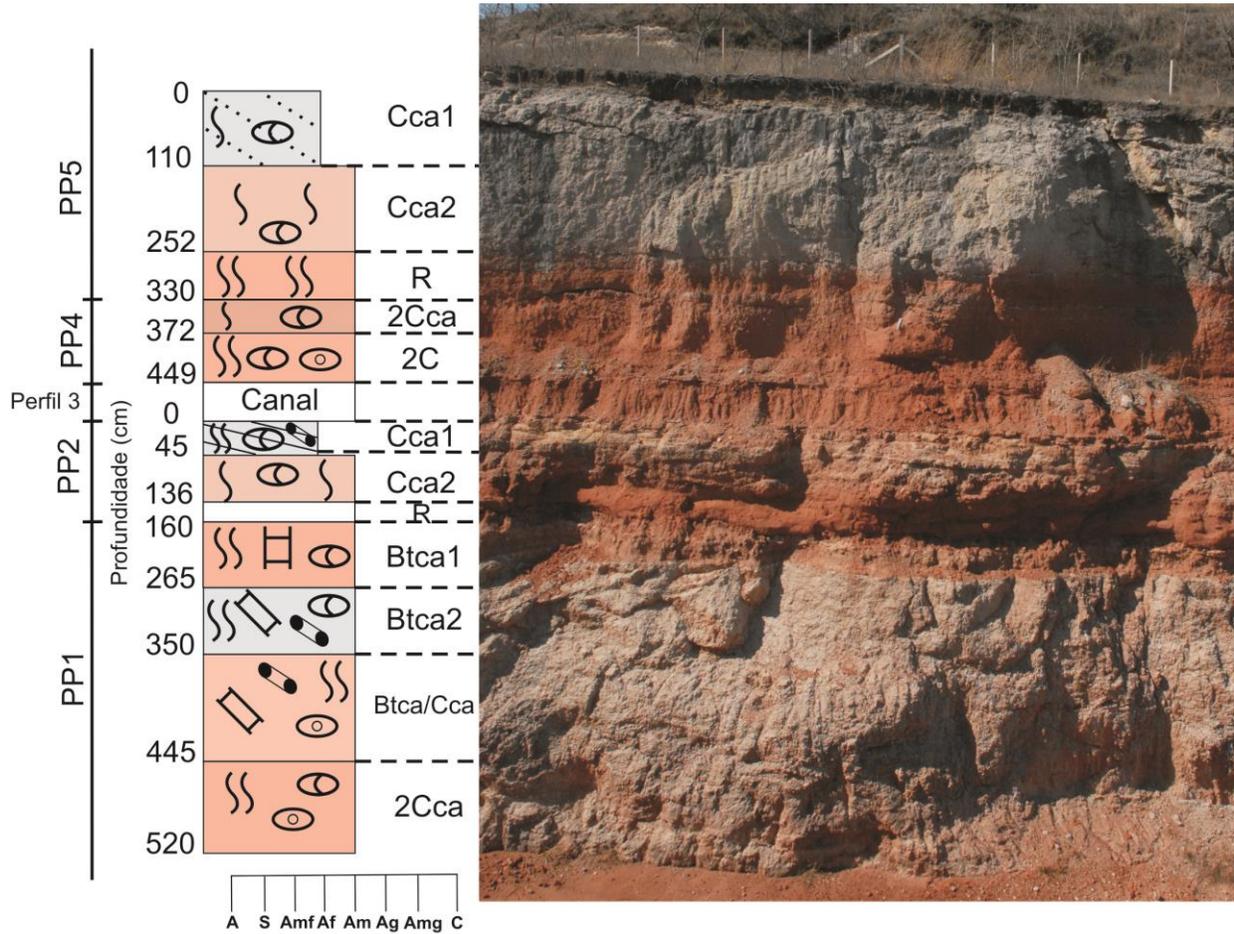
7.1.3 Ponto Capela

No Ponto Capela, há 4 PPs (Figura 10), e as cores variam desde branco (7,5YR8/1), vermelho-claro-acinzentado (10R7/4), vermelho-claro (10R6/8), vermelho (10R5/8), branco (10R8/1), branco-rosado (10R8/2). As texturas são arenosas.

As estruturas ocorrentes são maciças nos horizontes: Cca1, Cca 2 e R (PP5); 2Cca e 2C (PP4); Cca1 e Cca2 (PP2); 2Cca (PP1) e Perfil 3. No PP1 também foram verificadas estruturas em blocos grandes e fortes (horizonte Btca1), prismáticas grandes e fortes (horizonte Btca2) e prismáticas grandes de moderada a fraca (horizonte Btca/Cca).

No PP5 ocorrem calcretes nodulares no horizonte Cca1 (Figura 11), com nódulos abundantes, em formato esférico, diâmetro de 4 a 25 mm e preenchimento por carbonato de cálcio (Figura 10). No horizonte Cca2 foram identificados nódulos com formato esférico a irregular e diâmetro de 8 a 90 mm; níveis de concentração de nódulos carbonáticos com espessura de aproximadamente 10 cm foram verificados, e em alguns pontos estas concentrações estão verticalizadas, indicando provável evolução *in situ*. O horizonte R é um depósito de canal. No PP4 há nódulos abundantes, em formato esférico, com diâmetro entre 2 a 8 mm. No PP2 os nódulos são abundantes e esféricos no horizonte Cca1 e comuns e irregulares no horizonte Cca2. No PP1 os nódulos estão presentes nos horizontes Btca1 (raros, de 4 a 6 mm de diâmetro), Btca2 (comuns, de 4 a 10 mm) e 2Cca (comuns, de 2 a 40 mm de diâmetro).

Figura 10 – Ponto Capela, perfis de paleossolos associados a depósitos da Formação Marília, Campina Verde (MG).



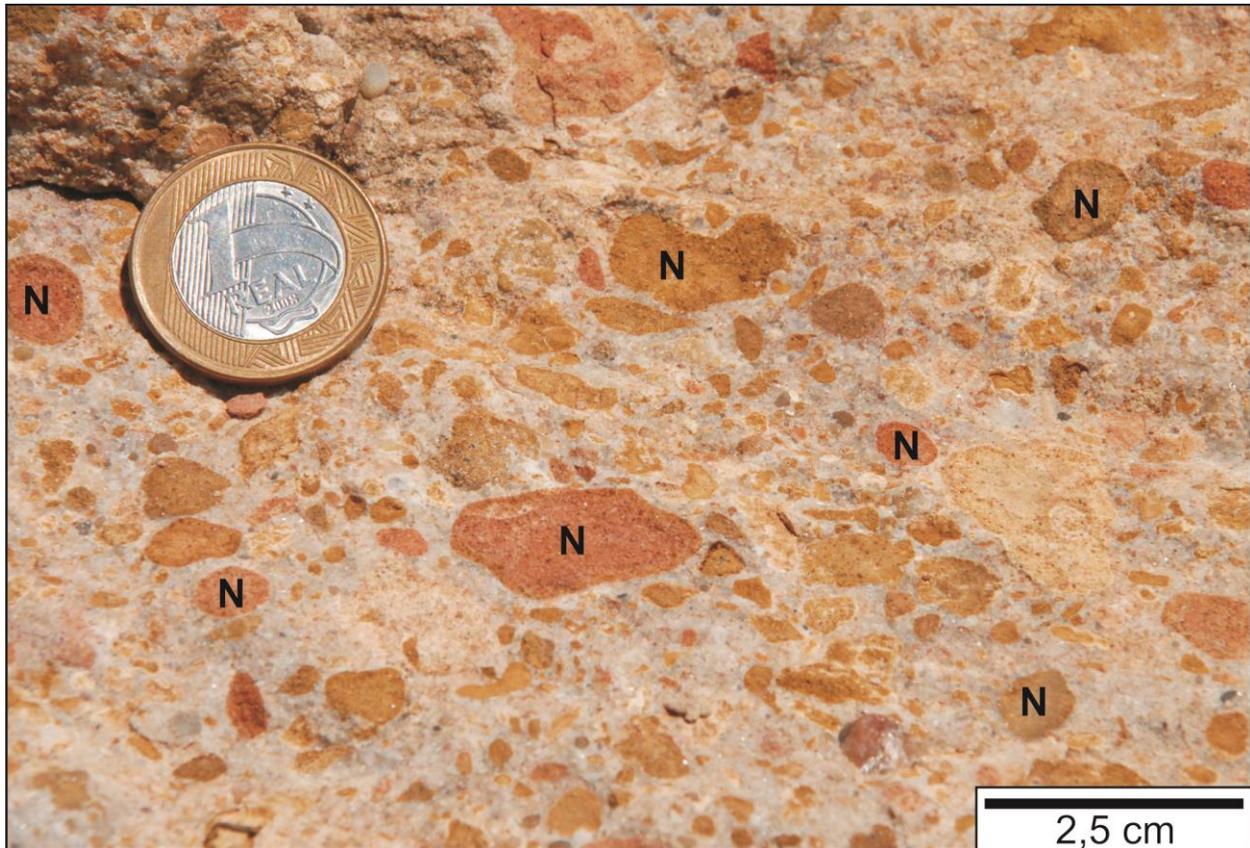
LEGENDA

	Bioturbação (intensa)		Calcrete		Estrutura prismática
	Bioturbação (moderada)		Calcrete nodular		PP Perfil de paleossolo
	Nódulos carbonáticos		Krotovina	Btca, Bca, Cca e C Horizontes de paleossolos	
	Halos		Estrutura em blocos		

A maioria dos horizontes Cca são fortemente cimentados por carbonato de cálcio, que está geralmente associado ao revestimento dos nódulos, grãos, e preenche as porosidades das bioturbações. Os horizontes R (PP5), 2Cca e 2C (PP4), e Btca1 e Btca/Cca (PP1) são fracamente

ou não cimentados por carbonato de cálcio na matriz, ocorrendo reação ao HCL 10% apenas em nódulos ou nas partes brancas.

Figura 11 – Calcretes nodulares em horizonte Cca1, no Ponto Capela, perfil de paleossolo 5.



As estruturas de atividades biológicas são bioturbações originadas a partir da ação de raízes; sua frequência varia ao longo dos perfis, de moderada a abundante, com espessuras de 2 a 10 mm de diâmetro, preenchimento por grãos de quartzo, carbonato de cálcio ou material vermelho e, eventualmente, associados a halos de redução ou formando rizoconcreções.

A transição entre os horizontes varia entre plana e clara (Cca1 - Cca2), abrupta e plana com depósitos vermelhos de canais e transições onduladas associadas à corte de sedimentos (Cca2 - R), abrupta e plana (R - 2Cca - 2C), plana e abrupta (Cca1 - Cca2), clara e plana (Cca2 - R), clara e plana (Btca1 - Btca2 - Btca/Cca) e plana e gradual (Btca/Cca - 2Cca).

7.2 Micromorfologia dos paleossolos

7.2.1 Ponto Bastos 1

O esqueleto constitui 40% das lâminas. É composto predominantemente por quartzo (acima de 90%), e raros grãos de feldspatos. Os grãos do esqueleto possuem dimensões que variam de 100 a 1500 μm . A distribuição granulométrica verificada é de areia fina (15%), areia média (50%), areia grossa (30%), areia muito grossa (5%).

As formas dos grãos são geralmente em blocos e pastilhas, ocorrendo também grumos e glóbulos, todos com formato muito variado, de subalongados a esféricos, de subangulares a bem arredondados, e rugosidade superficial geralmente ondulada nos grãos maiores e rugosa nos menores. O grau de seleção é predominantemente mal selecionado, alternando com moderadamente e bem selecionado.

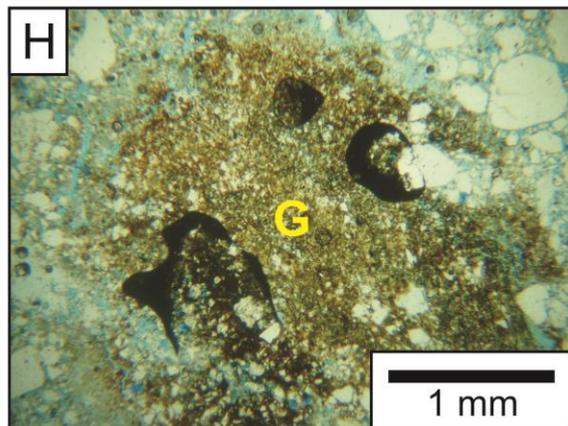
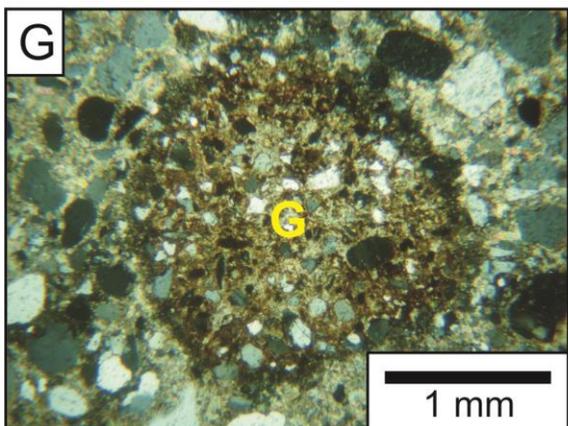
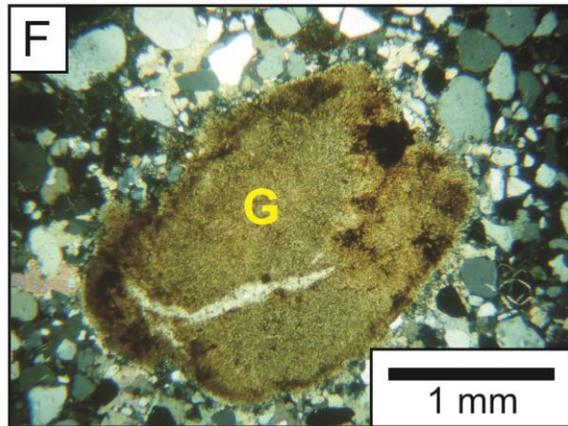
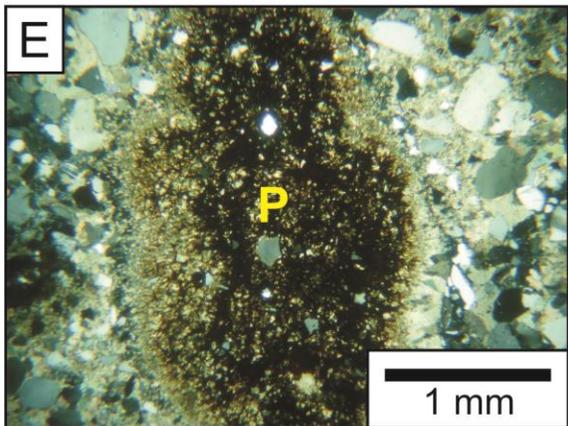
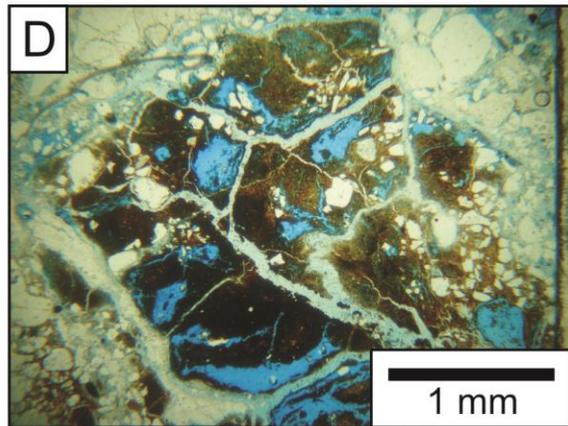
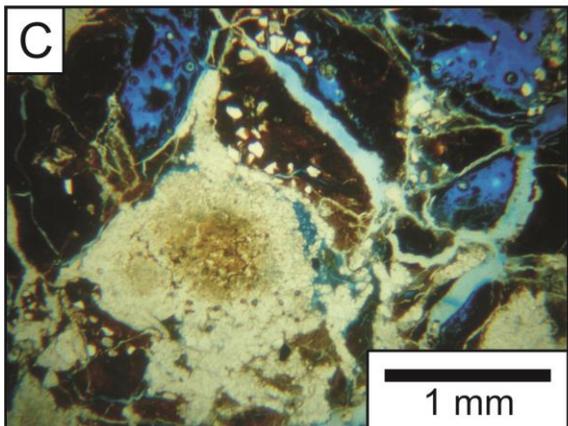
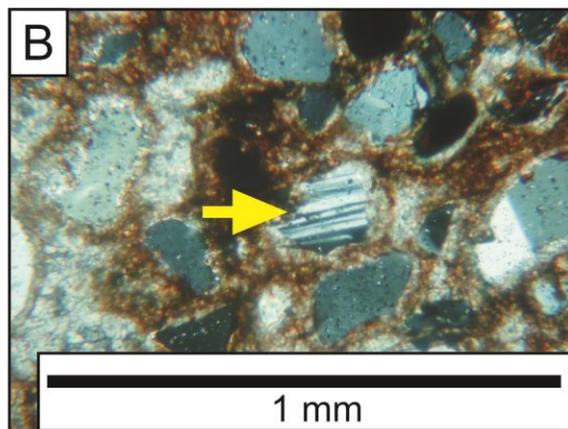
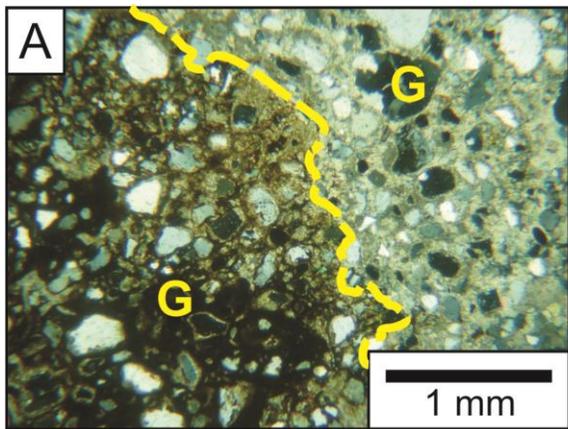
O plasma ocupa 42% da superfície das lâminas. É constituído basicamente por carbonato de cálcio de coloração esbranquiçada a esverdeada, e raras concentrações de óxidos avermelhadas, ambas com cristais amorfos. Algumas lâminas apresentam clastos suportados.

A trama (fundo matricial e feições pedológicas) possui distribuição de base aleatória, a referida é não referida e a relativa é, em grande parte das lâminas, porfírica fechada devido à cimentação carbonática, mas, ocorrem porfírica aberta, mônica e gefúrica. Não há orientação.

Os poros correspondem a 18% das lâminas. São classificados como intergranulares de empilhamento simples, cujas paredes correspondem às bordas dos grãos, de distribuição aleatória e sem orientação.

As feições pedológicas encontradas nas lâminas são glébulas preponderantemente constituídas de quartzo, carbonato de cálcio e óxidos, de individualização discreta, com grau de impregnação puro, moderada ou forte. O formato é elipsoidal, esférico ou irregular. A trama interna é indiferenciada, do tipo nódulo (Figura 12). Na lâmina do horizonte Cca3 foi identificado um pedotúbulo de individualização discreta, do tipo nódulo, que representa uma rizoconcreção, com paredes alisadas e coroas de calcita em torno. No horizonte Cca1 ocorre uma rede de carbonatação sobreposta a glébulas de quartzo e óxidos.

Figura 12 – Fotomicrografias do Ponto Bastos 1. A) Glóbula de quartzo, carbonato de cálcio e óxidos em horizonte Bca. B) Detalhe no fragmento de feldspato na matriz em horizonte Bca1. C e D) Rede de carbonatação cortando uma glóbula de quartzo e óxidos em horizonte Cca1. E) Pedotúbulo de quartzo e óxidos, com paredes alisadas e uma coroa de calcita ao redor em horizonte Cca3. F e H) Glóbula de carbonato de cálcio e óxidos em horizontes Cca3 e C2 respectivamente. G) Glóbula de quartzo, carbonato de cálcio e óxidos em horizonte Cca3. (Fotos A, B, E, F e G, polarizadores cruzados. C, D e H polarizadores descruzados).



7.2.2 Ponto Bastos 2

O esqueleto ocupa cerca de 29% das lâminas. É constituído principalmente por quartzo (acima de 90%), e minimamente por feldspatos. Os grãos do esqueleto possuem dimensões de 100 a 1000 µm. A distribuição granulométrica obtida é de areia fina (70%), areia média (15%), areia grossa (5%).

Os grãos possuem formas de pastilhas, blocos e placas, apresentando formato de subalongados a esférico, de subangular a arredondados, e rugosidade superficial variando de ondulada a rugosa. O grau de seleção é, geralmente, mal selecionado, e em uma única lâmina é moderadamente selecionado.

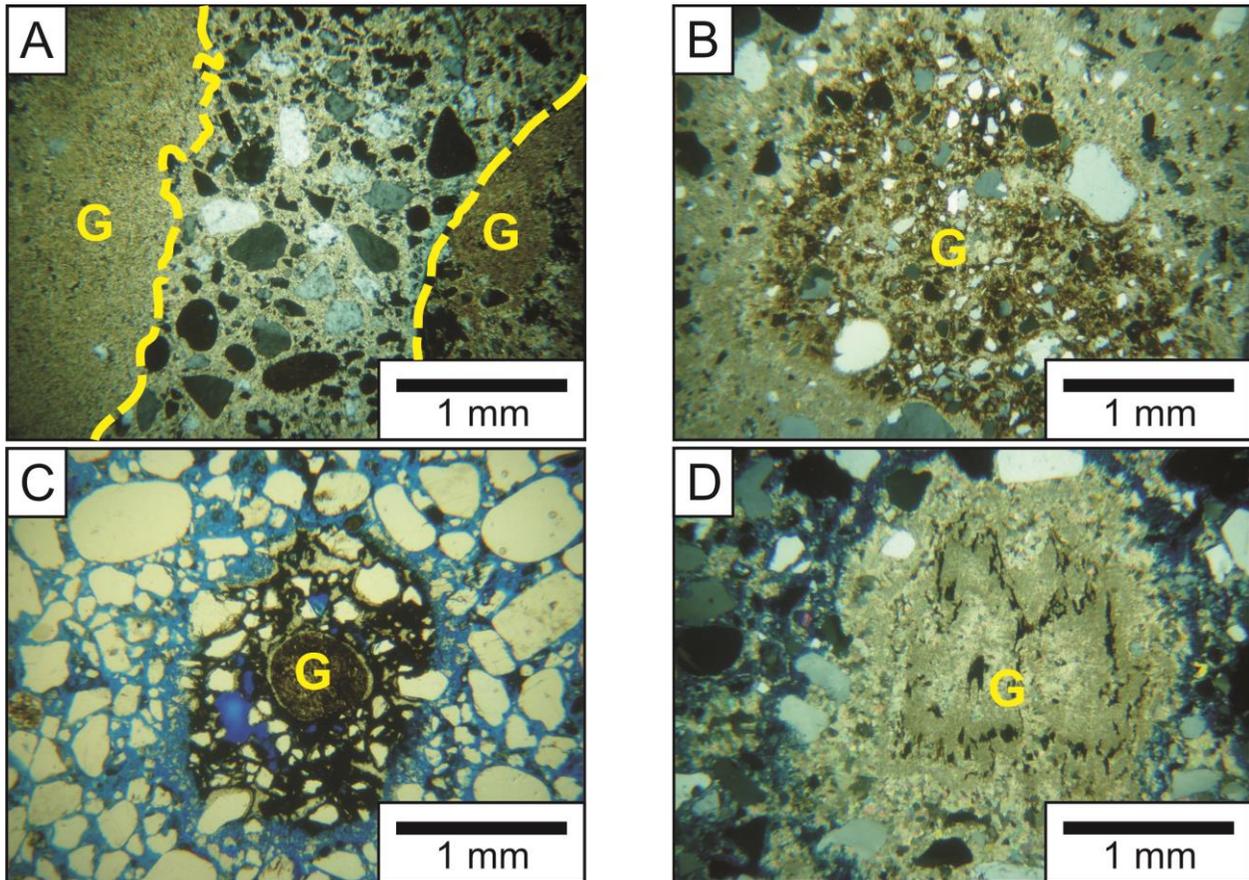
O plasma equivale a 54% das lâminas. É caracterizado, em geral, por carbonato de cálcio de coloração esbranquiçada com algumas acumulações de óxidos avermelhadas, exibindo cristais amorfos. A lâmina referente ao horizonte C possui clastos suportados.

A trama tem uma distribuição de base aleatória, com exceção do horizonte Cca1 em que é bandada, a referida é não referida e a relativa varia entre porfírica (fechada e aberta) e gefúrica. Não há orientação.

Os poros perfazem pouco mais de 17% das lâminas. São classificados como intergranulares de empilhamento simples, distribuídos aleatoriamente e sem orientação.

Foram identificadas feições pedológicas apenas nos horizontes Cca e C, interpretadas como glébulas, compostas por quartzo, carbonato de cálcio e óxidos, de individualização discreta, com grau de impregnação puro ou moderado, de formato irregular ou esférico, trama interna diferenciada, ambas do tipo nódulo (Figura 13). Na lâmina correspondente ao horizonte Cca1 foram verificadas duas glébulas que estão expulsando os grãos mais grossos, e criando uma espécie de tubo.

Figura 13 – Fotomicrografias do Ponto Bastos 2. A) Glébulas expulsando o material mais grosso para a matriz em horizonte Cca1. B) Glébulas de quartzo, carbonato de cálcio e óxidos em horizontes Cca2. C) Formação de glébulas associada ao deslocamento dos grãos de quartzo em horizonte C. D) Glébulas de carbonato de cálcio em horizonte C. (Fotos A, B e C, polarizadores cruzados. C, polarizadores descruzados).



7.2.3 Ponto Capela

O esqueleto compreende aproximadamente 43% da superfície das lâminas. É caracterizado majoritariamente por quartzo (acima de 90%), e eventualmente foram identificados grãos de feldspatos. Os grãos têm dimensões de 60 a 1500 μm . A distribuição granulométrica é de areia muito fina (15%), areia fina (15%), areia média (50%), areia grossa (15%), areia muito grossa (5%).

As formas dos grãos são comumente em pastilhas e blocos, exibindo formato variado, de subalongados a esféricos, de subangular a arredondados, com rugosidade superficial ondulada ou rugosa. O grau de seleção é predominantemente mal selecionado.

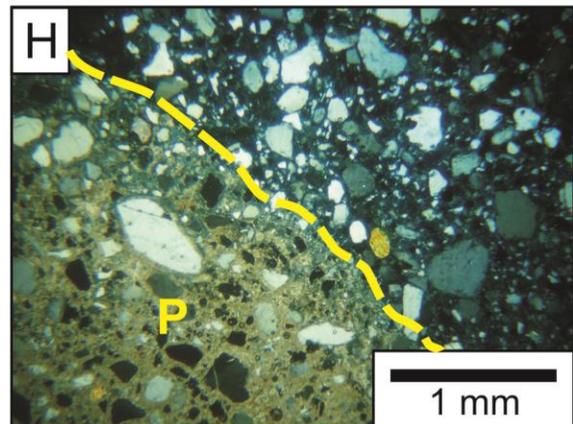
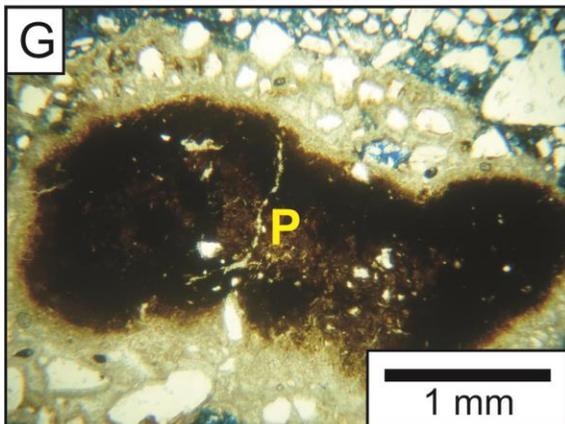
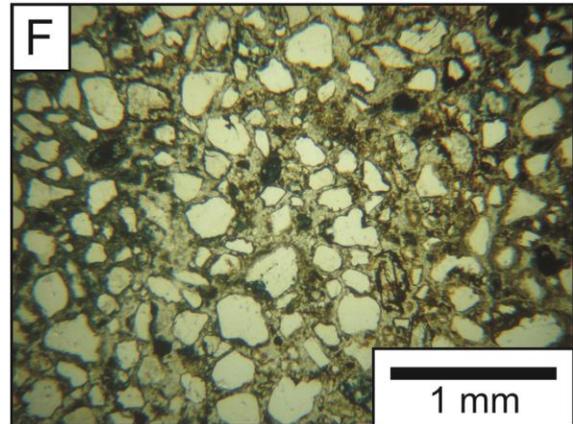
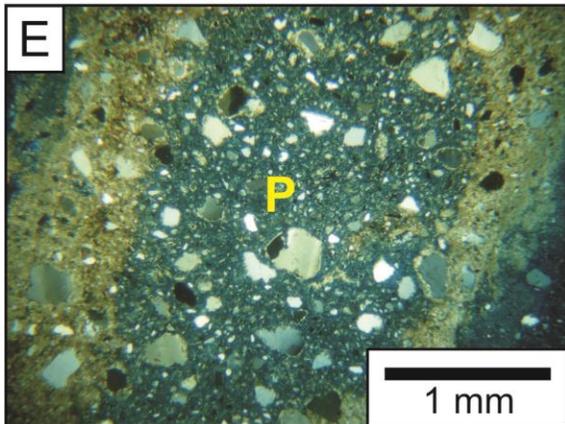
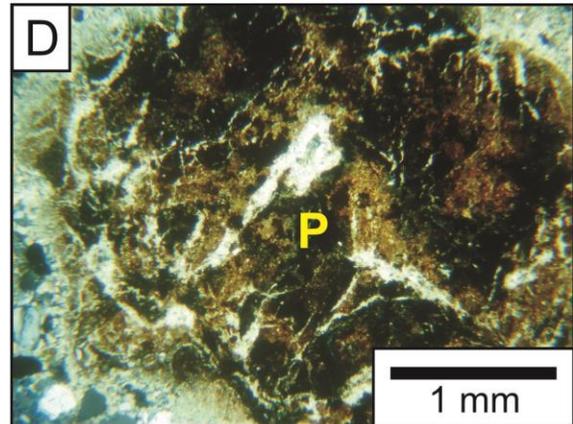
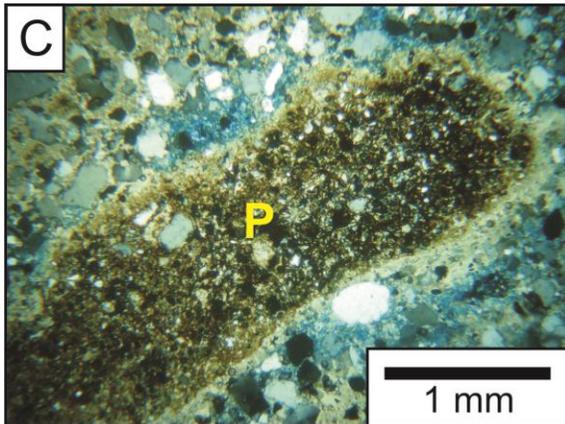
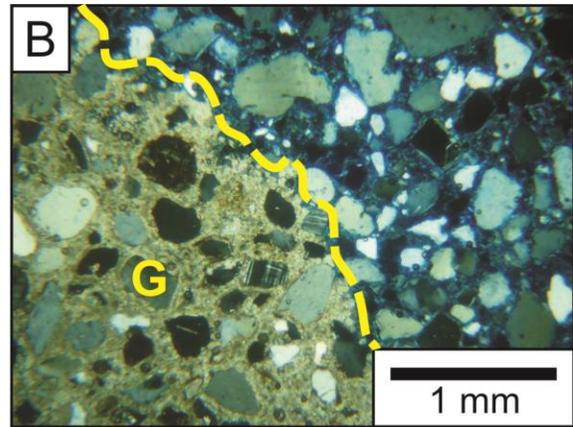
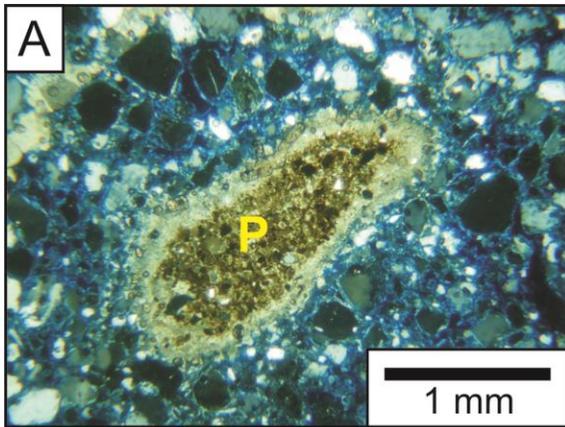
O plasma preenche 35% das lâminas. É composto normalmente por carbonato de cálcio de coloração esbranquiçada, em que os cristais são amorfos. Foram identificadas lâminas com clastos suportados.

A trama é caracterizada com distribuição de base aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e/ou gefúrica. Não há orientação.

Os poros ocupam 22% das lâminas. Foram classificados como intergranulares de empilhamento simples, cujas paredes correspondem às bordas dos grãos, de distribuição aleatória e sem orientação.

As feições pedológicas visualizadas nas lâminas são glébulas em geral compostas por quartzo e carbonatos de cálcio, de individualização discreta e raramente aderente, com grau de impregnação de fraco a forte. Os formatos alternam-se entre esférico, irregular e elipsoidal, a trama interna é indiferenciada, estritamente do tipo nódulo (Figura 14). Foram evidenciados pedotúbulos nos horizontes Cca1 e Cca2 (PP5), 2Cca (PP4), e nos horizontes Cca1 (PP 2) e Btca1 (PP 1), constituídos por quartzo, carbonatos e feldspatos (apenas no Cca1, PP2), de individualização discreta, do tipo isotúbulo e estritúbulos (apenas no Btca1, PP1).

Figura 14 – Fotomicrografias do Ponto Capela. A) Pedotúbulo de quartzo e carbonato de cálcio em horizonte Cca1. B) Contraste entre glóbula de quartzo e carbonato de cálcio e matriz em horizonte Cca1. C) Pedotúbulo de quartzo, carbonatos de cálcio em horizonte Cca2. D) Pedotúbulo de carbonato de cálcio em horizontes 2Cca. E) Pedotúbulo de quartzo, carbonato de cálcio e feldspato em horizonte Cca1. F) Detalhe de estrutura relativa porfírica fechada em horizonte Cca2. G) Pedotúbulo de quartzo e carbonato de cálcio em horizonte Btca1. H) Detalhe de glóbula de quartzo e carbonatos de cálcio com clastos suportados em horizontes Btca/Cca. (Fotos A, B e H, polarizadores cruzados. C-G, polarizadores descruzados).



7.3 Geoquímica dos paleossolos

Foram realizadas análises de espectrometria de fluorescência de raios x, que são importantes para conhecer os processos pedogenéticos envolvidos no desenvolvimento dos perfis (Tabela 2). A partir disso, elaboraram-se, segundo Sheldon e Tabor (2009), relações molares com os elementos principais (CaO, MgO, Na₂O, K₂O, Al₂O₃, TiO₂, SiO₂ e Fe₂O₃,) para indicar hidrólise ($\Sigma\text{bases}/\text{Al}_2\text{O}_3$), perda de bases ($\Sigma\text{Base}/\text{TiO}_2$), salinização ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$), e nos elementos traços (Ba, Sr), lixiviação (Ba/Sr).

A relação Σbases (Ca + Mg + Na + K) dividido por Al₂O₃ indica intemperismo através de hidrólise. A relação $\Sigma\text{Base}/\text{TiO}_2$ pode ser usada para estimar a intensidade da lixiviação. A relação $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ é usada para identificar salinização a partir do acúmulo de elementos móveis como sais solúveis (K e Na). A relação Ba/Sr é empregada para representar o comportamento da lixiviação durante o intemperismo.

7.3.1 Os principais óxidos e o intemperismo nos perfis do Bastos 1

No ponto Bastos 1 a SiO₂ possui aproximadamente 80% de concentração, aumentando progressivamente em direção à base do afloramento. O Al₂O₃ e o Fe₂O₃ mostram distribuição equilibrada. As maiores quantidades de Al₂O₃ estão no topo dos PPs, e de Fe₂O₃ no horizonte C/R. No PP2, no horizonte Cca3, ocorre o pico máximo do CaO, contrastando com uma nítida diminuição da SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃. O MgO pouco oscila ao longo dos PPs, exibindo leve diminuição em direção ao PP1.

A quantidade de CaO no PP2 (com exceção do horizonte Cca4) é maior do que a de Al₂O₃, indicando que os processos de hidrólise não foram predominantes na formação deste perfil (Figura 15). Contrariamente, nos PP1 há diminuição nos valores das bases (CaO, MgO, Na₂O e K₂O) com relação ao Al₂O₃.

A relação Base/Ti apresenta valores, em geral, acima dos 10 no PP2, exibindo picos no horizonte Cca2 (21) e Cca3 (54), que possui grande concentração de CaO. No PP1 registrou-se valores abaixo dos 5.

A relação $K+Na/Al$ verificada nos PPs apresenta valores muito baixos, abaixo dos 0,3, que é produto do elevado índice de remoção do K_2O e do Na_2O (SHELDON; TABOR, 2009). Esses percentuais são insuficientes para confirmar a salinização nos perfis.

A relação Ba/Sr é baixa próximo do topo, em média 4,1 no PP2, com pico de 10,1 na base deste mesmo perfil. Em direção ao PP1, há aumento desses valores, ultrapassando a média de 12, e com pico máximo de 17,9 no horizonte C/R (PP1). O aumento dos índices do topo em direção à base é indicativo de paleossolo altamente lixiviado (SHELDON, 2006).

Figura 15 – Relações moleculares do Perfil Bastos 1.

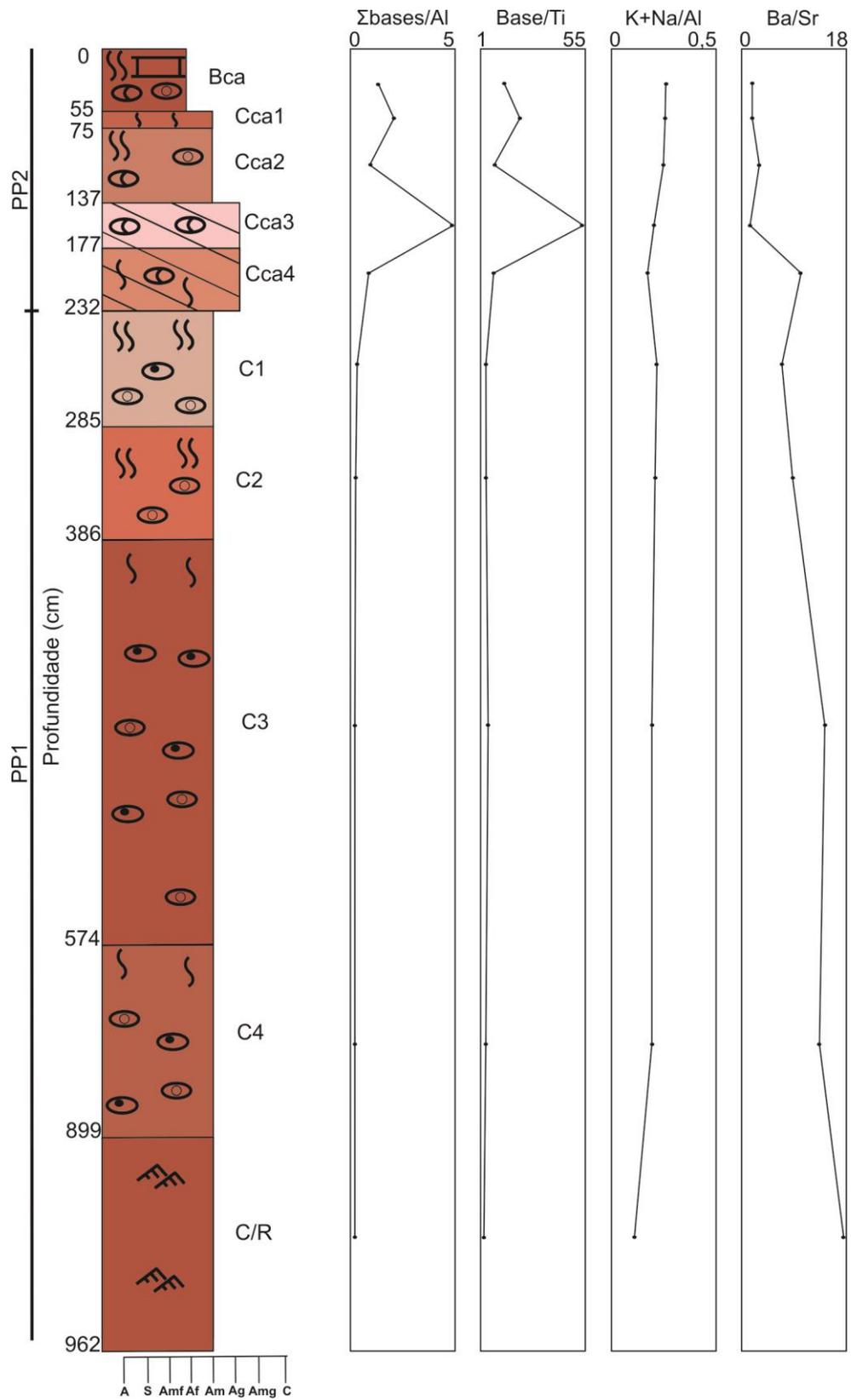


Tabela 2 - Relações Molares dos perfis Bastos 1, 2 e Capela.

	Si	Ca	Mg	Na	K	Al	Ti	Ba	Sr	Fe	Σbases/Al	Base/Ti	K+Na/Al	Ba/Sr	CIA-K	MAP
B1P3/Bca	74,25	7,29	1,37	0,17	1,19	4,53	0,569	283	161	2,64	1,27	12,90	0,26	2,75	93,22	552,59
B1P3/Cca1	62,64	13,45	1,37	0,15	1,23	4,57	0,551	356	230	2,49	2,00	21,23	0,26	2,42	37,89	437,42
B1P3/Cca2	81,28	4,4	0,96	0,17	1,02	4,14	0,631	269	114	2,63	0,92	7,77	0,25	3,69	62,13	646,08
B1P3/Cca3	53,22	21,7	0,84	0,06	0,57	2,57	0,298	269	248	1,79	4,99	54,94	0,21	1,70	17,67	309,39
B1P3/Cca4	83,26	3,21	1,3	0,1	0,72	4,05	0,498	273	42	2,70	0,74	7,70	0,17	10,18	68,92	748,65
B1P2/C1	87,01	0,48	1,09	0,12	1,07	4,64	0,566	236	48	3,35	0,37	3,96	0,22	7,70	93,22	1023,40
B1P2/C2	88,24	0,48	0,91	0,11	0,86	4,12	0,617	246	44	3,16	0,36	3,07	0,20	8,76	92,56	1038,92
B1P2/C3	89,01	0,5	0,74	0,05	0,7	3,75	0,357	284	32	3,26	0,33	4,44	0,18	13,91	92,46	1063,91
B1P2/C4	91,79	0,33	0,49	0,03	0,65	2,84	0,283	241	29	2,10	0,35	4,48	0,21	13,02	93,42	1028,16
B1P3/C-R	86,57	0,46	0,62	0,01	0,48	3,95	0,889	286	25	5,09	0,23	1,36	0,11	17,93	93,84	1117,48
B2P3/Cca1	56,83	17,7	1,74	0,1	0,86	3,77	0,503	275	362	2,20	2,99	28,61	0,22	1,19	27,78	370,84
B2P3/Cca2	73,49	6,66	1,97	0,17	1,42	5,24	0,65	329	185	2,92	1,11	11,49	0,27	2,78	58,18	601,26
B2P2/C	87,81	1,79	1,28	0,11	0,78	3	0,346	213	51	1,90	0,75	8,40	0,26	6,54	74,04	762,86
B2P1/2Cca	60,2	16,23	1,3	0,12	1,05	3,71	0,499	367	210	2,23	2,82	26,81	0,28	2,73	29,19	377,24
C1P5/Cca1	48,19	21,63	3,86	0,08	0,69	2,56	0,293	243	632	1,25	5,51	61,45	0,26	0,60	17,64	308,47
C1P5/Cca2	77,68	6,15	1,87	0,1	1,05	3,77	0,426	268	226	1,67	1,36	15,43	0,27	1,85	52,26	547,93
C1P5/R	88,07	1,38	1,25	0,1	1,06	3,81	0,427	240	63	1,62	0,60	6,85	0,27	5,97	82,29	842,80
C1P4/2Cca	65,55	11,39	3,66	0,09	0,89	3,09	0,359	294	477	1,56	2,77	30,53	0,28	0,96	32,83	400,83
C1P4/2C	74,33	7,82	2,33	0,1	1,01	3,54	0,427	282	340	1,60	1,75	18,57	0,28	1,29	44,79	486,84
C1P2/Cca1	63,78	13,36	2,54	0,06	0,91	3,19	0,358	255	448	1,42	2,89	32,90	0,27	0,89	30,16	383,41
C1P2/Cca2	53,46	15,57	5,64	0,05	0,58	3,02	0,4	215	564	1,92	3,76	36,24	0,18	0,59	26,00	360,78
C1P2/R	78,63	2,25	1,5	0,11	2,44	6,77	0,82	342	130	3,69	0,61	6,46	0,34	4,12	83,84	804,21
C1P1/Btca1	56,66	18,8	1,77	0,05	0,79	2,84	0,369	251	610	1,54	4,15	40,80	0,26	0,64	21,49	330,28
C1P1/Btca2	60,62	12,62	4,38	0,05	0,7	3,92	0,463	204	378	2,02	2,38	25,77	0,17	0,84	35,99	431,77
C1P1/Btca/Cca	81,52	3,28	1,65	0,12	1,52	4,75	0,536	282	156	2,08	0,82	9,36	0,31	2,83	71,67	708,91
C1P1/2Cca	84,53	2,34	1,71	0,08	0,81	4,07	0,543	256	83	2,44	0,67	6,48	0,19	4,83	75,29	813,61

7.3.2 Os principais óxidos e o intemperismo no perfil do Bastos 2

No ponto Bastos 2 a SiO_2 possui concentração em torno de 70%. Leve aumento de Al_2O_3 é observado no horizonte Cca2. Ocorrem dois grandes picos de CaO no topo (PP2) e no PP1. No horizonte C há pico de SiO_2 , enquanto o CaO, o Fe_2O_3 e o Al_2O_3 apresentam valores inferiores se comparados aos demais horizontes. O MgO não mostra variação significativa, com valores em média de 1,5%.

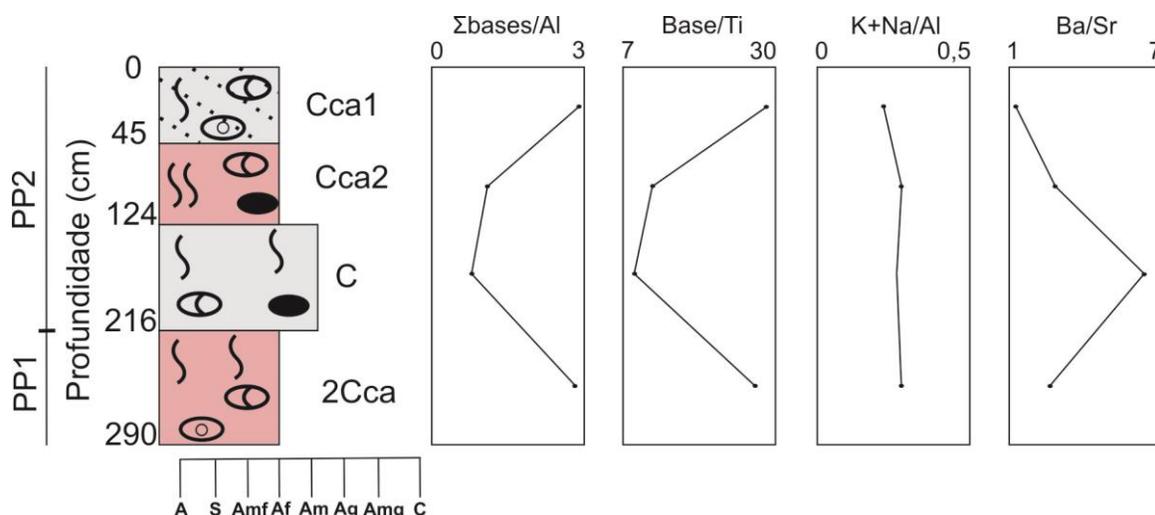
Ocorre oscilação dos valores da relação $\Sigma\text{bases}/\text{Al}$, com leves picos no PP2 (horizonte Cca1) e no PP1, provavelmente, relacionados às flutuações de CaO, que acompanham essas variações (Figura 16). No horizonte Cca2 há redução dos valores de CaO paralelamente aos maiores índices de Al_2O_3 .

Os valores referentes à relação Base/Ti variam entre os PPs. Os picos estão situados no topo do PP2, no horizonte Cca e no PP1 (2Cca), com valores acima dos 28. Nos demais horizontes, os valores são de 11,4 (Cca2) e 8,40 (C).

A relação $\text{K}+\text{Na}/\text{Al}$ possui valores baixos, cerca de 0,2, com tendência de leve aumento em direção ao horizonte 2Cca, resultado de concentração mínima desses sais solúveis. Esses percentuais são insuficientes para confirmar a salinização no perfil.

A relação Ba/Sr demonstra lixiviação, com propenso aumento em direção à base do PP2, com valores oscilando de 1 no topo, a 6,5 no horizonte C. Esse horizonte tem a maior acumulação de sílica, contrastando com as menores quantidades de bases.

Figura 16 – Relações moleculares do Perfil Bastos 2.



7.3.3 Os principais óxidos e o intemperismo no perfil do Capela

No ponto Capela, a concentração de SiO_2 tem percentual de 69,4%. O CaO está distribuído desigualmente, exibindo picos acima dos 11% ao longo dos PPs. Os maiores valores estão no topo do PP5 (21,6%) e abaixo de um depósito de material fino (R), no horizonte Btca1, no PP1 (18,8%). A variação do Fe_2O_3 e Al_2O_3 é menos pronunciada, com médias de 3,7% e 1,9% respectivamente. No depósito (R, PP2) foram identificados os picos máximos de Fe_2O_3 (3,69%) e Al_2O_3 (6,77%). O MgO exibe leves picos ao longo dos perfis. A quantidade de Na_2O e K_2O é baixa e pouco variável.

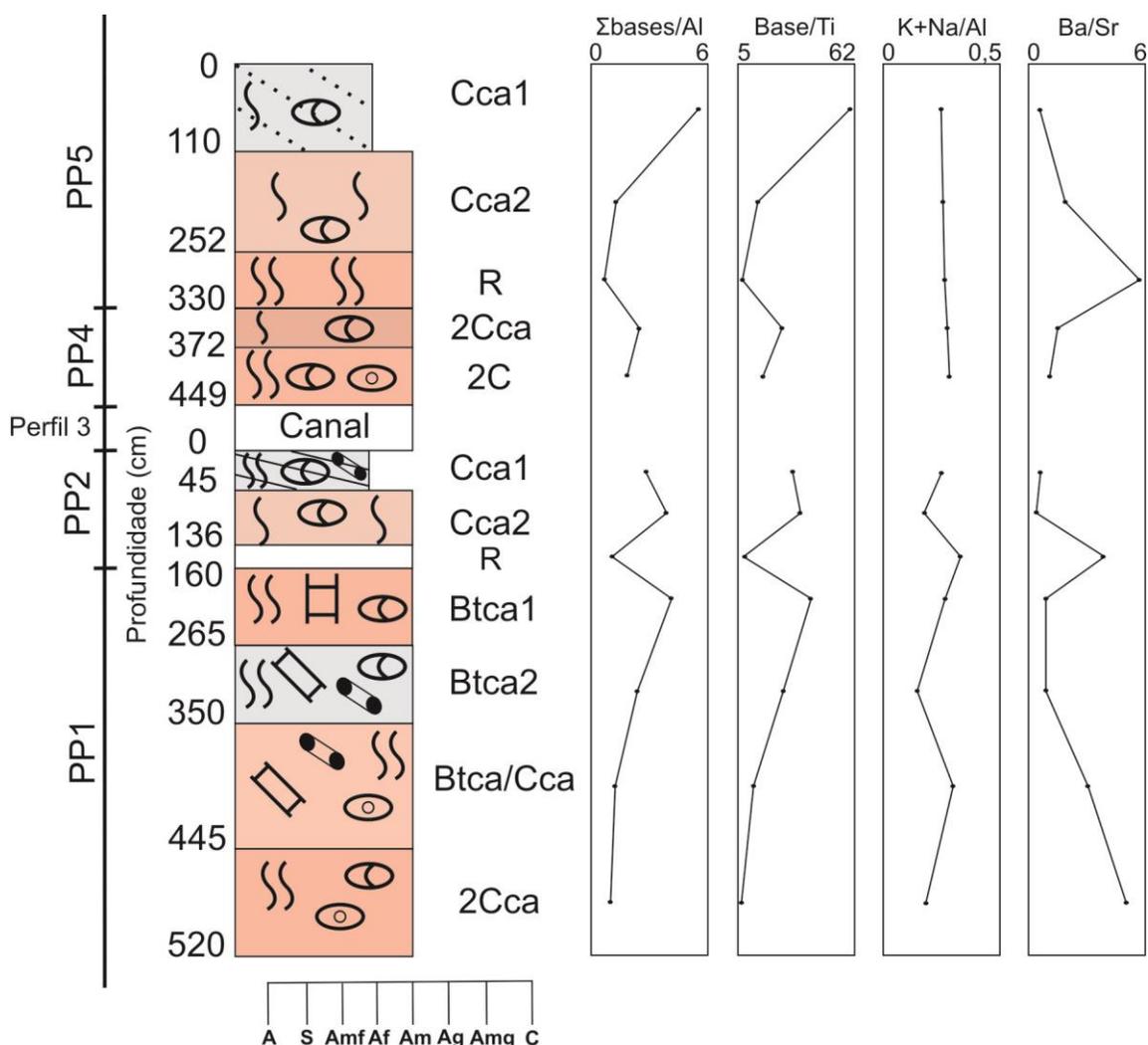
A relação $\Sigma\text{bases}/\text{Al}$ exibe pontualmente redução na quantidade das Σbases relativa ao Al_2O_3 , indicando que ocorreram processos de hidrólise nos perfis, porém de forma minoritária (FIG. 17).

A relação Base/Ti apresenta elevados índices, com percentual médio de 24,2, e picos de 61,4 no topo do PP5 (Cca1) e 40,8 no PP1 (Btca1). Os valores mais baixos (inferiores a 7) estão presentes nos depósitos (PP2 e PP5) e no horizonte 2Cca no PP1, na base do afloramento.

A relação $\text{K}+\text{Na}/\text{Al}$ permanece relativamente constante nos perfis, com valores em geral abaixo dos 0,2, exceto no R (PP2) e no horizonte Btca/Cca (PP1), em que se obteve percentuais acima dos 0,3. Esses percentuais são muito baixos para confirmar a salinização nos perfis.

Nos PPs observa-se que a relação Ba/Sr não demonstra grande variação de seus valores do topo à base. Ocorrem apenas três picos, o primeiro no horizonte R (PP5) de 5,97, o segundo no R (PP2) de 4,12, e o terceiro no horizonte 2Cca (PP1).

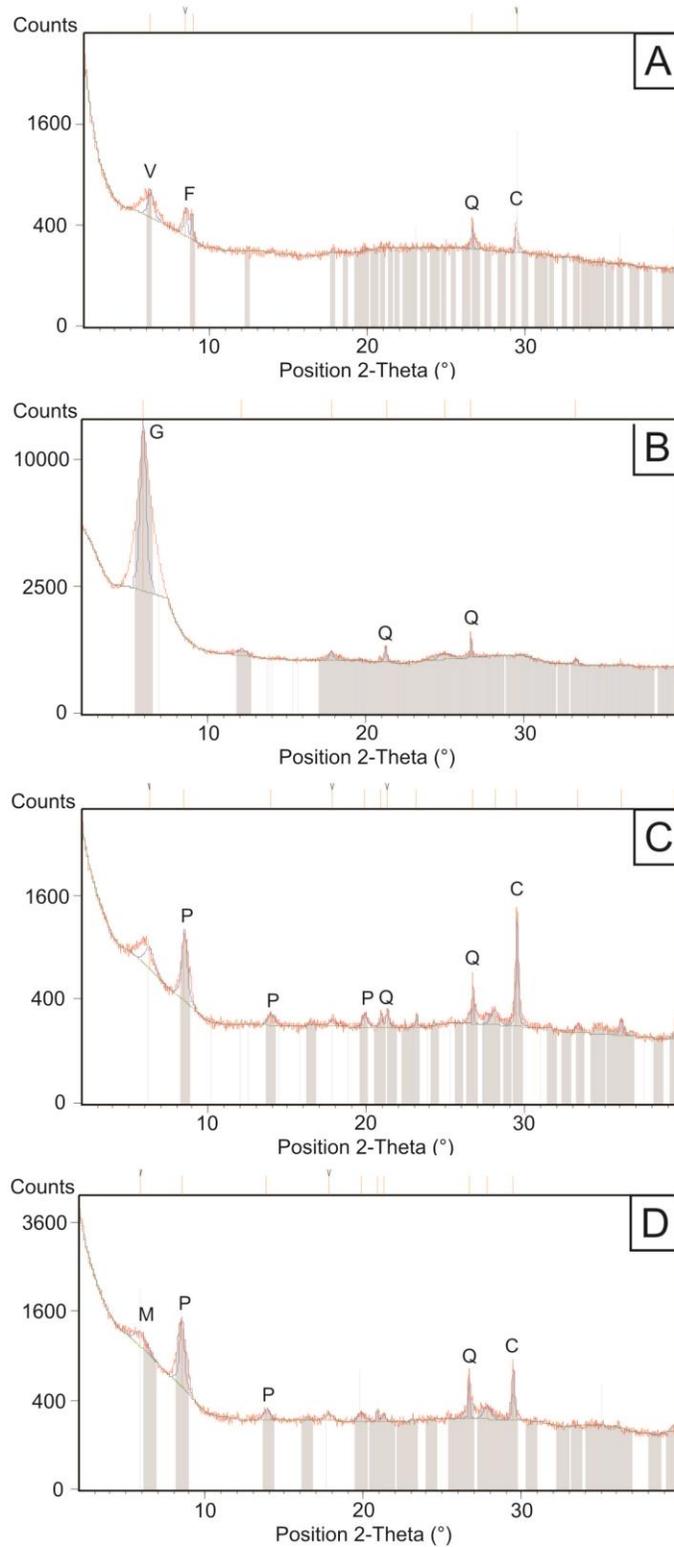
Figura 17 – Relações moleculares do Perfil Capela.



7.4 Identificação dos argilominerais

Os argilominerais (Figura 18) verificados foram a palygorskita, dominante em todos os perfis de paleossolos (PPs), a vermiculita (Bastos 1, horizontes Cca2, Cca3 e Cca4, e Capela, horizonte Cca2), montmorillonita (Bastos 1, PP1, horizontes C1, C3 e C4, e Capela, PPs 5, 4, 2 e 1, horizontes R, 2C, Cca2, Btca1, Btca/Cca e 2Cca), saponita (Bastos 1, PP1, horizontes C4 e C/R), flogopita (Bastos 1, PP2, horizonte Cca3) e goethita (Bastos 1, PP1, horizonte C/R). Ocorrem ainda pequenas quantidades de quartzo e calcita na fração argila.

Figura 18 – Padrões da difração de raios X, exibindo a interpretação dos argilominerais. (A) Bastos 1, PP2. (B) Bastos 1, PP1. (C) Bastos 2, PP1. (D) Capela, PP1. V, vermiculita; F, Flogopita; G, Goethita; Q, Quartzo; P, palygorskita; C, Calcita; e M, Montmorillonita.



7.5 Estimativas de paleoprecipitação em paleossolos

A técnica utilizada para calcular a média anual de precipitação (MAP) (Figura 19), que ocorreu no decorrer na formação dos perfis de paleossolos, foi baseada nos valores obtidos pelo índice de alteração química (CIA-K).

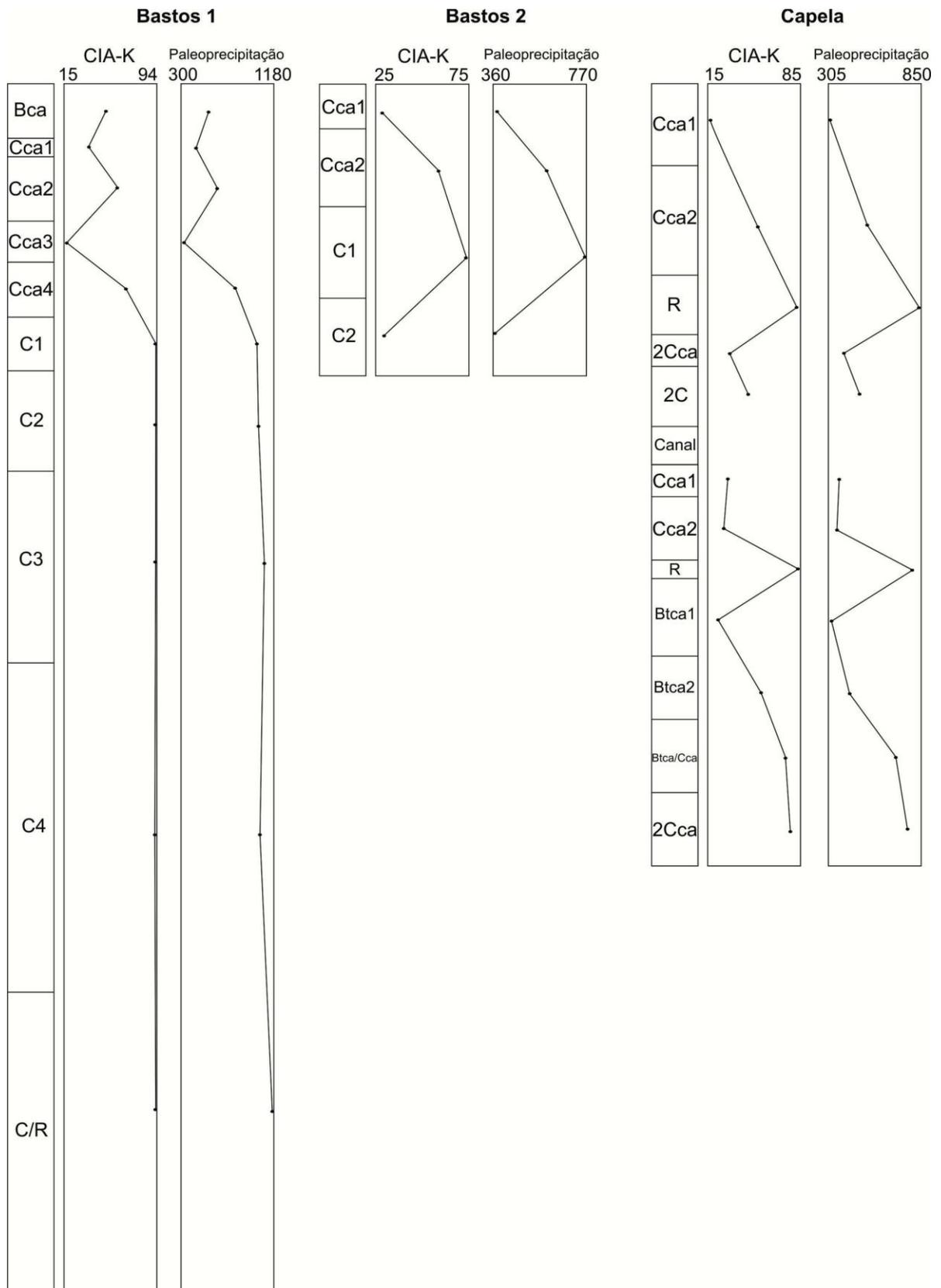
Para quantificar a intensidade do intemperismo químico, Nesbitt e Young (1982), originalmente propuseram o CIA, definido a partir da seguinte equação: $CIA = 100 \times [(Al_2O_3)/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)]$. Esse índice calcula o grau de intemperismo da rocha e pode determinar o desenvolvimento pedogênico em rochas siliciclásticas (SHELDON; TABOR, 2009). Entretanto, devido à possibilidade de adição de potássio por metassomatismo, esse índice foi modificado (CIA-K) e o potássio foi desconsiderado (MAYNARD, 1992).

Os índices de paleoprecipitação (Figura 17) são estimados através da equação apresentada por Sheldon, Retallack e Tanaka (2002): $MAP \text{ (mm)} = 221e^{0,0197(CIA-K)}$, que possui $R^2 = 0.72$ (coeficiente de determinação) e $s = \pm 182 \text{ mm}$ (desvio padrão). Os maiores índices de precipitação revelam processos de intemperismo químico mais intenso nos paleossolos, quando houve a remoção dos elementos alcalinos e alcalinos terrosos e concentração de elementos mais resistentes como o alumínio (SHELDON; RETALLACK; TANAKA, 2002). Esses autores afirmam que as melhores relações de paleoprecipitação são obtidas quando realizadas em horizontes B, dado que seu material geológico tende a ser mais antigo que o horizonte A, e mais recente que o horizonte C. Contudo, nesse trabalho, a equação também foi aplicada para os horizontes C. Ao se calcular a paleoprecipitação em horizontes C, normalmente teríamos valores de chuvas menores do que os reais, uma vez que eles são menos intemperizados. Caso houvesse horizontes B preservados, esse solo exibiria índices maiores a respeito da quantidade de chuvas.

Observa-se, na figura, que as estimativas de paleoprecipitação acompanham os valores de CIA-K. Foram obtidas as seguintes médias entre CIA-K/MAP: no Bastos 1, PP2 47/538 e PP1 93/1066; no Bastos 2, 47/528; no Capela, PP5 50/566, PP4 38/443, PP2 46/516 e PP1 51/571.

De maneira geral, foi verificado que os valores mais baixos de CIA-K e MAP ocorrem nos horizontes calcretizados (Bastos 1, Cca3; Bastos 2, Cca1; e Capela, Cca1) e os mais elevados estão associados a horizontes que não apresentaram cimentação carbonática na matriz (Bastos 1, C1, C2, C3, C4 e C/R) e/ou depósitos (Capela, R)

Figura 19 – Cálculos de CIA-K e paleoprecipitação.



8. DISCUSSÃO

8. 1 Interpretação das características paleopedológicas dos paleossolos da Formação Marília

As características macromorfológicas e micromorfológicas descritas nos pontos Bastos 1, Bastos 2 e Capela refletem paleossolos carbonáticos, revelando horizontes C, Cca, Bca e Btca, estruturas pedológicas, bioturbações, rizoconcreções, intemperismo mineral e carbonato pedogênico associado à matriz e às feições pedológicas.

Os pontos estudados são representados pela associação vertical entre paleossolos e depósitos sedimentares, os quais conferem períodos de estabilidade ou instabilidade das superfícies, respectivamente. Tais períodos mostram comumente superfícies transicionais, abruptas e planas entre si.

Nos perfis de paleossolos (PPs) foram identificados majoritariamente horizontes C com alta concentração de carbonato de cálcio (Cca) e, pontualmente, horizontes Bca, os quais, na Capela, estão associados à presença de horizontes argílicos (Btca). Nenhum PP apresentou horizonte A preservado, e raramente observou-se horizontes B, dado que sugere que grande parte dos horizontes superficiais nos PPs foram decapitados por processos erosivos.

A presença de horizontes subsuperficiais B, estruturas pedogênicas, diferenciação de horizontes e a participação de organismos, atestada por vestígios de bioturbação, são aspectos que inferem alto grau de evolução dos paleossolos. Foram identificadas estruturas pedológicas no Bastos 1 (tipo laminar) em horizonte Bca e Capela (tipo blocos e prismática) em horizontes Btca. Nesses horizontes, verificou-se intensa atividade biológica, geralmente, correspondentes às estruturas verticais cilíndricas que se ramificam lateralmente, normalmente preenchidas por areia e ou carbonato de cálcio, interpretadas como rizólitos (KLAPPA, 1980). A ocorrência de pedotúbulos corroboram as afirmações a respeito da presença de marcas de raízes nesses horizontes. As bioturbações normalmente formam rizoconcreções carbonáticas.

No Capela (PPs 1), os horizontes carbonáticos argílicos (Btca) podem indicar uma evolução de processos, inicialmente baseados na descalcificação e translocação de argilas em períodos úmidos sob climas áridos, e posterior recalcificação, atribuída a períodos secos subsequentes (KHORMALI, et al., 2003). A disponibilidade hídrica, caracterizada por maiores

ou menores índices pluviométricos, pode ser um dos principais motivos que desencadearam esses processos.

Nos três pontos estudados, verificaram-se horizontes C, frequentemente com acumulação de carbonato de cálcio (Cca), alguns definidos como calcretes. Foram descritas nos calcretes feições microtexturais do tipo *alfa* (predomínio de micrita na cimentação carbonática, glébulas, ocorrência de processos de corrosão e/ou substituição parcial dos grãos siliciclásticos por cimento carbonático, coroas de carbonato de cálcio) e *beta* (traços de raízes).

Essas informações atestam a não-origem diagenética desses horizontes calcretizados. Para Wright e Tucker (1991), horizontes com acumulações de carbonato que se formam no interior de perfis de solo são considerados calcretes pedogênicos. Entretanto, de acordo com Wright (2007), a presença de feições do tipo *alfa* e *beta* corroboram a possível coexistência de formas pedogenéticas, formadas em perfis de solos na zona vadosa, e de águas subterrâneas, desenvolvidas próximo da franja de capilaridade do lençol freático.

As características morfológicas dos horizontes Btca, Bca e Cca possibilitam classificá-los conforme a proposta de Gile, Peterson e Grossman (1966) e Machette (1985), baseados nas características de acumulação carbonática. Os horizontes Btca estão relacionados ao estágio II, caracterizados por concentrações proeminentes de carbonato, na forma de nódulos, variando entre comuns a poucos. Os horizontes Bca e parte dos Cca, apresentam estágio I marcado por poucos filamentos na matriz do solo e revestimentos fracos nos grãos. Os horizontes definidos como calcrete geralmente mostraram os maiores conteúdos de CaCO_3 (>20), e a ocorrência de vários nódulos e preenchimentos internodulares, que se refere ao estágio III.

A cimentação carbonática, em geral, ocorre em grandes quantidades nos PPs, exceto no Bastos 1, PP1, no qual o preenchimento por carbonatos é inexistente na matriz, ocorrendo apenas nas bioturbações. O baixo grau de cimentação nesses horizontes e a falta de nódulos carbonáticos, seguido por revestimentos de películas de óxidos nos grãos e bioturbações – eventualmente apresentando halos de oxi-redução associados –, aliado ao espessamento dos horizontes (totalizando 730 cm), sugerem mudanças relacionadas à maior umidade disponível no ambiente. Isso pode ser confirmado a partir da identificação do argilomineral goethita, que é frequentemente associado a solos altamente intemperizados de regiões tropicais e subtropicais, mormente Latossolos (FONTES; WEED, 1991; MUGGLER, 1998). A goethita pode ser encontrada em ambientes úmidos e semiáridos (KEMP, 1985). Ugolini et al. (2008) e Sandler

(2013) descreveram traços de goethita em solos no sul da Jordânia e Israel, respectivamente, e concluíram que sua origem poderia estar relacionada à contribuição de material eólico.

E também há horizontes C (PP2) no Bastos 2 e Capela (PP4) que não apresentam cimentação carbonática na matriz. Esses PPs representam baixo grau de desenvolvimento pedogenético mediante a ausência de estruturas pedogênicas e horizontes B.

O carbonato de cálcio descrito para esses horizontes é similar a outros registros de paleossolos e horizontes calcretizados neocretáceos da Formação Marília (MANZINI, 1999; DAL BÓ; LADEIRA, 2006; BROLESI, 2007; DAL BÓ, 2008; BRIENZA, 2008; BASILICI; DAL' BÓ; LADEIRA, 2009; DAL' BÓ, et al., 2009; DAL' BÓ; BASILICI; ANGELICA, 2010; BASILICI; DAL' BO, 2010; VILELA, 2010; FERNANDES, 2010; DAL' BÓ; BASILICI, 2011; DAL' BÓ, 2011; PAVIA JUNIOR; 2012; MAOSKI, 2012, DOCE, 2012) e sua formação tem sido atribuída a intercalação de períodos úmidos (formação de paleossolos e calcretes pedogênicos), e secos (formando depósitos sedimentares) em um clima semiárido à árido. Na atualidade, solos carbonáticos, constituídos por horizontes Btca e Bca (ALAILY, 1993; KHORMALI et al., 2003; KHRESAT; QUDAH, 2006; OZAYTEKIN; MUTLU; DEDEOGLU, 2012) e calcretes (HORTA, 1980; AL-SULAIMI; MOLLAH; MATTI, 1990; WIDER; SHARABANI; SINGER, 1994; CHIQUET et al., 2000; STOKES; NASH; HARVEY, 2007), desenvolvidos durante o Quaternário, estão evoluindo em ambientes áridos e semiáridos, caracterizados por eventos de precipitação esporádica.

Tal afirmação é corroborada pela presença do argilomineral palygorskita, que tem sido identificado no Grupo Bauru (principalmente na Formação Marília), e associado a condições semiáridas (SUGUIO, 1981; SUGUIO; BARCELOS, 1978; 1983; SUGUIO; BARCELOS; MATSUI, 1980; FERNANDES, 2010). Em períodos secos, a evaporação concentra Ca^{2+} , Mg^{2+} e SiO_2 nas águas subterrâneas, provocando a precipitação de calcita e palygorskita (WANG; NAHON; MERINO, 1993). Dahnnoun e Al-Dabbagh (1988), baseado em um estudo em rochas carbonáticas e margas, afirmaram que é muito provável que a palygorskita seja instável em soluções aquosas, alterando-se para montmorilonita. Esse processo se desenvolveria lentamente, e provavelmente seria inibido por pH alto, conteúdo carbonático e salinidade elevados. Isso justificaria as montmorilonitas ocorrente nos PPs, comumente associadas as palygorskitas, que já haviam sido assinaladas na Formação Marília por Brandt Neto (1984).

8.2 Interpretação das características geoquímicas dos paleossolos

A quantidade de sílica nos PPs apresenta uma média de 73%, e um pico de 91% de concentração, o que corrobora as observações macromorfológicas e micromorfológicas, que apontam o quartzo como o principal mineral no arcaçouço.

Outro mineral que merece destaque é o feldspato, que foi identificado em proporções extremamente baixas no Bastos 1 (PPs 3 e 2), Bastos 2 e Capela. Os valores reduzidos de K_2O , Na_2O e CaO confirmam a quase ausência desse mineral, verificado nas lâminas delgadas. O feldspato é considerado um mineral facilmente removível, e embora raramente fosse observado, sua presença pode revelar uma evolução pedológica sob climas secos. Entretanto, é válido ressaltar que, em geral, esses baixos valores de K_2O , Na_2O e MgO indicam que havia água suficiente no ambiente para liberar as bases durante o processo de lixiviação, mesmo que não tenha sido suficiente para remover o CaO de determinados horizontes, promovendo sua concentração em nódulos e ou na matriz. Em regiões mais áridas, a umidade não é capaz de remover o cálcio dos solos, assim, este se acumula em horizontes Bca e Cca (SHELDON et al., 2002).

Baseado na correlação entre as informações obtidas pelas relações molares e o CIA-K, foi possível distinguir a intensidade do intemperismo nos diferentes PPs e os processos pedogenéticos mais atuantes na formação dos paleossolos.

Os horizontes Btca identificados no Capela (PP1) mostram tendência considerável de diminuição dos valores de CIA-K – com exceção do horizonte Btca/Cca –, que pode estar diretamente relacionada à redução do intemperismo químico. Paralelamente a essa baixa disposição dos valores de CIA-K, observa-se um aumento na relação de perda de bases (Ti/Al) e Σ bases/Al (hidrólise), e conseqüentemente, menor influência dos processos pedogênicos de lixiviação (Ba/Sr). No horizonte Bca, os Bastos 1 (PP2), nota-se um aumento médio dos valores de CIA-K em comparação com o horizonte Btca, acompanhado pela redução na relação Ti/Al e Σ bases/Al, e leve crescimento dos índices da relação Ba/Sr, caracterizando um leve aumento no intemperismo químico.

Os valores de CIA-K, nos horizontes mencionados acima, são distribuídos da seguinte forma: nos horizontes Btca os valores variam entre 21 a 35 e no Bca é de 52, o que indica condições de intemperismo fraco a moderado, considerando que valores 62 a 73 registrados em

paleossolos do Eoceno Inferior, no estado do Texas (EUA), correspondem a intemperismo moderado (WHITE; SCHIEBOUT, 2008).

O CIA-K nos horizontes Cca exibem valores distintos nos perfis de paleossolos, o que revela que os menores valores estão intimamente associados aos horizontes calcetizados mais desenvolvidos, que apresentam os índices mais elevados nas relações de Ti/Al e $\Sigma bases/Al$, as quais evidenciam redução na perda de bases e hidrólise, assim revelando diminuição na intensidade da lixiviação (Ba/Sr). Essas características apontam para baixa influência dos processos de intemperismo químico.

Os valores de CIA-K nos horizontes Cca são de 17 a 30 nos calcetes e demais horizontes com elevada cimentação carbonática, os quais representam condições de intemperismo fraco, e de 37 a 75 nos outros horizontes, que compreende condições de intemperismo moderado a intenso (WHITE; SCHIEBOUT, 2008).

No Bastos 1 (PP1), os horizontes C e C/R apresentaram valores de CIA-K extremamente distintos dos demais pontos estudados. Os índices máximos calculados estão acima dos 93, o que sugere condições de intenso intemperismo. Esses horizontes possuem os valores mais baixos nas relações de Ti/Al e $\Sigma bases/Al$, que apontam a preponderância dos processos de lixiviação através da relação Ba/Sr . Isso pode ocorrer caso o intemperismo tenha sido muito agressivo e afetado até o horizonte C/R, ou se a rocha matriz for proveniente de materiais previamente intemperizados.

Em relação às médias anuais de precipitação (MAP) verificadas nos pontos estudados, as estimativas variam de acordo com os horizontes. Foram identificados os seguintes valores: no Bastos 1, PP2, 552 mm (Bca), 309 mm (Cca3/calcrete mais cimentado) a 748 mm (Cc4a), e no PP1, 1023 mm (C1) a 1117 mm (C/R); no Bastos 2, 370 mm (Cca1/calcrete mais cimentado) a 762 mm (C); no Capela, PP5, 308 mm (Cca1) a 842 mm (R), PP4, 400 mm (2Cca) a 486 mm (2C), PP2, 360 mm (Cca2) a 804 (R), PP1, 330 m (Btca1) a 813 mm (2Cca). Considerando a classificação de Köppen, atribui-se a predominância de regime climático semiárido.

Os elevados índices de paleoprecipitação registrados no Bastos 1 (PP1), em média de 1066 mm anuais, indicam que houve um aumento da umidade durante o desenvolvimento desse perfil de paleossolo, e não necessariamente um fator relativo à sazonalidade. As oscilações entre os valores de paleoprecipitação nos demais PPs não são atribuídas à alternância entre fases mais úmidas e secas pelo fato de que climas semiáridos apresentam um balanço hídrico negativo, ou seja, a evapotranspiração potencial anual é superior à precipitação anual (AYOADE, 1996), o que

impossibilitaria a prevalência de períodos caracterizados por certa continuidade no regime pluviosidade. Admite-se que o clima semiárido prevaleceu durante a formação dos paleossolos e calcretes, apresentando uma média de aproximadamente 530 mm anuais – excluindo o PP1 do Bastos 1, que representam um cenário climático distinto –, porém que a variação dos índices calculados pelo MAP são produtos da escassez, irregularidades e concentrações das precipitações em um curto período de tempo.

9. CONCLUSÃO

Em Campina Verde a Formação Marília (Neocretáceo), pertencente ao Grupo Bauru, é representada pela sucessão entre eventos de pedogênese (estabilidade da superfície), e sedimentação (instabilidade da superfície).

Análises das propriedades físicas e químicas correlacionadas puderam revelar episódios pedogenéticos distintos nos PPs estudados, representados majoritariamente por paleossolos carbonáticos, geralmente apresentando marcas de raízes e, pontualmente, associados à formação de calcretes e estruturas pedológicas, as quais evidenciam alto grau de evolução dos paleossolos.

As relações molares indicam que os processos pedogênicos de hidrólise ($\Sigma\text{bases}/\text{Al}_2\text{O}_3$), perda de bases ($\Sigma\text{Base}/\text{TiO}_2$) e lixiviação (Ba/Sr) atuaram com maior influência nos PPs que obtiveram os percentuais mais baixos das bases. Isso foi confirmado pelos índices de CIA-K que revelaram condições de intemperismo variando entre fraco (Btca, Cca mais cimentados e calcretes), moderado (Bca e Cca) e intenso (Cca menos cimentados e C).

Equações aplicadas ao cálculo das médias de paleoprecipitação (MAP) estimaram valores entre 308 mm/ano (horizonte calcretizado, Cca) e 1117 mm/ano (horizonte C/R). Partindo desses dados, atribui-se clima semiárido marcado por irregularidades na frequência das precipitações para a Formação Marília na área de estudo, o qual condicionou a geração dos paleossolos carbonáticos, calcretes e paligorskita. Entretanto, considera-se que o PP1 (Bastos 1) se formou sob condições de maior umidade no ambiente, para a qual foram registrados valores de paleoprecipitação superiores aos 1000 mm/ano, que impulsionaram a remoção de bases por lixiviação e impediram a cimentação por carbonato de cálcio na matriz e nódulos. A presença de goethita, os revestimentos de películas de óxidos nos grãos e bioturbações, e o espessamento dos horizontes (730 cm) reforçam essa afirmação.

Essa expressiva oscilação dos índices pluviométricos obtidos pelo MAP no Bastos 1 não é produto do padrão esporádico dos regimes de precipitação atribuídos a climas semiáridos, mas consequência de mudanças climáticas regionais que conferem condições de ambientes mais úmidos. Esta constatação corrobora, em parte, as propostas gerais do paleoclima da Formação Marília, que apontam alternância entre períodos úmidos e secos sob clima semiárido. No entanto, é necessário realizar novos estudos a respeito desses perfis de paleossolos a fim de compreender melhor as oscilações dos ambientes paleoclimáticos que ocorreram na área de estudo.

10. REFERÊNCIAS

- ALAILY, F. Soil formation on limestones in the arid region of northeast Somalia. **Catena**, v. 20, n. 3, p. 227-246, 1993.
- ALMEIDA, F. F. M.; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. **Boletim DGM/DNPM**, Rio de Janeiro, n. 143, p. 1-96, 1953.
- ALONSO-ZARZA, A. M. Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in the geological record. **Earth-Sciences Reviews**, n. 60, p. 261-298, 2003.
- ALONSO-ZARZA, A. M.; WRIGHT, V. P. Calcretes. In: ALONSO-ZARZA, A. M.; TANNER, L. H. (Eds.). **Carbonates in Continental Environments: Processes, Facies and Applications**. Developments in Sedimentology, 61. Elsevier, Amsterdam, p. 226-267, 2010.
- AL-SULAIMI, J. S.; MOLLAH, M. A.; MATTI, M. A. Geotechnical properties of calcrete soil gatch in Kuwait. **Engineering Geology**, v. 28, n. 1-2, p. 191-204, 1990.
- ALVES, J. M. P.; GOMES, N. S.; HOERNES, S. Calcretes do Membro Ponte Alta, Formação Marília, na região do Triângulo Mineiro - evidências de isótopos estáveis e catodoluminescência. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 7., 1994, Belo Horizonte. **Anais...Belo Horizonte: SBG/NÚCLEO MINAS GERAIS**, 1994, p. 12-15
- AMIOT, R.; LÉCUYERA, C.; BUFFETAUT, E.; FLUTEAU, F.; LEGENDRE, S.; MARTINEAU, F. Latitudinal temperature gradient during the Cretaceous Upper Campanian–Middle Maastrichtian: δO^{18} record of continental vertebrates. **Earth Planetary Science Letters**, v. 226, p. 255–272, 2004.
- ANDREIS, R. R. Identificación e importancia geológica de lós Paleosuelos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1981. 67p.
- ANDREIS, R. R.; CAPILLA, R.; REIS, C. C. Considerações estratigráficas e composição dos arenitos da Formação Marília (Cretáceo Superior) na região de Uberaba (MG). In: 5º SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 1999, Rio Claro. **Boletim...Rio Claro: UNESP**, 1999, p. 449-455.
- ARID, F., M. Paleogeographical evidences from Bauru basin; Upper Cretaceous of southern Brazil. **Naturalia**, São José do Rio Preto, n. 3, p. 7-14, 1977.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; Revisão de Suely Bastos, 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, 332p.
- BARCELOS, J. H. Geologia Regional e Estratigrafia Cretácica do Triângulo Mineiro. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 5, n. 9-10, p. 9-24, 1993.

BARCELOS, J. H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do estado de São Paulo.** 1984. 191 p. Tese (Livre Docência em Petrologia Sedimentar) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1984.

BARCELOS, J. H.; LANDIM, P. M. B.; SUGUIO, K. Análise Estratigráfica das Sequências Cretácicas do Triângulo Mineiro (MG) e suas correlações com as do Estado de São Paulo. In.: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG, 1981 v. 2, p. 90-102.

BARCELOS, J. H.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Evolução tectônica e paleogeográfica do Grupo Bauru - Cretáceo continental do centro-sul brasileiro. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 7, n. 13-1, p. 25-35, 1995.

BARCELOS, J. H.; SUGUIO, K. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru, definidas em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6., 1987, Rio Claro. **Boletim de Resumos.** Rio Claro: UNESP, 1987, p. 313-321.

BASILICI, G.; DAL' BO, P.F.F. Anatomy and controlling factors of a Late Cretaceous aeolian sand sheet: The Marília and the Adamantina formations, NW Bauru Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 226, p. 71-93, 2010.

BASILICI, G.; DAL' BÓ, P. F. F.; LADEIRA, F. S. B. Climate-induced sediment-palaeosol cycles in a Late Cretaceous dry aeolian sand-sheet: Marília Formation (North-West Bauru Basin, Brazil). **Sedimentology** (Amsterdam. Print), v. 56, p. 1876-1904, 2009.

BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no triângulo mineiro e sua correlação com áreas adjacentes.** 2003. 183 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2003.

BATEZELLI, A. Evolução dos tratos de sistemas continentais Neocretáceos da porção sudeste da Plataforma Sul-americana. In: LOPES, F. C., ANDRADE, A. I.; HENRIQUES, M. H.; QUINTA-FERREIRA, M.; BARATA, M. T.; PENA DOS REIS, R. (Org.). Para **Conhecer a Terra**. Coimbra: Memórias e Notícias de Geociências no Espaço Lusófono, 2012, v. 1, p. 92-100.

BATEZELLI, A. **Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no estado de São Paulo.** 1998. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 1998.

BLAKEY, R. **Mollewide Plate Tectonic Maps**, 2006. NAU Geology. Disponível em: <<http://www2.nau.edu/rcb7/globaltext2.html>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

BRANDT NETO, M. **O Grupo Bauru na região centrooeste do Estado de São Paulo**. 1984. 2 v. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1984.

BREWER, R. **Fabric and mineral analysis of soils**. Huntington, New York: Robert E. Krieger Publications Co., 1964.

BRIENZA, A. C. **Caracterização de paleossolos da Formação Marília: Serra de Echaporã**. 2008. 79 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 2008.

BROLESI, M. F. **Paleossolos da Formação Marília: contribuição a reconstrução paleogeográfica cretácica nas áreas de Quirinópolis e Itajá - GO**. 2007. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. **Handbook for soil thin section description**. Wolverhampton: Waine Research Publications, 1985. 152 p.

CAAT, J. A. Field recognition, description and spatial relationships of paleosols. **Quaternary International**, n. 6, p. 1-95, 1990.

CASTRO, S. S. **Micromorfologia de solos: bases para descrição de lâminas delgadas**. 2. ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2008. 135 p.

CHIQUET, A.; COLIN, F.; HAMELIN, B.; MICHARD, A.; NAHON, D. Chemical mass balance of calcrete genesis on the Toledo granite (Spain). **Chemical Geology**, v. 170, n. 1-4, p. 19-35, 2000.

COIMBRA, A. M. **Sistematização crítica da obra**. 1991. 54 p. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1991.

COIMBRA, A. M.; BRANDT NETO, M.; COUTINHO, J. M. V. Silicificação dos arenitos da Formação Bauru no estado de São Paulo. In: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, 7., 1981, São Paulo. **Publicação Especial – Coletânea de Trabalhos e Debates**. São Paulo: SBG/NÚCLEO SÃO PAULO, 1981, p. 103-115.

DAL' BÓ, P. F. F. **Inter-relação paleossolos e sedimentos em lençóis de areia eólica da Formação Marília (noroeste da Bacia Bauru)**. Campinas, 2008. 99 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

DAL' BÓ, P. F. F. **Mecanismos deposicionais e processos pedogenéticos em lençóis de areia eólica: a Formação Marília, Neocretáceo da Bacia Bauru, Brasil, e La Salina, Holoceno da Bacia Tulum, Argentina**. 2011. 143 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

DAL' BÓ, P. F. F.; BASILICI, G. Estimativas de paleoprecipitação e gênese de feições cálcicas e argílicas em paleossolos da Formação Marília (Neocretáceo da Bacia Bauru). **Geociências**, v. 29, n. 1, p. 33-47, 2010.

DAL' BÓ, P. F. F.; LADEIRA, F. S. B. Ambientes Paleoclimáticos da Formação Marília Baseado em Análise Paleopedológica na Região de Monte Alto (SP). **Geociências**, Rio Claro, v. 25, p. 127-134, 2006.

DAL' BÓ, P. F. F.; BASILICI, G. Interpretação paleoambiental da Formação Marília na porção noroeste da Bacia Bauru: relações entre sedimentação e paleopedogênese em um antigo lençol de areia eólica. **Geociências** (UNESP. Impresso), v. 30, p. 509-528, 2011.

DAL' BÓ, P. F. F.; BASILICI, G.; ANGELICA, R. S. Factors of paleosol formation in a Late Cretaceous eolian sand sheet paleoenvironment, Marília Formation, Southeastern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 292, p. 349-365, 2010.

DAL' BÓ, P. F. F.; BASILICI, G.; ANGELICA, R. S.; LADEIRA, F. S. B. Paleoclimatic interpretations from pedogenic calcretes in a Maastrichtian semi-arid eolian sand-sheet paleoenvironment: Marília Formation (Bauru Basin, southeastern Brazil). **Cretaceous Research**, v. 30, p. 659-675, 2009.

DHANNOUN, H. Y.; AL-DABBAGH, S. M. A. Origin and chemistry of palygorskite-bearing rocks (Middle Eocene) from northeast Iraq. **Chemical Geology**, v. 69, p. 95-101, 1988.

DIAS-BRITO, D; MUSACCHIO, E. A.; CASTRO, J. C.; MARANHÃO, M. S. A.; SUÁREZ, J. M.; RODRIGUES, R. Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil—concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isótopos e estratigráficos. **Revue Paléobiologique**, Genève, v. 20, n. 1, p. 245-304, 2001.

DOCE, R. V. **Análise macromorfológica de paleossolos nas regiões de Campina Verde e Uberaba – MG**. 2012. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

DONNADIEU, Y.; PIERREHUMBERT, R.; JACOB, R.; FLUTEAU, F.; Modelling the primary control of paleogeography on Cretaceous climate. **Earth Planetary Science Letters**., v. 248, p. 426–437, 2006.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; TADDEO, J. S.; HELLMEISTER JR, Z. Moldes de cristais salinos no Grupo Bauru, Estado de São Paulo: implicações econômicas e paleoclimáticas. **Geociências**, v.10, p.101-117, 1991.

ETCHEBEHERE, M.L.C; SILVA, R.B; SAAD, A.R; RESENDE, A.C. Reavaliação do potencial do Grupo Bauru para evaporitos e salmouras continentais. **Geociências**, 12, p. 333-352, 1993.

FERNANDES L. A.; COIMBRA A. M. O Grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 3, p.164-176, 1994.

FERNANDES, L. A. **A cobertura cretácea suprabasáltica no estado do Paraná e pontal do paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá.** 1992. 171 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

FERNANDES, L. A. Calcretes e registro de paleossolos em depósitos continentais neocretáceos (Bacia Bauru, Formação Marília). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 1, p. 19-35, 2010.

FERNANDES, L. A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil).** 1998. 216 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A. Bacia Bauru (Neocretáceo, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, p. 195-205, 1996.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 717-728, 2000.

FONTES, M.P.F.; WEED, S.B. **Iron oxides in selected brazilian oxisols: I. Mineralogy.** Soil Science Society of America Journal, v. 55, p.1143-49, 1991.

FREITAS, R. O. Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 194, n. 14, p 1-185, 1955.

FULFARO, V. J. Tectônica do alinhamento estrutural do paranapanema. **Boletim IG-USP**, São Paulo, v. 5, p. 129-138, 1974.

FULFARO, V. J.; BARCELOS J. H. Grupo Bauru no Triângulo Mineiro: uma nova visão litoestratigráfica. In: II SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 1991, Rio Claro. **Boletim de Resumos**. Rio Claro: UNESP, v. 2, 1991, p. 59-66.

FULFARO, V. J.; ETCHEBEHERE, M. L. D. C.; PERINOTTO, J. A. J.; SAAD, A. R. Santo Anastácio: Um Geossolo Cretácico na Bacia Caiuá. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., 1999, Serra Negra. **Boletim...** Serra Negra: UNESP, 1999, p. 125-130.

FULFARO, V.J.;PERINOTTO, J.A. de J. A Bacia Bauru: estado da Arte. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4., 1996, Águas de São Pedro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1996, p. 297-303.

GARCIA, A. J. V.; ROSA, A. A. S. da.; GOLDBERG, K. Paleoenvironmental and paleoclimatic control on early diagenetic processes and fossil record in Cretaceous continental sandstones of Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 19, n. 3, p. 243-258, 2005.

GEOPROCESSAMENTO EM MINAS GERAIS – GEOMINAS. **Bases cartográficas.** Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br/>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

- GILE, L. H.; PETERSON, F. F.; GROSSMAN, R. B. Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in desert soils. **Soil Science**, n. 101, p. 347-360, 1966.
- GILE, L. H.; PETERSON, F. F.; GROSSMAN, R. B. The K horizon: a máster horizon of carbonate accumulation. **Soil Science**, n. 97, p. 74-82, 1965.
- GOLDBERG, K.; GARCIA, A. J. V. Faciologia dos calcários do Grupo Bauru na região de Uberaba, MG. In: III SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 1994, Rio Claro. **Boletim do 3º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil**. Rio Claro: UNESP, 1994, p. 91-92.
- GOLDBERG, K.; GARCIA, A. J. V. Palaeogeography of the Bauru Group, a dinosaur-bearing Cretaceous unit, northeastern Paraná Basin, Brazil. **Cretaceous Research**, Loddon, v. 21, p. 241-254, 2000.
- GONZAGA DE CAMPOS, L. F. Reconhecimento da região compreendida entre Bauru e Itapura (Estrada de Ferro Noroeste do Brasil). São Paulo: Tip. Ideal, 1905, 40p.
- GOUDIE, A.S. **Duricrusts in Tropical and Subtropical Landscapes**. Claredon, Oxford, 1973, 174 p.
- HASUI, Y. O Cretáceo do oeste mineiro. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 18, n. 1, p. 38-56, 1969.
- HASUI, Y.; HARALYI, N. L. E. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. **Geociências**, v. 10, p. 67-77, 1991.
- HORTA, J. C. Calcrete, gypcrete and soil classification in Algeria. **Engineering Geol.**, v. 15, 15-52, 1980.
- HSÜ, K. J. Is Gaia endothermic? **Geological Magazine**, v. 129, n. 2, p. 129-141, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Folha topográfica de Campina Verde**. Rio de Janeiro: Centro de Serviços Gráficos do IBGE, 1970. Escala 1:100.000. 1 folha, color., Folha SE-22-Z-D-IV.
- KEMP, R. A. The causes of redness in some buried and non-buried soils in eastern England. **Journal of Soil Science**, v.36, p. 329-334, 1985.
- KHADKIKAR, A.S.; MERH, S.S.; MALIK, J.N.; CHAMYAL, L.S. Calcretes in semiarid alluvial systems: formative pathways and sinks. **Sedimentary Geology**, n. 116, p. 251-260, 1998.
- KHORMALI, F.; ABTAHI, A.; MAHMOODI, S.; STOOPS, G. Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semiarid regions of southern Iran. **Catena**, v. 53, p. 273-301, 2003.
- KHRESAT, S. A; QUDAH, E. A. Formation and properties of aridic soils of Azraq Basin in northeastern Jordan. **Journal of Arid Environments**, v. 64, p. 116-136, 2006

KLAPPA, C. F. Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. **Sedimentology**, v. 27, p. 613-629, 1980.

KRAUS, M. Paleosols in clastic sedimentary rocks: Their geologic applications. **Earth-Science Reviews**, v. 47, p. 41-70, 1999.

LADEIRA, F. S. B. **Paleossolos Silicificados na Serra de Itaqueri-Itirapina/SP: subsídios para a reconstituição paleoambiental**. 2001. 362 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2001.

LEITE, M. G. P.; GOMES, N. S.; SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, A. D. Considerações sobre o ambiente deposicional do Membro Serra da Galga, Cretáceo da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 8., 1995, Diamantina. **Anais...**, Diamantina: SBG/NÚCLEO MINAS GERAIS, 1995, n.13, p. 113-114.

LOURENÇO, F. R. **Paleossolos da Formação Marília: estudo micromorfológico de horizontes Bca do Cretáceo**. 2007. 60 p. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MACHETTE, M. N. Calcic soils of the southwestern United States. In: WEIDE, D. L. (Ed.). Soils and quaternary geology of the southwestern United States. Geological Society of America, Special Paper, 203, 1985, p. 1-21.

MANN, A.W.; HORWITZ, R.C. Groundwater calcretes deposits in Australia: some observations from Western Australia. **Journal of the Geological Society of Australia**, n. 26, p. 293-303, 1979.

MANZINI, F. F. **Redefinição da Formação Marília em seu local-tipo: estratigrafia, ambiente de sedimentação e paleogeografia**. 1999. 120 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

MAOSKI, E. **Gênese dos calcretes da Formação Marília no Centro-Oeste Paulista e Triângulo Mineiro, Bacia Bauru (Ks)**. 2012. 94 p. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2012.

MAYNARD, J.B. Chemistry of modern soils as a guide to interpreting Precambrian paleosols. **Journal of Geology**, v. 100, p. 279-289, 1992.

MEZZALIRA, S. Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e paleontologia do Arenito Bauru. **Boletim do Instituto Geográfico de Geologia**, São Paulo, v. 51, p. 1-163, 1974.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental**. 1997. 2v. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MILANI, J. E.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MUGGLER, C.C. **Polygenetic oxisols on tertiary surfaces, Minas Gerais, Brazil**. 1998. 186 p. Tese (Doutorado) - Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1998.

NASH, D. J.; MCLAREN, S. J. Kalahari valley calcretes: their nature, origins, and environmental significance. **Quaternary International**, v. 111, p. 3-22, 2003.

NASH, D.J.; SMITH, R.F. Properties and development of channel calcretes in a mountain catchment, Tabernas Basin, southeast Spain. **Geomorphology**, v. 50, p. 227-250, 2003.

NESBITT, H.W.; YOUNG, G.M. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. **Nature**, v. 299, p. 715-717, 1982.

NETTERBERG, F. The interpretation of some basin calcretes types. South Africa. **Archaeology Bulletin**, n. 24, p. 117-122, 1969.

OZAYTEKIN, H. H.; MUTLU, H. H.; DEDEOGLU, M. Soil formation on a calcic chronosequence of Ancient Lake Konya in Central Anatolia, Turkey. **Journal of African Earth Sciences**, v. 76, p. 66-74, 2012.

PARRISH, J. T. **Interpreting pre-quaternary climate from the geologic record**. New York, Columbia University Press, 1998. 338p.

PAULA e SILVA, F. **Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no estado de São Paulo**. 2003. 166 p. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

PAVIA JUNIOR, A. **Paleossolos da Formação Marília: subsídios para interpretação paleogeográfica na área de Duartina-SP**. 2011. 161 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

PETRI, S. Brazilian Cretaceous Paleoclimatic Evidence from Clay Mineral, Sedimentary Structures and Palynomorphs. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 13, n. 4, p. 215-222, 1983.

PETRI, S. Paleogeografia do Cretáceo do Brasil e considerações sobre o paleoclima. **Boletim Geoc Unesp**, Rio Claro, v. 10, p. 1-35, 1991.

PIMENTEL, N.L.; WRIGHT, V.P.; AZEVEDO, T.M. Distinguishing early groundwater alteration effects from pedogenesis in ancient alluvial basins: examples from the Palaeogene of southern Portugal. **Sedimentary Geology**, v. 105, p. 1-10, 1996.

PRANDI, P., L. R. **Arquitetura deposicional de um sistema de lençol de areia eólica: a Bacia Bauru na região de Marília (SP)**. 2012. 66 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RETALLACK, G. J. **A colour guide to paleosols**. Chichester, Wiley, 1997. 175p.

RETALLACK, G. J. **Soils of the past** – An introduction to paleopedology. London, Unwin Hyman, 1990. 520 p.

RIBEIRO D. T. P. **Diagênese e petrologia das rochas do membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru (Cretáceo da Bacia do Paraná), na região de Uberaba, Minas Gerais**. 1997. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1997.

RICCOMINI, C. Arcabouço Estrutural e Aspectos do Tectonismo Gerador e Deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 2, p. 153-162, 1997.

RICCOMINI, C. **Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondwânicos da porção centro-oriental do estado de São Paulo e áreas vizinhas**. 1995. 100 p. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SANDLER, A. Clay distribution over the landscape of Israel: From the hyper-arid to the Mediterranean climate regimes. **Catena**, v. 110, p. 119-132, 2013.

SANTUCCI, R. M.; BERTINI, R. J. 2001. Distribuição paleogeográfica e biocronológica dos Titanossauros (Saurischia, Sauropoda) do Grupo Bauru, Neocretáceo do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 31, n. 3, p. 307-314, 2001.

SCOTESE, C. R. **PALEOMAP**, Project, 2002. Disponível em: < <http://www.scotese.com>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

SELLWOOD, B. W.; VALDES, P. J. Mesozoic climates: General circulation models and the rock record. **Sedimentary Geology**, v. 190, p. 269-287, 2006.

SGARBI, G. N. C.; DARDENNE, M.A. Evolução climática do Gondwana nas regiões centro-sul do Brasil e seus registros geológicos continentais durante o Mesozóico, enfatizando o Arco do Alto Paranaíba, a borda NNE da Bacia do Paraná e a porção meridional da Bacia Sanfranciscana. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 21-49, 1997.

SHELDON, N. D. Abrupt chemical weathering increase across the Permian–Triassic boundary. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 231, p. 315–321, 2006.

SHELDON, N.D.; RETALLACK, G.J.; TANAKA, S. Geochemical climofunctions from North American soils and application to paleosols across the Eocene–Oligocene boundary in Oregon. **Journal of Geology**, v. 110, p. 687-696, 2002.

SHELDON, N.D.; TABOR, N.J. Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. **Earth-Science Reviews**, v.95, n.1-2, p.1-52, 2009

SHELDON, N.D.; TABOR, N.J. Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. **Earth-Science Reviews**, v.95, n.1-2, p.1-52, 2009.

SILVA, R. B.; ETCHEBEHERE, M. L. de C.; SAAD, A. R. Groundwater Calcretes: Uma interpretação Alternativa para os Calcários da Formação Marília no Triângulo Mineiro. In.: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 3., 1994, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1994. p. 85-90.

SOARES P. C.; LANDIM, P. M. B.; FULFARO, V. J.; SOBREIRO-NETO, A. F. Ensaio de caracterização do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.

STOKES, M.; NASH, D. J.; HARVEY, A. M. Calcrete “fossilisation” of alluvial fans in SE Spain: The roles of groundwater, pedogenic processes and fan dynamics in calcrete development. **Geomorphology**, v. 85, 63-84, 2006.

SUGUIO, K. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA SOBRE A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, 1., 1981, São Paulo. **Coletânea de Trabalhos e Debates...** São Paulo: SBG/Núcleo de São Paulo, 1981, p. 15-26. (Publicação Especial, n. 7).

SUGUIO, K. The brazilian cretaceous climates in the context of global climatic changes. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4., 1996, Rio Claro. **Boletim...** Rio Claro: UNESP, 1996, p. 257-260.

SUGUIO, K. **Formação Bauru**: calcários e sedimentos detríticos associados. 1973. 236 p. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2 vols., 1973.

SUGUIO, K.; BARCELOS, J. H.; MATSÛI, E. Significados paleoclimáticos e paleoambientais das rochas calcárias da Formação Caatinga (BA) e do Grupo Bauru (MG/SP). In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLÓGIA, 31., 1980, Camboriú. **Anais...**, Camboriú: v. 1, 1980, p. 607-617.

SUGUIO, K.; BARCELOS, J.H. Calcretes of the Bauru Group (Cretaceous), Brazil: petrology and geological significance. **Boletim IG-USP**, n. 14, p. 31-47, 1983.

SUGUIO, K; BARCELOS, J. H. Nota sobre a ocorrência de atapulgita em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. **Anais...**, Recife: v. 3, 1978, p. 1170-1179.

UGOLINI, F. C.; HILLIER, S.; CERTINI, G.; WILSON, M.J. The contribution of aeolian material to an Aridisol from southern Jordan as revealed by mineralogical analysis. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 1431-1447, 2008.

VILELA, P. C. **Estudo petrográfico dos depósitos de paleossolos de um sistema deposicional de lençol de areia eólico do Neocretáceo: Formação Marília na região de Marília (SP) e Sul de Goiás**. 2010. 84 p. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

WANG, Y.; NAHON, D.; MERINO, E. Geochemistry and dynamics of calcrete genesis in semi-arid regions. **Chemical Geology**, v. 107, p. 349-351, 1993.

WASHBURN, C. W. Petroleum geology of the state of São Paulo – Brazil. **Boletim da Comissão Geographica e Geológica**, São Paulo, n. 22, p.1-282, 1930.

WHITE, P. D.; SCHIEBOUT, J. Paleogene paleosols and changes in pedogenesis during the initial Eocene thermal maximum: Big Bend National Park, Texas, USA. **Geological Society of America Bulletin**, v. 120, n. 11-12, p. 1347-1361, 2008.

WIEDER, M.; SHARABANI, M.; SINGER, A. Phases of calcrete (Nari) development as indicated by micromorphology. In: RINGROSE-VOASE, A. J.; HUMPHREYS, G. S. (Eds.). **Soil Micromorphology: Studies in Management and Genesis**. Proc. IX Int. Working Meeting on Soil Micromorphology, Townsville, Australia, Developments in Soil Science, v. 22, Amsterdam: Elsevier, 1994, p. 37–49.

WRIGHT, V. P. Paleopedology: Stratigraphic relationship and empirical models. In: MARTINI, I.P.; CHESWORTH, W., eds. **Weathering, soils and paleosols**. Amsterdam, Elsevier, 1992b, p. 475-499.

WRIGHT, V. P. Paleosol recognition: a guide to early diagenesis in terrestrial settings. In: WOLF, K. H; CHILINGARIAN, G. V. (Org.). **Diagenesis, III**. New York: Elsevier, 1992a, p. 591-619.

WRIGHT, V.P. Calcretes. In: NASH, D. J.; MC LAREN, S. J. (Eds.). **Calcretes in geochemical sediments and landscapes**. Blackwell Oxford, 2007, 488 p.

WRIGHT, V.P. Losses and gains in weathering profiles and duripans. In: PARKER, A.; SELLWOOD, B.W., (Eds.). **Quantitative Diagenesis: Recent Developments and Applications to Reservoir Geology**. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, 1995, p. 95-123.

WRIGHT, V.P.; TUCKER, M.E. Calcretes: an introduction. In: WRIGHT, V. P.; TUCKER, M. E., (Eds.). **Calcretes. International Associations of Sedimentologists**. Reprint Series. Blackwell Scientific Publications, Oxford, n. 2, p. 1-22, 1991.

YAALON, D. The relevance of soils and paleosols in interpreting past and ongoing climatic changes. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** (Global and Planetary Changes Sections), v. 82, p. 63-64, 1990.

APÊNDICE 1

Descrição de campo

Perfil – Bastos 1

Localização: 49°37'0,94'' W - 19°22'2,92'' S – 557 m

Os pontos estão localizados conforme as seguintes coordenadas geográficas: Bastos 1 (perfis 1 e 2) longitudes 49°37'0,94'' W e latitudes 19°22'2,92'' S (557 m); Bastos 2 (perfil 2) longitudes 49°36'51,91'' W e latitudes 19° 22'21,20'' S (690 m); e Capela (perfis 1 e 2) longitudes 49°35'43,80'' W e latitudes 19°24'22,16'' S (726 m).

B1P2 – Bca (0 – 55 cm)

- 10R3/6 halos 10R8/1; arenoso; mal selecionado; estrutura laminar; presença de nódulos carbonáticos fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCl) pouco comuns; as partes vermelhas são pouco reativas ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) intensa de até 8 mm; transição abrupta e plana.

B1P2 – Cca1 (55 – 75 cm)

- estreito nível que apresenta carbonatação; cores variegadas 10R4/8, 10R8/2 e 5YR7/8; arenoso; mal selecionado; maciço, entretanto, com uma rede horizontalizada de carbonato de cálcio (CaCO_3); muito duro; fortemente reativo ao ácido clorídrico (HCl) em todas as porções; atividade biológica (bioturbação) moderada; transição clara e plana; trata-se de um nível pouco espesso com grande continuidade lateral.

B1P3 – Cca2 (75-137 cm)

- 10R4/4 com halos 10R8/2 e nódulos 5YR5/8; arenoso; mal selecionado; maciço; atividade biológica (bioturbação) intensa com tubos de até 8 mm preenchidos com areia e carbonato de cálcio (CaCO_3); porção vermelha pouco reativa ao ácido clorídrico (HCl) e nódulos e porções brancas fortemente reativos; transição clara e plana.

B1P2 – Cca 3 (137 – 177 cm)

- calcrete muito duro na porção superior e menos duro em direção a base, entretanto, muito difícil de quebrar em qualquer ponto; na porção superior cores variegadas 5R7/8 e 5R8/2

com nódulos 5Y5R/8; arenoso; mal selecionado; maciço; grãos totalmente cimentados por carbonato de cálcio (CaCO_3); nódulos constituídos de material mais fino com bordas nítidas de 2 a 4 mm; todas as porções fortemente reativas ao ácido clorídrico (HCl); sem evidências de atividade biológica; transição difusa e plana.

B1P2 – Cca 4 (177 – 232 cm)

- calcrete menos cimentado que o horizonte anterior; cores variegadas 10R5/1, 10R8/2 e nódulos 7,5YR4/6; arenoso; maciço; grãos cimentados por calcita, especialmente, nas partes brancas; nódulos raros de até 1 cm; pouco reativo, exceto nas fissuras e bioturbações preenchidas por esparita; atividade biológica (bioturbações) de 5 mm; transição abrupta e plana com paleossolos e depósitos

B1P1 – C1 (0 – 53 cm)

- 7,5R6/4, manchas brancas (halos) 7,5R8/1 associadas às raízes e no contato entre elas 7,5R8/4; arenoso; não plástico; não pegajoso; bem selecionado; maciço; duro; muito friável; grãos com película de óxidos; atividade biológica (bioturbação) abundante de 2 a 5 mm, normalmente preenchidas e halos de oxi-redução associados; ocorre leve reação ao ácido clorídrico (HCl) associado a bioturbação; transição difusa e plana.

B1P1 – C2 (53 – 154 cm)

- 10R6/3 com halos 10R8/1 e transições 10R8/4; arenoso; bem selecionado; maciço; macio; muito friável; atividade biológica (bioturbação) abundante de 2 a 5 mm, normalmente preenchidas e halos de oxi-redução associados; não reativo ao ácido clorídrico (HCl); transição difusa e plana.

B1P1 – C3 (154 – 342 cm)

- 10R3/6 com halos 10R8/1; arenoso; películas de óxidos; grãos parecem estar melhor selecionados; maciço; ligeiramente duro e muito friável; atividade biológica (bioturbação) de 2 a 5 mm, normalmente preenchidas e halos de oxi-redução associados, entretanto, menos abundante que o horizonte anterior; não reativo ao ácido clorídrico (HCl); transição difusa e plana.

B1P1 – C4 (342 – 667 cm)

- 10R3/4 com halos 10R8/1; arenoso; películas de óxidos sobre os grãos; bem selecionado; maciço; macio; muito friável; nódulos de argila de 5 a 10 mm 10YR5/8 e 10YR3/6; não reativo ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) de 2 a 5 mm, normalmente preenchidas e halos de oxi-redução associados, contudo, menos abundante que o horizonte anterior; transição gradual e plana para um nível com fantasmas de estruturas sedimentares.

B1P1 – C/R (667 – 962 cm)

- duas cores principais 10R3/6 e 10R6/4; arenoso; bem selecionado; estratificação cruzada acanalada ainda preservada, ligeiramente duro a macio; muito friável; trata-se de um antigo horizonte C.

Perfil - Bastos 2

Localização: 49°36'51,91'' W - 19° 22'21,20'' S – 690 m

B2P2 – Cca1 (0 – 45 cm)

- calcrete nodular com matriz 7,5YR8/1 e 5R5/8, nódulos 10R3/2 e 7,5YR4/6 e preenchimento em bioturbação 10R5/8; arenoso; mal selecionado; maciço; muito duro; grãos cimentados com calcita; nódulos carbonáticos abundantes de 5 a 40 mm, com formas irregulares, normalmente, o centro é mais escuro, clareando para as bordas, e no córtex externo cores amareladas; poros com precipitação de calcita; porções vermelhas e nódulos fortemente reativos a ácido clorídrico (HCl), porções brancas menos reativas; atividade biológica (bioturbação) comum com 4 a 6 mm, eventualmente, algumas krotovinas tem halos brancos; transição clara e plana.

B2P2 – Cca2 (45 – 124 cm)

- 5R6/8 com poros esbranquiçados 5R8/1 e nódulos 7,5YR5/6; arenoso; maciço; menos duro que o horizonte superior; menor cimentação por carbonato de cálcio (CaCO₃); nódulos comuns, menos abundantes que o horizonte anterior, de 3 a 8 mm, carbonáticos e esféricos; atividade biológica (bioturbação) abundante de 4 a 6 mm; na base do horizonte

a um nível de clastos intraformacionais de carbonato de cálcio (CaCO_3), indicando uma descontinuidade; transição abrupta e plana.

B2P2 – C (124 – 216 cm)

- 7,5YR8/1 e 5YR8/4 e nódulos 7,5YR5/8; arenoso; mal selecionado; maciço; nódulos raros de 4 a 8 mm, esféricos, fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCl); matriz não reativa ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) comum de 2 a 8 mm, preenchidas por um material vermelho arenoso; no contato há concentrações de clastos intraformacionais; transição abrupta e plana.

B2P1 – 2Cca (216 – 290 cm +)

- 5R6/8 com porções brancas 7,5YR8/1 e nódulos 7,5YR5/8; arenoso; melhor selecionado que o horizonte anterior; maciço; presença de raros nódulos, mas, abundância de rizoconcreções, predominantemente verticais de 3 a 8 mm, às vezes, com halos de oxirredução associados; nódulos esféricos de 4 a 10 mm, fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCl); rizoconcreções também reativas ao ácido clorídrico (HCl); matriz não reativa ao ácido clorídrico (HCl).

Perfil – Capela

Localização: 49°35'43,80'' - 19°24'22,16'' S - 726 m

C1P5 – Cca1 (0 – 110 cm)

- calcrete nodular, matriz 7,5YR8/1 e nódulos 10R4/6; arenoso; mal selecionado; maciço; muito duro; nódulos abundantes, esféricos e carbonáticos de 4 a 25 mm; grãos cimentados por carbonato de cálcio (CaCO_3); grãos arredondados a sub-arredondados; atividade biológica (bioturbação) moderada de 4 a 8 mm, preenchidas por grãos de quartzo e calcita, formando rizoconcreções; matriz reativa ao ácido clorídrico (HCl); nódulos muito reativos a ácido clorídrico (HCl); transição clara e plana.

C1P5 – Cca2 (110 – 252 cm)

- cores variegadas 10R7/4 e 7,5YR8/1; arenoso; mal selecionado; maciço; nódulos esféricos e irregulares de 8 a 90 mm; grãos arredondados a sub-arredondados; grãos menos cimentados por carbonato de cálcio (CaCO_3) que o horizonte anterior; no interior do horizonte percebe-se ao menos 3 níveis de concentração de nódulos carbonáticos, com espessura de aproximadamente 10 cm. Em alguns pontos estas concentrações estão verticalizadas, indicando que provavelmente trata-se de evolução *in situ*; matriz não reativa ao ácido clorídrico (HCl); nódulos pouco reativos ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) comum de 3 a 10 mm, às vezes, preenchidos por material vermelho ou formando rizoconcreções carbonáticas; transição abrupta e plana, com depósitos vermelhos de canais; lateralmente há transições onduladas, associadas a cortes de sedimentos.

C1P5 – R (252 – 330 cm)

- trata-se de um depósito de canal com macroestruturas ainda preservadas, entretanto, com desenvolvimento intenso de vegetação; 10R6/8 com porções brancas associadas a bioturbação 10R8/1; arenoso; mal selecionado; maciço; ligeiramente duro; muito friável; grãos arredondados a sub-arredondado; nódulos raros de 4 mm, 7,5YR6/6; grãos com pouca cimentação por carbonato de cálcio (CaCO_3) e não reativos ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) abundante de 2 a 8 mm; no interior desse horizonte aparece um bloco de material mais fino com 80 cm de diâmetro (toca?); transição abrupta e plana.

C1P4 – 2Cca (330 – 372 cm)

- horizonte nodular; cores variegadas 10R5/8, 10R7/8, 10R8/1 e nódulos 7,5YR6/6; arenoso; mal selecionado; maciço; grãos arredondados a sub-arredondados; nódulos abundantes de esféricos a irregulares de 2 a 6 mm; grãos cimentados com carbonato de cálcio (CaCO_3) nas partes mais claras; nódulos e porções brancas reativas ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) de 2 a 6 mm, constituindo rizoconcreções de coloração branca; transição abrupta e plana.

C1P4 – 2C (372 cm – 449 cm +)

- 10R6/8, nódulos 7,5YR7/6, halos e rizconcreções 7,5YR8/1; arenoso; maciço; inexistência de cimentação por carbonato de cálcio (CaCO_3) na matriz e presença desta nas porções brancas e nódulos; porções brancas e nódulos reativos ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) muito abundante de 2 a 8 mm, normalmente formando rizoconcreções, mas, eventualmente, preenchidas por material arenoso claro.

Perfil imediatamente abaixo dos depósitos de canal vermelho.

C1P2 – Cca1 (0 – 45 cm)

- calcrete 10YR8/1, com nódulos mais brancos (krotovinas) 2,5YR5/8 e 2,5YR7/4; arenoso; mal selecionado; maciço; muito duro; grãos sub-arredondados; grãos cimentados por carbonato de cálcio (CaCO_3); nódulos esféricos de 5 a 8 mm, cimentados por carbonato de cálcio (CaCO_3), abundantes; todo o material fortemente reativo ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) abundante de 2 a 10 mm, preenchida por material de coloração vermelho-escuro e, eventualmente, no centro, vermelho mais claro; transição abrupta e plana.

C1P2 – Cca2 (45 – 136 cm)

- cores variegadas 10R7/4, 10R8/2 e nódulos 7,5YR5/8; arenoso; mal selecionado; maciço; duro; grãos sub-arredondados; nódulos comuns, irregulares, de 3 a 8 mm; grãos cimentado por carbonato de cálcio (CaCO_3) menos que o horizonte anterior; matriz pouco reativa ao ácido clorídrico (HCl); nódulos fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica com as mesmas características do horizonte anterior, entretanto, menos abundante; transição clara e plana;

C1P2 – Depósito/R (136 – 160 cm). Depósito de material fino, sem estruturas pedológicas, mas, apresenta halos de redução de raízes. Nome da amostra:

C1P1 – Btca1 (160 – 265 cm)

- 10R6/8, com manchas claras 10R8/1 e nódulos e atividade biológica (bioturbação) 7,5YR4/8; algumas bioturbações estão preenchidas com material de sedimento posterior 10R8/8; arenoso, mal selecionado; estrutura em blocos grandes e fortes; grãos sub-arredondados a sub-arredondados; grãos cimentados por carbonato de cálcio (CaCO_3) nas partes brancas; nódulos raros, carbonáticos de 4 a 6 mm; matriz não reativa ao ácido clorídrico (HCl); partes brancas e nódulos fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCl); bioturbações abundantes de 2 a 8 mm, preenchidas por areia vermelha ou carbonatos; transição clara e plana;

Obs.: a parte superior deste horizonte esta em discordância com o depósito.

C1P1 – Btca2 (265 – 350 cm)

- 7,5YR8/1 mais branco, com nódulos 7,5YR6/8 e krotovinas preenchidas com material 10R5/8; arenoso; mal selecionado; estrutura prismática grande e forte se desfaz em blocos médios e fortes; muito duro; grãos arredondados a sub-arredondados; nódulos comuns de 4 a 10 mm; matriz reativa ao ácido clorídrico (HCl); grãos e nódulos fortemente reativos ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) abundante de 2 a 6 mm.

C1P1 – Btca/Cca (350 – 445 cm)

- 10R7/8, com manchas brancas 10R8/1 e krotovinas 10R4/8; arenoso; mal selecionado; estrutura prismática grande e fraca/moderada; grãos arredondados a sub-arredondados; grãos pouco cimentados por carbonato de cálcio (CaCO_3); nada é reativo ao ácido clorídrico (HCl); atividade biológica (bioturbação) intensa de 2 a 8 mm com a presença de halos de redução; transição gradual e plana.

C1P1 – 2Cca (445 a 520 cm +)

- cores variegadas 10R6/8 e 10R8/2, com porções mais finas 10R4/8 e nódulos 7,5YR5/8; arenoso; mal selecionado; maciço; nódulos comuns com formato irregular, de 2 a 40 mm e preenchidos por carbonato de cálcio (CaCO_3); porções brancas preenchidas por carbonato de cálcio (CaCO_3) e nas porções mais vermelhas o carbonato se restringe a fissuras, dando a impressão de nódulos septários; nódulos fortemente reativos ao ácido

clorídrico (HCl), sendo que as partes brancas são reativas e as porções vermelhas não reativas; atividade biológica com as características do horizonte anterior.

APÊNDICE 2

Descrição micromorfológica

B1P2 – Bca

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, apresentando granulometria de areia fina (dominante), areia média (frequente) e areia grossa (baixa), e variabilidade média.

A forma dos grãos é predominante em blocos, ocorrendo também grumos e glóbulos, todos com formato muito variada, de subalongado (maior frequência) a esférico, de subangular (maior frequência) a arredondado, e rugosidade geralmente ondulada nos grãos maiores e rugosa nos menores.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 2% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos e óxidos, de coloração esbranquiçada com manchas avermelhadas, com cristais amorfos.

As feições que ocorrem são glébulas, constituídas por quartzo, óxidos e carbonatos de cálcio, de individualização discreta, moderadamente impregnada, elipsoidal, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

B1P2 – Cca1

Material mal selecionado, constituído por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (dominante), areia fina (frequente) e areia grossa (muito baixa), e variabilidade baixa, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são basicamente de pastilhas e blocos, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada nos grãos maiores e rugosa nos menores.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 5% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos e óxidos, de coloração esbranquiçada com manchas avermelhadas, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, constituídas por quartzo, óxidos e carbonatos de cálcio, de individualização discreta, fortemente impregnada, irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

B1P2 – Cca2

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (dominante), areia fina (frequente) e areia grossa (muito baixa), e variabilidade baixa, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, com formato pouco variável, de subesférico (maior frequência) a esférico, de arredondado (maior frequência) a subarredondado, e rugosidade superficialmente geralmente ondulada, alternando com rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e mônica, e sem orientação.

Os poros correspondem a 5% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos e poucas concentrações de óxidos, de coloração esbranquiçado, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, formadas predominantemente por quartzo, carbonatos, com raras concentrações de óxidos, de individualização discreta, fortemente impregnada, irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

B1P2 – Cca3

Material mal selecionado, constituído por grãos de quartzo, sendo a granulometria de areia grossa (frequente), areia média (comum) e areia fina (baixa), e variabilidade baixa, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, variando de subesférico (maior frequência) a subalongado, de bem arredondado (maior frequência) a subarredondado, e rugosidade frequentemente ondulada nos grãos maiores e rugosa nos menores.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 2% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é formado por carbonatos e óxidos, de coloração esbranquiçada e manchas avermelhadas, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, constituídas por quartzo, carbonatos e óxidos, de individualização discreta, puro (grau de impregnação), esférico, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo. As glébulas estão associadas à bioturbações. O material da glébulas é diferente da matriz, indicando que é um tubo preenchido.

Ocorre um pedotúbulo composto por quartzo e óxidos, de individualização discreta, do tipo isotúbulo. Esse é uma rizonconcreção com paredes alisadas e coroas de calcita em torno.

B1P2 – Cca4

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia grossa (frequente), areia média (comum), areia fina (baixa), e variabilidade baixa, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada nos grãos maiores e rugosa nos menores.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 10% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

Em parte da lâmina o plasma é constituído por carbonatos e raras concentrações de óxidos, de coloração esbranquiçada a esverdeada, com cristais amorfos, na outra a fábrica é clastos suportados, em que a transição é gradual.

B1P1 – C1

Material moderadamente selecionado, constituído por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (dominante), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade baixa, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de arredondado (maior frequência) a subangular, com rugosidade ondulada a rugosa. Alguns grãos estão recobertos por uma película de óxidos.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 40% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

A fábrica é clastos suportados, com raras concentrações de óxidos.

B1P1 – C2

Material selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (comum), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), areia muito grossa (muito baixa), e variabilidade média.

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de arredondado (maior frequência) a angular, mostrando rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória e concêntrica, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 15% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos e raras concentrações de óxidos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos. Parte da lâmina mostra características de clastos suportados.

As feições são glébulas, constituídas por quartzo, carbonatos e óxidos, de individualização discreta, fortemente impregnado, irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

B1P1 – C3

Material bem selecionado, constituídos por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (dominante), areia grossa (frequente), areia muito grossa (baixa), areia fina (baixa), e variabilidade média.

As formas dos grãos são em pastilhas, alternando entre subesférico (maior frequência), esférico a subalongado, de arredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa. Alguns grãos estão recobertos por uma película de óxidos.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 40% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

A fábrica é clastos suportados, com raras concentrações de óxidos.

B1P1 – C4

Material bem selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (dominante), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade baixa, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são pastilhas e blocos, de esférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado a arredondado, e rugosidade ondulada a rugosa. Alguns grãos estão recobertos por uma película de óxidos.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 40% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

A fábrica é clastos suportados, com raras concentrações de óxidos.

B2P2 – Cca1

Material mal selecionado, constituídos por grãos de quartzo, com granulometria de areia fina (dominante), areia média (frequente), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em pastilhas e blocos, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado (maior frequência) a subangular, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória e bandada, a referida é não referida e a relativa é porfírica aberta e sem orientação.

Os poros correspondem a 5% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é composto por carbonatos e óxidos, de coloração esbranquiçado com manchas avermelhadas, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, constituídas por quartzo e carbonatos, de individualização discreta, puro (grau de impregnação), irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo. Há duas glébulas que estão expulsando os grãos mais grossos, formando uma espécie de tubo.

B2P2 – Cca2

Material selecionado, compostos por grão de quartzo, com granulometria de areia fina (comum), areia média (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subesférico (maior frequência) a esférico, de subarredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 5% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos e raras concentrações de óxidos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, compostas de quartzo, óxidos e carbonatos, de individualização discreta, moderadamente impregnada, esférica, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

B2P2 - C

Material selecionado, constituídos por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em pastilhas e blocos, de subesférico (maior frequência) a esférico, de subarredondado a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 35% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

Em parte da lâmina o plasma é composto por carbonatos e raras concentrações de óxidos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos, na outra parte é clastos suportados.

As feições são glébulas, compostas de quartzo, óxidos e carbonatos, de individualização discreta, moderadamente impregnada, esférica, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

B2P1 – 2Cca

Material moderadamente selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia fina (comum), areia média (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em placas e pastilhas, de subalongado (maior frequência) a subesférico, de subangular (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 25% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

A maior parte da lâmina é clastos suportados, mas, há pontos em que o plasma é constituído por carbonatos e raras concentrações de óxidos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

C1P5 – Cca1

Material selecionado, constituído por grãos de quartzo, com granulometria de areia fina (comum), areia média (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade baixa.

As formas dos grãos são em pastilhas e blocos, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada a rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 10% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, compostas de quartzo, óxidos e carbonatos, de individualização discreta, fortemente impregnada, esférica e irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo. Há pedotúbulos constituídos por quartzo e carbonatos, de individualização discreta, do tipo isotúbulo.

C1P5 – Cca2

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia grossa (frequente), areia muito grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subesférico (maior frequência) a esféricos, de subarredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade de ondulada a rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 20% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, constituído de quartzo, feldspato e carbonatos, de individualização aderente, fracamente impregnada, esférica, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo. Ocorrem pedotúbulos constituídos por quartzo e carbonatos, de individualização discreta, do tipo isotúbulo.

C1P5 – R

Material mal selecionado, constituído por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e mônica e sem orientação.

Os poros correspondem a 25% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

A lâmina apresenta fábrica clastos suportados. Ocorre raramente um plasma composto por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

C1P4 – 2Cca

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia muito fina (baixa), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subsférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 10% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é composto por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, constituído de quartzo, óxidos e carbonatos, de individualização discreta, fortemente impregnada, esférica e irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo. Foi identificado um pedotúbulo constituído por quartzo e carbonatos, de individualização discreta, do tipo isotúbulo.

C1P4 – 2C

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia muito fina (baixa), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são de pastilhas e blocos, de esférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 30% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

Em geral a lâmina é clastos suportados. Ocorre um plasma composto por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, constituído de quartzo, óxidos e carbonatos, de individualização discreta, moderadamente impregnada, irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

C1P2H1 – Cca1

Material mal selecionado, constituído por grãos de quartzo, com granulometria de areia fina (comum), areia média (frequente), areia muito fina (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são de pastilhas e blocos, de subesférico a esférico, de subangular a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 30% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é composto por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos. Ocorre fábrica clastos suportados.

As feições são glébulas, composto de quartzo, carbonatos e raras concentrações de óxidos, de individualização discreta, fortemente impregnada, elipsoidal e irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo. Há um pedotúbulo composto por quartzo, feldspato e carbonatos, de individualização discreta, do tipo isotúbulo.

C1P2H2 – Cca2

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado (maior frequência) a arredondado, e rugosidade ondulada a rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 10% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é composto por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

C1P1 - Btca1

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia muito grossa (muito baixa), cascalho (muito baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em blocos e pastilhas, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado a arredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e sem orientação.

Os poros correspondem a 30% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

Ocorre um pedotúbulo composto por quartzo e carbonatos, de individualização discreta, do tipo estritúbulos.

C1P1 – Btca2

Material mal selecionado, constituído por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), areia muito grossa (muito baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em pastilhas e blocos, de subesférico (maior frequência) a subalongado, de subarredondado (maior frequência) a subarredondado, e rugosidade ondulada e rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é porfírica fechada e gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 30% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, composto de quartzo e carbonatos, de individualização aderente, moderadamente impregnada, irregular, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

C1P1 – Btca/Cca

Material mal selecionado, composto por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), areia muito grossa (muito baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em pastilhas, de subesférico (maior frequência), subesférico a subalongado, de arredondado (maior frequência) a subangular, e rugosidade ondulada a rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 20% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

A fábrica clastos suportados é predominante. O plasma é constituído por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos.

As feições são glébulas, constituído de quartzo, carbonatos e raras concentrações de óxidos, de individualização discreta, moderadamente impregnada, esférico, trama interna indiferenciada, do tipo nódulo.

C1P1 – 2Cca

Material mal selecionado, constituído por grãos de quartzo, com granulometria de areia média (comum), areia fina (frequente), areia grossa (baixa), areia muito grossa (muito baixa), e variabilidade média, e grãos de feldspato na fração de areia média (muito baixa).

As formas dos grãos são em pastilhas, de subesférico (maior frequência), subesférico a subalongado, de arredondado (maior frequência) a subangular, e rugosidade ondulada a rugosa.

A distribuição de base é aleatória, a referida é não referida e a relativa é gefúrica e sem orientação.

Os poros correspondem a 20% da lâmina, são intergranulares (simples), de distribuição aleatória, sem orientação.

O plasma é constituído por carbonatos, de coloração esbranquiçada, com cristais amorfos. Foi identificado fábrica clastos suportados.

GLOSSÁRIO

Distribuição de base: considera a posição de indivíduos semelhantes, uns em relação aos outros.

Distribuição referida: considera a posição de indivíduos semelhantes, tomando por referência um determinado constituinte (Exemplo: placas de argila ao redor de um poro)

Distribuição relativa: considera a posição de indivíduos semelhantes em relação a indivíduos diferentes (Exemplo: plasma em relação ao esqueleto). São as seguintes: mônica (distribuição onde as partículas em geral pertencem a um só grupo de tamanho e tipo de material), enáulica (distribuição onde os agregados de material fino apresentam-se dissociados do esqueleto, dispersos nos poros, mas sem preenchê-los), gefúrica (distribuição onde as unidades maiores apresentam-se parcialmente ligadas entre si por pontes de material bem mais fino), quitônica (distribuição onde as partículas maiores apresentam-se envolvidas por películas de material mais fino) e porfírica (distribuição onde as partículas maiores distribuem-se numa matriz de material bem mais fino, podendo ser aberta, fechada, fragmentada, cavitária, etc).

Esqueleto: formado por partículas maiores que 2 μm , granulometricamente classificadas como areia e silte (ou limo). Constitui-se de minerais primários (quartzo, feldspatos, micas, etc.),

Feições pedológicas: unidade reconhecível no solo e que se distingue do material vizinho por diferenças na concentração de uma fração do plasma ou na pedotrama (arranjo) dos constituintes, ou ainda por corpos estranhos incluídos, de origem sedimentar ou biológica.

Formas típicas dos grãos: blocos, pastilhas, grumos, globulos e placas.

Frequência: refere-se à abundância de determinada fração no campo visual observado, indicada em porcentagem

Fundo matricial: O fundo matricial compreende o material ou matéria-prima que se encontra dentro dos agregados elementares ou compondo solos apédicos (não agregados), constituindo-se freqüentemente de poros, esqueleto e plasma intraagregados.

Glébulas: as glébulas são unidades tridimensionais nodulares dentro do fundo matricial, de forma geralmente esférica a elipsoidal alongada, formadas por acumulações relativas de certos constituintes do plasma.

Grau de desenvolvimento: os graus de desenvolvimento se aplicam somente a estruturas naturais, ou àquelas em recuperação após intensa degradação. São os seguintes: fortemente desenvolvido (mostra uma individualização completa dos agregados, com unidades subarredondadas separadas inteiramente por poros), moderadamente desenvolvido (mostra uma individualização incompleta, contendo unidades não inteiramente separadas, mas já possuindo cerca de dois terços de seus contornos limitados por poros planares e/ou cerca de um terço desses contornos ligados por pontos às unidades vizinhas) e fracamente desenvolvido (mostra uma individualização incipiente, mais incompleta ainda que a anterior, com agregados fortemente unidos uns aos outros).

Grau de impregnação: É puro quando é possível distinguir claramente a trama do material do fundo matricial do seu entorno, em função da impregnação total do mesmo e do seu elevado grau de individualização;

Grau de seleção: representa a participação relativa entre as frações presentes na amostra.

Individualização (glébulas e pedotúbulos): discreta (apresentam limites nítidos em relação ao fundo matricial do entorno, podendo ser facilmente distinguidos) e aderente (apresentam limites difusos em relação ao fundo matricial do entorno, não podendo ser facilmente distinguidos).

Orientação: a orientação dos indivíduos presentes na amostra pode ocorrer segundo grandes eixos, também de diferentes maneiras, as quais podem ser agrupadas segundo os critérios de alinhamento.

Pedotúbulos: Os pedotúbulos são resultantes da escavação promovida por animais ou raízes, posteriormente preenchidas por materiais de origens variadas. Os isotúbulos não apresentam evidências de formação por agentes da fauna ou da flora, estando associados a outras atividades pedológicas, como por exemplo, iluviação. Os estriotúbulos podem corresponder a compressões feitas pela flora ou fauna do solo, ou dessecação após o preenchimento.

Plasma: O plasma é composto por partículas menores que 2 μm , granulometricamente classificadas como fração argila. O plasma pode conter minerais argilosos, matéria orgânica, sais, óxidos, hidróxidos, etc

Poros: Poros são volumes “vazios”, isto é, orifícios ou aberturas desprovidos de materiais sólidos que atuam de diferentes formas, capazes de reter líquidos (soluções) e/ou permitir sua percolação, bem como a passagem de ar (gases), de distribuição de base animais, raízes, etc.

Rugosidade superficial: relacionado à aspereza da superfície do indivíduo, dividida em três grupos gerais: rugosa, ondulada e alisada

Trama: utilizado para exprimir o tipo e o grau de organização (arranjo) dos componentes do material.

Variabilidade: permite descrever o grau de diferenciação entre indivíduos da mesma classe.