

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CCH  
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – NÍVEL  
MESTRADO**

**SIMONE GUERRA**

**ABRANGÊNCIA ESPACIAL E TEMPORAL DA MORFOGÊNESE E  
PEDOGÊNESE NO PLANALTO DE PALMAS (PR) E ÁGUA DOCE (SC):  
SUBSÍDIO AO ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM QUATERNÁRIA**

**FRANCISCO BELTRÃO**

**MARÇO, 2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CCH  
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – NÍVEL MESTRADO**

**SIMONE GUERRA**

**ABRANGÊNCIA ESPACIAL E TEMPORAL DA MORFOGÊNESE E PEDOGÊNESE  
NO PLANALTO DE PALMAS (PR) E ÁGUA DOCE (SC): SUBSÍDIO AO ESTUDO  
DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM QUATERNÁRIA**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

**Orientador:** Prof. Dr. Julio Cesar Paisani

**FRANCISCO BELTRÃO  
MARÇO, 2012**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS - CCH  
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – NÍVEL MESTRADO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ABRANGÊNCIA ESPACIAL E TEMPORAL DA MORFOGÊNESE E PEDOGÊNESE  
NO PLANALTO DE PALMAS (PR) E ÁGUA DOCE (SC): SUBSÍDIO AO ESTUDO  
DA EVOLUÇÃO DA PAISAGEM QUATERNÁRIA

**Autora:** Simone Guerra

**Orientador:** Prof. Dr. Julio Cesar Paisani

Este exemplar corresponde à redação final da  
Dissertação defendida por Simone Guerra e aprovada  
pela comissão julgadora.

Data: 15 / 03 / 2012

Assinatura:

Simone Guerra

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Julio César Paisani (UNIOESTE – F.B)

Prof.ª. Dra. Marga Eliz Pontelli (UNIOESTE – F.B)

Prof.ª. Dra. Gisete Leite de Lima (UFFS - Chapecó)

Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa (UFPE)

FRANCISCO BELTRÃO

MARÇO, 2012

Catálogo na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas - UNIOESTE – Campus Francisco Beltrão

Guerra Simone

G934 Abrangência espacial e temporal da morfogênese e pedogênese no planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC): subsídio ao estudo de evolução da paisagem quaternária  
Simone Guerra – Francisco Beltrão 2012.  
100f.

Orientador Prof. Dr. Julio Cesar Paisani  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus de Francisco Beltrão

1. Pedogênese 2. Formações Superficiais 3. Estratigrafia 4. Planalto de Palmas Paraná 5. Planalto de Água Doce – Santa Catarina. 6. Morfogênese. Paisani, Julio Cesar. II. Título.

CDD – 551.4 09816

*Dedico,*  
*A meu esposo Marcelo*  
*E meu filho Felipe*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus, pois sem suas bênçãos não somos nada.

Ao meu amado esposo Marcelo, pelo apoio e incentivo ao longo da minha vida acadêmica.

A toda minha família pela ajuda, apoio, compreensão e carinho, que todos têm por mim.

Ao meu orientador Julio Cesar Paisani pela paciência e dedicação neste trabalho.

A todos meus amigos e colegas do Grupo de Pesquisa “Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais”, em especial a Prof. Dr. Marga Eliz Pontelli, Prof. Dr. Marcia R. Calegari, e aos meus colegas Jacsom Gosman Gomes de Lima e Leandro Oliveira, pelo companheirismo e ajuda nos trabalhos de campo.

Ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu em Geografia* da Unioeste e a CAPES pela bolsa concedida.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para concretização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

*"Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o mundo pertence a quem se atreve, e a vida é MUITO pra ser insignificante"*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

Este trabalho apresenta a abrangência espacial e temporal da morfogênese e pedogênese no Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC): subsídio ao estudo da evolução da paisagem quaternária, a partir de cinco seções estratigráficas, bem como a utilização de informações preponderantes, estabelecidas por Paisani *et al.*, (submetido a) na seção HS1. Tal levantamento contou com descrições de unidades litológicas e pedológicas, juntamente com análises laboratoriais, como granulometria, teor de carbono e matéria orgânica, descrição micromorfológica e datação do  $^{14}\text{C}$ . Por meio das descrições, identificou-se nas seções depósitos de colúvio, colúvio-aluviais, solos enterrados (Neossolos flúvicos) e paleocanais de 1ª e 2ª ordem colmatados, verificados nas seções HS1, HS2, HS4 e HS6. Os resultados evidenciaram, nas seções, registros estratigráficos com idades do Pleistoceno Superior ao Holoceno, referentes aos Estágios Isotópicos Marinhos 3, 2 e 1. Como os paleossolos verificados nas seções apresentam idades datadas de 41.000 a 25.000 anos AP, correspondendo ao Pleistoceno Superior, conclui-se que neste período o ambiente, tanto de fundo de vale quanto de encosta, se encontrava em equilíbrio ambiental (estabilidade) promovendo a pedogênese, com formação de neossolos flúvicos, com horizonte A húmico, similares a de outras localidades, atestando uma fase de estabilidade de cunho regional. No limite Pleistoceno/Holoceno, verificaram-se fases alternadas de morfogênese – pedogênese, responsáveis pela formação de unidades coluviais, colúvio-aluviais e horizontes pedológicos. Já no início do Holoceno, foi verificado uma intensa fase de morfogênese, com erosão (degradação) das encostas e colmatação (agração) dos fundos de vale de baixa ordem hierárquica, perdurando até cerca de 1.000 anos AP. Após 1.000 anos AP, correspondendo ao último milênio, o ambiente entra em equilíbrio (estabilidade) com atuação da pedogênese, formando Neossolos com horizonte A húmico. De maneira geral, o levantamento do registro estratigráfico na área de estudo revelou informações importantes acerca dos eventos que estiveram presentes na sua evolução. Tais eventos indicam que a paisagem possui sua evolução relacionada a fases alternadas de estabilidade/instabilidade, com processo de degradação/agração e pedogênese com formação de Neossolos.

**Palavras chaves:** Formações Superficiais, Estratigrafia, colúvio, paleossolo, Planalto de Palmas/Água Doce.

## ABSTRACT

This work presents the space and temporary inclusion of the morfogênese and pedogênese in Palmas (PR) and Água Doce (SC) Plateau: subsidy to the study of the evolution of the quaternary landscape, starting from five stratigraphic sections, as well as the use of preponderant information, established by Paisani et al. (submitted a) in the section HS1. This survey included descriptions of lithological and pedological units, along with laboratory tests, such as granulometry, carbon content and organic matter, micromorphological description and dating of  $^{14}\text{C}$ . By means of the description, it was identified in the sections deposits of colluvium, colluvial-alluvial, buried grounds (fluvisol Neosoils) and paleochannels of 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> order filled out, verified in sections HS1, HS2, HS4 and HS6. The results showed, in the sections, stratigraphic records with ages of Higher Pleistocene to the Holocene, referring to the Marine Isotopic stages 3, 2 and 1. As seen in paleosoils verified in the sections present ages dated from 41,000 to 25,000 years AP, corresponding to the Higher Pleistocene, can be concluded that the environment in this period, both valley bottom and slope, was in the environmental balance (stability) promoting the pedogenesis, with formation of fluvisol Neosoils, with humic A horizon, similar to other localities, confirming a stability phase of a regional stamp. In the limit Pleistocene / Holocene, it was verified alternating phases of morphogenesis – pedogenesis, responsible by the formation of colluvial units, colluvial-alluvial and pedological horizons. In the beginning of the Holocene, it was verified an intense phase of morphogenesis, with erosion (degradation) of the hillsides and completion (aggradation) of the valleys of low hierarchical order, lasted until about 1,000 years AP. After 1,000 years AP, corresponding to the last millennium, the environment enter in balance (stability) with the performance of pedogenesis, forming Neosoils with humic A horizon. Overall, the surveying of the stratigraphic record in the study area revealed important information about the events that were present in its evolution. These events indicate that the landscape has its evolution related to alternated phases of stability / instability, with degradation / aggradation and pedogenesis with formation of Neosoils.

**Key words:** Superficial formations, stratigraphy, colluvium, paleosoils, Palmas / Água Doce Plateau.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização dos remanescentes de superfícies aplainadas identificadas por Paisani <i>et al.</i> (2008).....	16
<b>Figura 2</b> – Fase de instabilidade da paisagem com atuação da morfogênese (resistasia).....	20
<b>Figura 3</b> - Fase de estabilidade da paisagem com predomínio da pedogênese (bioestasia).....	21
<b>Figura 4</b> - Exemplo de classificação aloestratigráfica de depósitos fluviais e lacustres (modificado de N.A.C.S.N., 1983, 2005). Este esquema mostra uma possível relação entre as classificações alo e litoestratigráficas, onde quatro unidades aloestratigráficas encontram-se superpostas e definidas por descontinuidades lateralmente traçáveis (desconformidades e solos enterrados), classificadas em uma ou duas unidades litoestratigráficas.....	28
<b>Figura 5</b> - Localização da área de estudo, dentro do Planalto de Palmas (PR) / Água Doce (SC). A: Distribuição espacial da Formação Serra Geral.....	32
<b>Figura 6</b> - Bloco diagrama com altimetria da área de estudo e localização das seções estratigráficas estudadas.....	35
<b>Figura 7</b> - Diagrama triangular de Flemming (2000), para classificação textural das amostras.....	37
<b>Figura 8</b> - Representação esquemática da carta código para classificação de unidades em fácies, segundo Ghibaudo (1992).....	39
<b>Figura 9</b> - Seção estratigráfica HS2. (A) Foto de parte da seção entre as janelas 1 e 2. (B) Foto de paleocanal (seta) colmatado no centro da seção (janela 3). (C) Representação esquemática da seção estratigráfica com 4 janelas onde foram coletadas amostras para análises de laboratório.....	43
<b>Figura 10</b> - Seção litológica colunar representativa da seção HS2.....	45
<b>Figura 11</b> – Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS2.....	48
<b>Figura 12</b> - Seção estratigráfica HS3. (A) Foto da seção localizada em uma voçoroca. (B) Representação esquemática da seção estratigráfica. 1: riolito. 2: horizonte A. 3: colúvio. 4: colúvio pedogenizado.....	49

<b>Figura 13</b> - Seção litológica colunar representativa da seção HS3.....	52
<b>Figura 14</b> - Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS3.....	52
<b>Figura 15</b> - Seção estratigráfica HS4. (A) Foto da seção com a presença de um paleocanal (base do paleocanal = seta). (B) Representação esquemática da seção estratigráfica com individualização das camadas por algarismos romanos da base para o topo.....	53
<b>Figura 16</b> - Seção litológica colunar representativa da seção HS4.....	56
<b>Figura 17</b> - Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS4.....	57
<b>Figura 18</b> - Foto da seção estratigráfica HS5 com suas respectivas unidades.....	57
<b>Figura 19</b> - Seção litológica colunar representativa da seção HS5.....	59
<b>Figura 20</b> - Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS5.....	60
<b>Figura 21</b> - Seção estratigráfica HS6. (A) Foto da seção. (B) Representação esquemática da seção estratigráfica com individualização das camadas por algarismos romanos da base para o topo.....	61
<b>Figura 22</b> – Seção litológica colunar representativa da seção HS6.....	63
<b>Figura 23</b> - Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS6.....	64
<b>Figura 24</b> - Distribuição dos percentuais de areia, silte e argila, correspondente as janelas 1, 2, 3 e 4 da seção HS2.....	66
<b>Figura 25</b> - Resultado da plotagem das amostras das janelas 1, 2, 3 e 4 da seção HS2, no diagrama Triangular de Flemming (2002).....	67
<b>Figura 26</b> - Porcentagem de carbono e matéria orgânica das amostras das janelas 1, 2, 3 e 4 da seção estratigráfica HS2.....	68

<b>Figura 27</b> - Imagens das lâminas da seção HS2. A: plasma de cor bruno amarelado e verde. B: idem A. C: porosidade fissural. D: plasma com uma concentração maior de MO e poros fissurais. E: plasma bruno amarelado e verde.....	70
<b>Figura 28</b> - Imagens das lâminas da seção HS6. A: porosidade. B: plasma de cor bruno avermelhado e verde. C: plasma com uma concentração maior de MO e poros.....	74
<b>Figura 29</b> - Imagens das lâminas da seção HS5. A: plasma. B: plasma com impregnação de MO. C e D: presença de dois plasma. E: matriz impregnada pela coloração azul.....	77
<b>Figura 30</b> - Representação esquemática da seção estratigráfica HS1, com individualização e denominação das unidades por algarismos romanos da base para o topo. (adaptada de Paisani <i>et al.</i> , submetido b).....	80
<b>Figura 31</b> - Comparação das idades do registro estratigráfico da área de estudo com os Estágios Isotópicos Marinhos calibrados para o Atlântico Sul (adaptado de Paisani, 2006)...	81
<b>Figura 32</b> - Correlação estratigráfica informal entre as seções HS1 e HS2.....	84
<b>Figura 33</b> - Correlação estratigráfica informal entre as seções HS2 e HS3.....	86
<b>Figura 34</b> - Correlação estratigráfica informal entre as seções HS1 e HS6. ....	88
<b>Figura 35</b> - Correlação estratigráfica informal entre as seções HS1 e HS4.....	89
<b>Figura 36</b> - Fases de instabilidade/estabilidade e registros verificados na paisagem do Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC), a partir do EIM 3.....	92

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Tipos de sedimentos e classes texturais contidas no diagrama triangular para a classificação textural proposta por Flemming (2000) .....	38
<b>Quadro 2</b> - Tradução do código usado para classificar as unidades em fácies deposicionais (GHIBAUDO,1992).....	39
<b>Quadro 3</b> - Características pedológicas dos níveis colúviais pedogenizados da seção HS2.....	46
<b>Quadro 4</b> - Características pedológicas dos níveis colúviais pedogenizados da seção HS3.....	51
<b>Quadro 5</b> – Características físicas das unidades litológicas da seção HS4.....	55
<b>Quadro 6</b> – Características físicas dos horizontes da seção HS5.....	58
<b>Quadro 7</b> – Características físicas das unidades litológicas da seção HS6.....	62
<b>Quadro 8</b> - Principais características descritas na micromorfologia da seção HS2.....	72
<b>Quadro 9</b> - Principais características descritas na micromorfologia da seção HS6.....	75
<b>Quadro 10</b> - Principais características descritas na micromorfologia da seção HS5.....	78
<b>Quadro 11</b> - Resultados das idades pelo $^{14}\text{C}$ .....	79

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2 – REFERÊNCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1 - Aspectos Gerais do Quaternário e seu Registro Sedimentar.....	18
2.2 - Mudanças Climáticas do Quaternário e Depósitos Continentais.....	20
2.3 - Estratigrafia e seus Critérios de Aplicação.....	24
2.4 – Aloestratigrafia Aplicada a Depósitos Quaternários.....	27
2.5 – Breve Revisão de Estudos Aloestratigráficos do Quaternário Continental.....	29
<b>3 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>32</b>
3.1 – Localização.....	32
3.2 – Aspectos Gerais.....	33
<b>4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>35</b>
4.1 – Descrição de Seções Estratigráficas.....	35
4.2 - Análises Laboratoriais.....	36
4.2.1 – Granulometria.....	36
4.2.2 – Teor de matéria orgânica e carbono das unidades pedológicas.....	40
4.2.3 – Descrição Micromorfológica.....	40
4.2.4 – Datação pelo Método do <sup>14</sup> C.....	41
4.3 – Correlação Estratigráfica.....	41
<b>5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>42</b>
5.1 – Descrição das seções Estratigráficas.....	42
5.1.1 – Seção Estratigráfica HS2.....	42
5.1.2 – Seção Estratigráfica HS3.....	48

5.1.3 – Seção Estratigráfica HS4.....	53
5.1.4 – Seção Estratigráfica HS5.....	57
5.1.5 – Seção Estratigráfica HS6.....	60
5.2 – Análises Laboratoriais.....	65
5.2.1 – Granulometria.....	65
5.2.2 – Determinação do teor de matéria orgânica (MO) e Carbono das unidades pedológicas.....	67
5.2.3 – Micromorfologia.....	69
5.2.3.1 – Seção estratigráfica HS2.....	69
5.2.3.2 – Seção estratigráfica HS6.....	73
5.2.3.2 – Seção estratigráfica HS5.....	76
5.2.4 – Cronologia e Correlação com Eventos Paleoclimáticos Globais.....	79
5.2.5 - Correlação Estratigráfica Informal.....	82
5.2.6 – Evolução da paisagem da área de estudo a partir de EIM3.....	90
<b>6 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>94</b>

Catálogo na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas - UNIOESTE – Campus Francisco Beltrão

Guerra, Simone

G934 Abrangência espacial e temporal da morfogênese e pedogênese no planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC): subsídio ao estudo da evolução da paisagem quaternária. / Simone Guerra. – Francisco Beltrão, 2012.  
100f.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Paisani  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus de Francisco Beltrão.

1. Pedogênese. 2. Formações Superficiais. 3. Estratigrafia. 4. Planalto de Palmas - Paraná. 5. Planalto de Água Doce – Santa Catarina. 6. Morfogênese. I. Paisani, Julio Cesar. II. Título.

CDD – 551.4109816

## 1 – INTRODUÇÃO

As paisagens geomorfológicas são constituídas por formas de relevo geradas em diferentes fases ao longo do tempo. Tais fases podem ser inferidas através de estudos de reconstrução das condições paleoambiental, com base no registro estratigráfico.

No Brasil, estudos paleoambientais desse tipo tem sido realizados por vários autores, em paisagens de diversas regiões (MOURA & MELLO, 1991; MELLO, 1992; MELLO, s/d; MELLO *et al.*, 1995; ETCHEBEHERE, 2002; HERNÁNDEZ – BERNAL *et al.*, 2004; MORO *et al.*, 2004; SALLUN *et al.*, 2007). Na região Sul do Brasil, várias pesquisas, usando critérios estratigráficos, para compreender a evolução da paisagem, estão sendo realizadas (PONTELLI, 2005; PAISANI, 2004; FETT JÚNIOR, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006; LIMA, 2010). No Paraná, as pesquisas estão concentradas no Segundo Planalto Paranaense (PR), (MELLO *et al.*, 2003; CAMARGO, 2005; CAMARGO FILHO, 2005). Igual atenção não tem sido dada às paisagens do Terceiro Planalto, as quais carecem de estudos sobre formações superficiais e depósitos quaternários (PAISANI *et al.*, 2009).

Assim, as paisagens do Terceiro Planalto, mais especificamente entre o Sudoeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina, por apresentarem diferentes formas de relevo, tem sido objeto alvo de estudos do Grupo de Pesquisa Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais, que buscam compreender a evolução do relevo da região.

De acordo com Paisani *et al.*, (2008), a região entre o Sudoeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina é caracterizada por uma paisagem com formas de relevo composta por uma sucessão de remanescentes de superfícies, incompletamente aplainadas, dispostas em escadaria de leste para oeste. Estes autores identificaram oito remanescentes de superfícies aplainadas geradas, na sua maioria, pelo balanço entre intemperismo e erosão mecânica, simultaneamente, durante o soerguimento da área (Figura 1).

Na maioria destes remanescentes de superfícies aplainadas, predominam formações superficiais autóctones, com predomínio do intemperismo, formando perfis de solos de diferentes espessuras e graus de evolução mais ou menos desenvolvidos, dependendo do local. Apenas as superfícies aplainadas I e II apresentam formações superficiais geradas tanto pelo intemperismo (autóctones) quanto pela erosão mecânica (alóctones). Nestas superfícies, as formações superficiais apresentam depósitos de colúvio, alúvio, colúvio-alúvios e paleossolos, que levam a pensar que as paisagens passaram por eventos de degradação e agradação, intercalada por eventos de estabilidade ambiental (BIGARELLA *et al.*, 1994).

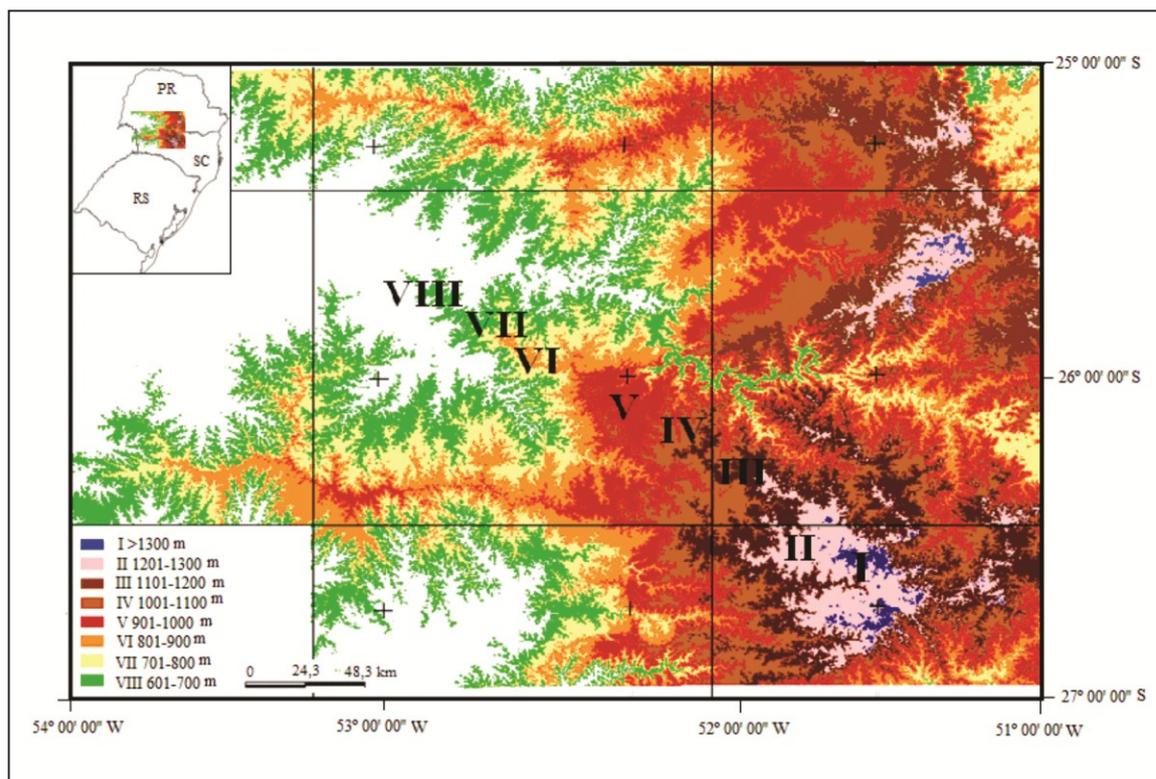


Figura 1 – Mapa de localização dos remanescentes de superfícies aplainadas identificadas por Paisani *et al.*, (2008).

Fonte: Modificado de PAISANI *et al.* (2008) por Jacson Gosman Gomes de Lima.

A compreensão de períodos de estabilidade contínua ou de intercalação entre períodos de estabilidade e instabilidade, de ordem paleoclimática ou neotectônica (BIGARELLA & ANDRADE, 1965; MAGALHÃES & MOREIRA, s/d), são fundamentais para avaliar a sequência evolutiva das paisagens, as quais ainda são pouco compreendidas, sobretudo nas zonas tropicais e subtropicais. Nessas zonas, a literatura clássica aponta que as mudanças climáticas alteraram as taxas de equilíbrio (pedogênese) e desequilíbrio (morfogênese) da paisagem (BIGARELLA & ANDRADE, 1965).

O levantamento e caracterização de seções estratigráficas no Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC) revelaram depósitos de colúvio, colúvio – alúvios e paleossolos enterrados (PAISANI *et al.*, 1998). Tais registros indicam que a evolução da paisagem da área se deu por meio de fases de estabilidade (pedogênese) intercaladas por fases de instabilidade (morfogênese).

Neste contexto, a presente pesquisa, teve por objetivo principal apresentar e discutir a abrangência espacial e temporal dos fenômenos de morfogênese (degradação/agradção) e pedogênese da paisagem do Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC).

No capítulo a seguir será apresentada uma revisão bibliográfica sobre os aspectos gerais do Quaternário, mudanças climáticas e depósitos continentais, aplicação da estratigrafia e da alostratigrafia a depósitos Quaternários e uma breve revisão dos estudos alostratigraficos do Quaternário. Nos capítulos III, IV, V, VI e VII serão apresentados, respectivamente, a caracterização da área de estudo, os procedimentos metodológicos, os resultados, a discussão e a conclusão do trabalho.

## 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 – Aspectos Gerais do Quaternário e seu Registro Sedimentar

O Quaternário é o período geológico mais recente da história do nosso Planeta. Segundo Gibbard *et al.*, (2010), este período teve seu início a 2,58 milhões de anos AP, sendo constituído por duas fases, designadas de Pleistoceno e Holoceno. Destas o Holoceno refere-se a uma fase mais recente, abrangendo os últimos 10 mil anos da história geológica da Terra (SALGADO – LABOURIAU, 2007).

Do ponto de vista geológico, o Holoceno representa um intervalo de tempo muito pequeno, porém, é considerado de extrema importância, abrangendo as grandes civilizações, a história escrita e o intervalo de tempo em que o homem foi adquirindo tecnologias para modificar ou destruir o meio natural em que vive (SALGADO – LABOURIAU, 2007).

As transformações do meio natural ocorrem em diferentes escalas temporais. Assim, para compreender o presente, faz-se necessário desvendar acontecimentos e mudanças ocorridas a dezenas, centenas ou milhares de anos, as quais se tornam fundamentais no entendimento do presente. Deste modo, somente os estudos de depósitos antigos são capazes de estabelecer um elo entre os acontecimentos do passado geológico pouco remoto e o presente, e tentar estabelecer alguns prognósticos ou previsões futuras (SUGUIO, 1999).

Ao tentar estabelecer este elo entre o passado pouco remoto e o presente, torna-se imprescindível compreender mudanças ocorridas no passado geológico, os quais deixaram registros, encontrados principalmente em fósseis e pacotes sedimentares, formados no período do Quaternário, como depósitos de ambientes de encostas, fluviais e paleossolos. Tais registros podem preservar informações de acontecimentos, causados por ciclos alternados de mudanças climáticas (FERREIRA, 2009).

Porém, nem sempre os registros encontrados na paisagem apresentam as condições ideais para seus estudos. Por este motivo as abordagens utilizadas no estudo e na análise estratigráfica destes depósitos, apresentam várias limitações, esbarrando na natureza pouco espessa e na distribuição descontínua de tais depósitos (MELLO, 1992).

Cada ambiente possui registros de sua história evolutiva, os quais dependem de vários fatores, como a intensidade e duração dos processos atuantes, como mudanças climáticas e movimentos epirogenéticos, e a capacidade que cada paisagem possui de preservar tais

registros. Por outro lado, em algumas paisagens, onde os processos de intemperismo são mais intensos, esses registros acabam sendo destruídos parcialmente ou totalmente, tornando difícil o levantamento de depósitos quaternários e, conseqüentemente, o estabelecimento de um quadro evolutivo de determinada paisagem (MELLO *et al.*, 2005).

Neste contexto, a natureza do registro sedimentar, relacionada às últimas transformações ambientais no tempo geológico recente, foi considerada como incompleta e relacionada a uma sedimentação episódica, marcada por eventos catastróficos (MELLO, 1992). Deste modo, o registro sedimentar denominado por eventos raros de alta magnitude, preserva apenas uma pequena quantidade dos registros de eventos deposicionais que caracterizam os ambientes atuais. Além disso, em decorrência de fases de não deposição ou de remoção, pela erosão, muitos desses registros não se preservam como registro sedimentar.

Outro aspecto importante é que Quaternário possui características particulares como o fato de seus depósitos não se encontrarem restritos a bacias sedimentares *sensu strictu*, mas sim, distribuídos sob as várias formas do relevo, demonstrando uma estreita relação genética com as feições morfológicas da paisagem. Assim, a análise estratigráfica de depósitos quaternários deve considerar os diferentes padrões de organização das paisagens, os quais podem preservar o registro sedimentar, e contribuir com informações a respeito da história erosiva e deposicional da paisagem, integrando desta forma uma relação entre Geomorfologia e Estratigrafia. (MELLO, s.d; MOURA *et al.*, 2001).

Embora esta integração tenha representado um avanço importante para estes estudos, sua aplicação tem sido considerada difícil, pelo fato de não existir uma correlação cronológica bem definida na deposição dos sedimentos, que movimentos tectônicos possam ter atuado e modificado a morfologia original, ou ainda que tais depósitos possam ter sido destruídos pela ação de processos intempéricos (MELLO *et al.*, 1991).

De acordo com Suguio (1999), os estudos de depósitos de origem quaternária traçam duas grandes metas. A primeira entende que estudos aplicados nas ciências ambientais podem contribuir para o conhecimento cada vez mais aprimorado do presente e do passado pouco remoto da natureza, compreendendo a dinâmica natural, a qual pode fornecer informações importantíssimas, para que o homem possa viver de forma mais harmoniosa com a natureza, evitando, com isso, muitos problemas ambientais graves, que vêm ocorrendo, e poderão ocorrer com maior intensidade e magnitude futuramente.

Outra importante meta dos estudos de depósitos antigos se deve ao fato que podem prever deflagrações futuras de fenômenos naturais, induzidos ou não pelas intervenções antrópicas. Através da reconstituição de eventos do passado geológico (Quaternário), podem fornecer elementos necessários para diagnosticar a ocorrência de fenômenos ou eventos que vierem a ocorrer no futuro, os quais podem ter consequências catastróficas.

## 2.2 – Mudanças Climáticas do Quaternário e Depósitos Continentais

Mudanças climáticas do período do Quaternário, referentes às fases glaciais e interglaciais, tiveram um papel significativo na configuração das paisagens continentais e costeiras. Tais fases glaciais e interglaciais tiveram oscilações contrastantes dentro de um intervalo de tempo muito curto, causando profundas mudanças e/ou transformações não somente em sedimentos oceânicos, como também em depósitos geológicos continentais (BIGARELLA *et al.*, 1975).

No entanto, mudanças ambientais globais, ocasionadas por variações climáticas quaternárias, foram absorvidas de forma diferenciadas pelas paisagens continentais. Algumas dessas paisagens sofreram modificações em sua vegetação e acabaram impulsionando intensos processos morfogenéticos (resistasia) (Figura 2) (CASSETI, 2005, THOMAS, 2004).

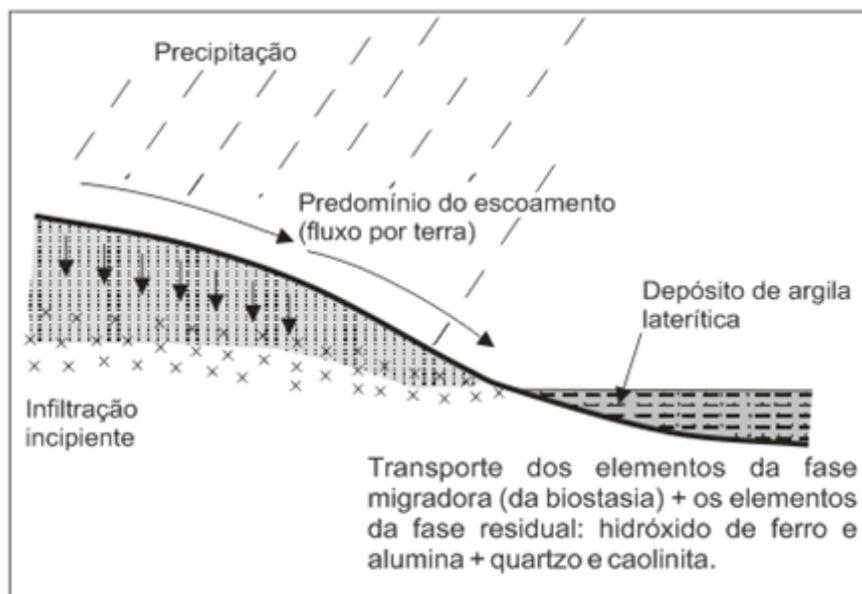


Figura 2 - Fase de instabilidade da paisagem com atuação da morfogênese (resistasia).  
Fonte: CASSETI, 2005.

Já outras paisagens se mantiveram estáveis com atuação da pedogênese (bioestasia), desenvolvendo espessos mantos de intemperismo e formação de solos lateríticos (Figura 3) (BIGARELLA, 1994; CASSETI, 2005).

Informações a respeito de momentos de estabilidade ambiental das paisagens (bioestasia) e instabilidade (resistasia), geralmente são encontradas nas propriedades das formações superficiais.

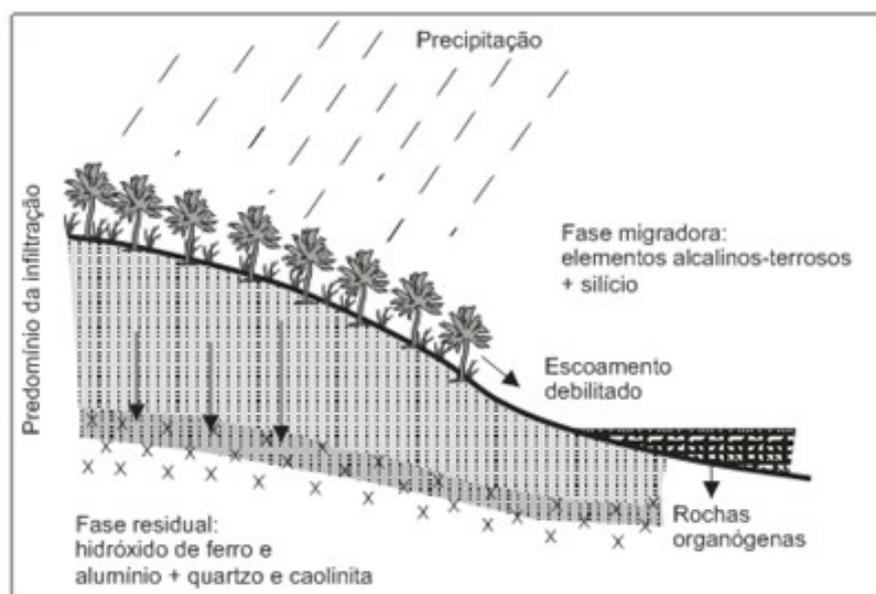


Figura 3 – Fase de estabilidade da paisagem com predomínio da pedogênese (bioestasia).  
Fonte: CASSETI, 2005.

Portanto, quando se encontram na paisagem espessos perfis de solo autóctones, tem-se forte indício da estabilidade biopedológica - biostasia. Por outro lado, quando as formações superficiais apresentam solos enterrados (paleossolos) e depósitos de encostas (colúvio), demonstram que dada paisagem passou por momentos de estabilidade, intercalados por momentos de instabilidade ambiental (BIGARELLA, 1994).

A compreensão de períodos de estabilidade contínua ou de intercalação entre períodos de estabilidade e instabilidade, de ordem paleoclimática ou neotectônica (BIGARELLA & ANDRADE, 1965; MAGALHÃES & MOREIRA, s/d), são fundamentais para avaliar a sequência evolutiva das paisagens. Essas ainda são pouco compreendidas, sobretudo nas faixas tropicais e subtropicais, onde as mudanças climáticas alteraram as taxas de equilíbrio

(pedogênese) e desequilíbrio (morfogênese), bem como os regimes fluviais e a distribuição da fauna e flora (BIGARELLA & ANDRADE, 1965).

No entanto, para entendimento das fases passadas pela paisagem, dois elementos essenciais, podem auxiliar nesta interpretação são os depósitos quaternários continentais oriundos das encostas, chamados colúvios, e os transportados e depositados pelos rios, designados de alúvios.

Depósitos aluviais são sedimentos ou detritos de qualquer natureza, carregados e depositados pelos rios, constituídos por argila, silte, areia, cascalho ou qualquer material detrítico inconsolidado em leito de rios, planícies de inundação ou na base de encostas com maior declividade (SUGUIO, 2001). Já os depósitos de colúvio são gerados quase que exclusivamente por movimentos de massa ocasionados por períodos de mudanças nas condições climáticas, bastante expressivas no período Quaternário. Tais movimentos acabam transportando uma imensa quantidade de sedimentos encosta a baixo, os quais se depositam nas áreas com menor elevação, ocasionando o entulhamento dos canais de drenagem, principalmente canais de 1ª e 2ª ordem.

O entulhamento dos canais gera vários pacotes de sedimentos, depositados em momentos ou períodos diferenciados. Tais depósitos podem apresentar peculiaridades, como espessura delgada, similaridades e recorrência de fácies, estruturas sedimentares incipientes e descontinuidade espacial. Além disso, esses depósitos geralmente ocorrem assentados em discordância sobre rochas mais antigas (SUGUIO, 2001), o que demanda métodos especiais para sua correlação, ordenação estratigráfica e interpretação (MOURA & MELLO, 1991).

Deste modo, a integração de vários aspectos, tanto paleoclimáticos como estratigráficos, podem fornecer informações importantes para compreensão da evolução das encostas, através dos estudos de seus depósitos. Estes podem reproduzir em suas seqüências deposicionais registros da dinâmica evolutiva da paisagem (MOURA *et al.*, 1998).

Portanto, as encostas são unidades do relevo que estão submetidas à grande variedade de processos como: intemperismo (químico e físico), processos erosivos e sedimentares e formação de solos. Os processos atuantes nas encostas podem atuar de forma diferenciada na paisagem, variando em magnitude e freqüência ao longo do tempo. Estes processos podem ser controlados por vários fatores, como a forma, declividade e comprimento da encosta, cobertura vegetal e condições climáticas (temperatura e precipitação) (FERREIRA, 2009).

Todavia, para o entendimento da dinâmica evolutiva das encostas, faz-se necessário compreender os depósitos colúviais, compostos por sedimentos originados pela atuação do processo de intemperismo e erosão de rochas e solos, formados no sopé das encostas, e transportados pela ação da gravidade, para áreas menos elevadas (MUCHER *et al.*, 2010; SUGUIO, 1998). Estes depósitos são compostos principalmente por materiais de granulação mais grossa e imatura, depositados na parte mais baixa da encosta. Apresentam-se como material pouco estratificado ou com estratificação ausente, dificultando a diferenciação dos solos originais, identificados, algumas vezes, por apresentar a existência de paleopavimentos que os separam dos materiais subjacentes (FERREIRA, 2009).

A formação dos colúvios depende de eventos erosivos, como precipitação em alta magnitude ou remoção da cobertura vegetal, ou ainda a combinação entre os dois fatores, que podem indicar uma fase de instabilidade na paisagem, podendo ser indicativos de mudanças climáticas (THOMAS, 2004).

No Brasil, interpretação de depósitos colúviais como registro representativo de mudanças climáticas foram enfatizados por Bigarella & Mousinho (1965), em trabalhos com locais propícios ao estudo dos depósitos quaternários. Encostas com formas topográficas, suavemente inclinadas, formadas por acúmulo de material colúvial, foram designadas pelos autores como “rampas de colúvio”. As rampas de colúvio são formadas pela atuação de processos de escoamento superficial, torrencial ou laminar e principalmente por movimentos de massa. Estes processos refletem condições ambientais nas quais a paisagem estava parcialmente desprovida de vegetação, favorecendo a remoção de clastos e sedimentos pela ação das enxurradas encostas abaixo, depositando o material em ambientes com menor elevação, chegando muitas vezes a ambientes fluviais.

No entanto, segundo Moura & Silva (1998), ainda é bastante recente a necessidade de abordar as inter-relações entre ambientes fluviais e de encostas, utilizando ambos como base para entendimento da evolução da paisagem e conseqüentemente compreensão da dinâmica evolutiva do relevo.

Outra feição bastante importante para estudos de depósitos quaternários são as chamadas superfícies antigas (paleosuperfícies), as quais são consideradas como a última etapa de evolução do relevo. Elas estão situadas nos centros dos grandes modelados de evolução do relevo continental, e podem conter informações importantes sobre a evolução do relevo ao longo do tempo (MELLO *et al.*, 2005).

O estudo destes sedimentos como parâmetros para caracterização paleoambiental tem sido cada vez mais utilizados para obtenção de respostas a mudanças climáticas ocorridas no Quaternário, principalmente nas áreas dos trópicos e subtropicais úmidas, onde os depósitos permitem uma visão mais clara das respostas dessas mudanças.

### **2.3 - Estratigrafias e seus Critérios de Aplicação**

A estratigrafia corresponde à descrição de estratos sedimentares e a um ramo da ciência geológica que estuda a sucessão e a idade das rochas e os sedimentos estratificados, objetivando uma correlação entre os processos e eventos geológicos no tempo e no espaço. Além de identificar a forma, composição, distribuição, propriedades geofísicas e geoquímicas desses sedimentos, está ligada ao estudo de todas as características, propriedades e atributos dos estratos, visando compreender o ambiente de origem, possibilitando realizar uma reconstrução da história geológica da Terra (PAISANI, 2004; LIMA, 2010).

Segundo Teixeira *et al.*, (2003), dois princípios são importantes na estratigrafia, o do Atualismo e o da Sobreposição Estratigráfica. O primeiro relata que, compreendendo os agentes, processos e ambientes sedimentares atuais, é possível determinar a origem de sedimentos antigos. Já o segundo, trata da seqüência de camadas horizontais, onde a camada subjacente é mais antiga que a sobrejacente, o que permite estabelecer uma cronologia relativa entre as camadas. Desta forma, para o estabelecimento da estratigrafia em um determinado ambiente sedimentar Cenozóico alguns critérios devem ser seguidos: litoestratigráfico, pedoestratigráfico, morfoestratigráfico e aloestratigráfico.

O critério litoestratigráfico corresponde ao reconhecimento das camadas através da composição e do tamanho dos grãos litológicos. Esta classificação tem como propósito a organização dos estratos de rochas da Terra, conforme suas variações litológicas. O levantamento de tais unidades é útil para compreensão do arranjo estratigráfico das rochas que compõem a litosfera, na determinação da estrutura local e regional, na compreensão e desenvolvimento de recursos minerais, na determinação da origem dos estratos de rochas e na interpretação da evolução tectono-sedimentar de uma área ou bacia (PETRI *et al.*, 1986; HUGHES, 2010).

Uma unidade litoestratigráfica deve ser definida e distinta com base na composição textural dos sedimentos, incluindo propriedades como: a) litologia dos clastos, b) composição da matriz e, c) classificação geral do: tamanho, forma e, circularidade dos clastos. Outros

atributos como estruturas sedimentares relacionados à geometria podem ser úteis, embora devam ser características de uma unidade litológica de áreas mais amplas e não apenas de fenômenos locais.

Utilizando critérios litoestratigráficos, pode-se obter informações importantes que contribuam para compreensão da origem e evolução de um determinado solo, que compõem depósitos e formas de relevo encontradas na paisagem (HUGHES, 2010)

Já a pedostratigrafia constitui-se em um critério que se baseia na identificação de horizontes de solo enterrados, desenvolvidos em uma unidade litológica (HUGHES, 2010), e trata da ordenação temporal dos eventos pedogenéticos. Unidades pedostratigráficas foram sugeridas pela primeira vez no Código Estratigráfico Norte Americano (ACSN, 1961 *apud* (ETCHEBEHERE, 2002). Tal código definiu que estas unidades seriam compostas por solos, cujas propriedades físicas e posições estratigráficas, lhes possibilitassem a identificação e o mapeamento dos mesmos. Este conceito foi redefinido mais tarde pelo Código Estratigráfico Norte Americano (NACSN, 1983 *apud* ETCHEBEHERE, 2002), que admitiu uma única unidade fundamental designada de geossolo (SUGUIO, 2003), que se refere a um perfil geológico de intemperismo, o qual é formado pela união de um conjunto de paleossolos, representativos de um cenário pretérito (BIGARELLA, 1994).

Um paleossolo é formado basicamente por perfis de solos antigos, originados no passado geológico e sob condições climáticas diferentes das atuais. Estes podem se apresentar enterrados ou exumados na superfície, por movimentos tectônicos, alteração do nível do mar, inversão de relevo, processos de erosão química ou física, dentre outros fatores. O paleossolo enterrado ocorre onde a superfície da paisagem foi recoberta por depósitos mais recentes de natureza coluvial e/ou aluvial (SUGUIO, 1998; CAMARGO FILHO, 2005).

A identificação e caracterização de paleossolos enterrados é um estudo importante para obtenção de informações sobre paleoclimas, padrões de distribuição da vegetação e de vários aspectos da geografia da superfície do terreno (BIGARELLA, 1994). Assim, a presença de um paleossolo corresponde a um período de estabilidade, no conjunto de ciclos de erosão e/ou deposição excessiva. Tal estudo pode trazer muitas informações a respeito da evolução da paisagem.

A aplicação da pedostratigrafia é utilizada para reconstituição de condições paleoambientais, através da identificação de tipos de paleossolos, e dos componentes que o constituem. São considerados representativos ou testemunhos diretos da ação de mudanças

dos sistemas climáticos, que geram erosão na superfície original e formação de uma nova superfície. Deste modo podem trazer inferências sobre os processos que ocorreram na formação ou evolução do relevo (FERREIRA, 2009).

Através da datação da matéria orgânica que compõem um paleossolo, pelo método do  $^{14}\text{C}$ , pode-se definir a idade deste. Com a idade do paleossolo pode-se reconstituir processos ocorridos no passado geológico pouco remoto que possam ter modificado a composição e/ou configuração original da paisagem (SUGUIO, 1998, 2003; PESSENDA, 2005).

Deste modo, a reconstituição de episódios pedogenéticos, juntamente com eventos deposicionais antigos, constituem uma ferramenta bastante significativa para interpretações geomorfológicas, de eventos ocorridos no passado pouco remoto (Quaternário), contribuindo para a reconstituição ambiental e entendimento da forma atual das paisagens.

No critério morfoestratigráfico tem-se por base a identificação de unidades sedimentares pela forma destas se apresentarem na superfície. Este termo foi apresentado por Frye e Willman (1962 *apud* MELLO *et al.*, 2005) o qual relaciona-se principalmente a análise estratigráfica de depósitos quaternários, onde uma unidade morfoestratigráfica está fundamentada na descrição e identificação de corpos sedimentares com formas próprias na superfície, diferenciadas ou não pela litologia e/ou idades das unidades adjacentes (MELLO *et al.*, 2005; SUGUIO, 2003).

No Brasil, o critério morfoestratigráfico foi utilizado por Meis (1977) para estabelecer unidades morfoestratigráficas neoquaternárias no médio vale do Rio Doce (MG), demonstrando assim a validade do conceito mencionado. Mais tarde, Meis e Moura (1984) propuseram modificações ao critério morfoestratigráfico, restringindo sua aplicação a condições onde os corpos sedimentares permitissem a aplicação, ou fossem passíveis de identificação pelos critérios da lito ou aloestratigrafia, gerando, com isto, uma relação genética entre a forma do relevo e o depósito associado. As autoras enfatizam assim, a necessidade de reconhecimento de superfícies geomorfológicas deposicionais e erosiva e de realização de estudos estratigráficos com maior detalhamento do registro sedimentar.

Enfim, o critério aloestratigráfico busca reconhecer corpos sedimentares estratiformes, mapeáveis, definidos por descontinuidades limitantes (discordâncias erosivas ou paleossolos). Esta permite definir segundo o Código Norte-Americano da Comissão de Nomenclatura Estratigráfica Norte-Americana (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature - N.A.C.S.N., 2005), os depósitos de litologias semelhantes superpostos, contíguos ou

geograficamente separados, limitados por descontinuidades, ou ainda considera como uma única unidade, depósitos caracterizados por heterogeneidades litológicas.

Este critério estratigráfico será abordado em maior detalhe no próximo item, haja visto ser o critério mais utilizado na caracterização dos registros sedimentares do Quaternário Continental (MOURA & MELLO, 1991; MELLO, 1992; MELLO, s/d; MELLO *et al.*, 1995; ETCHEBEHERE, 2002; HERNÁNDEZ – BERNAL *et al.*, 2004; SALLUN *et al.*, 2007).

#### **2.4 – Aloestratigrafia Aplicada a Depósitos Quaternários**

Toda a tentativa para reconstrução do clima e de ambientes passados está sujeita a algumas incertezas, por isso, há necessidade de que o registro sedimentar esteja bem preservado, contenha evidências sedimentológicas e/ou erosivas e, principalmente, materiais propícios à datação.

Desta forma, segundo Moura (1991), as abordagens mais comuns, usadas na identificação de depósitos antigos, como a litoestratigrafia, bioestratigrafia e a cronoestratigrafia, quando aplicadas nos estudos de depósitos quaternários, acabam enfrentando grandes problemas, principalmente metodológicos. Pelo fato destes requerem um elevado nível de precisão, por serem depósitos que preservam grande quantidade de informações a respeito da história sedimentar, podendo assim oferecer grandes contribuições para compreensão da relação entre o registro sedimentar e a natureza dos eventos, e os processos deposicionais ocorrentes (MELLO, s/d; MELLO *et al.*, 2005 ).

A aloestratigrafia vem integrar as “novas estratigrafias”, como forma de auxiliar nos estudos de depósitos Quaternários. Porém, a aplicação da aloestratigrafia depende da área estudada e do registro sedimentar encontrado (PAISANI, 2004; MELLO, 1992), sendo mais recomendado para classificação estratigráfica de depósitos continentais (MOURA, 1994).

Esta classificação foi sugerida pelo Código Norte-Americano de Nomenclatura Estratigráfica (NACSN) em 1983, como uma metodologia dirigida especialmente a depósitos sedimentares cenozóicos, principalmente quaternários, para que seus estudos de reconstrução de sequências de eventos tivessem uma maior confiabilidade.

Segundo o NACSN (1983; 2005), uma unidade aloestratigráfica é capaz de distinguir depósitos de litologia similar superpostas, contínuos ou descontínuos geograficamente, ou ainda, considerar como pertencentes a uma mesma unidade, depósitos caracterizados por heterogeneidades litológicas ou que ocorrem em níveis topográficos diferentes, e exibem

idades distintas (Figura 4) (MELLO, s.d.; HERNÁNDEZ – BERNAL *et al.* 2004.; SALLUM, 2007).

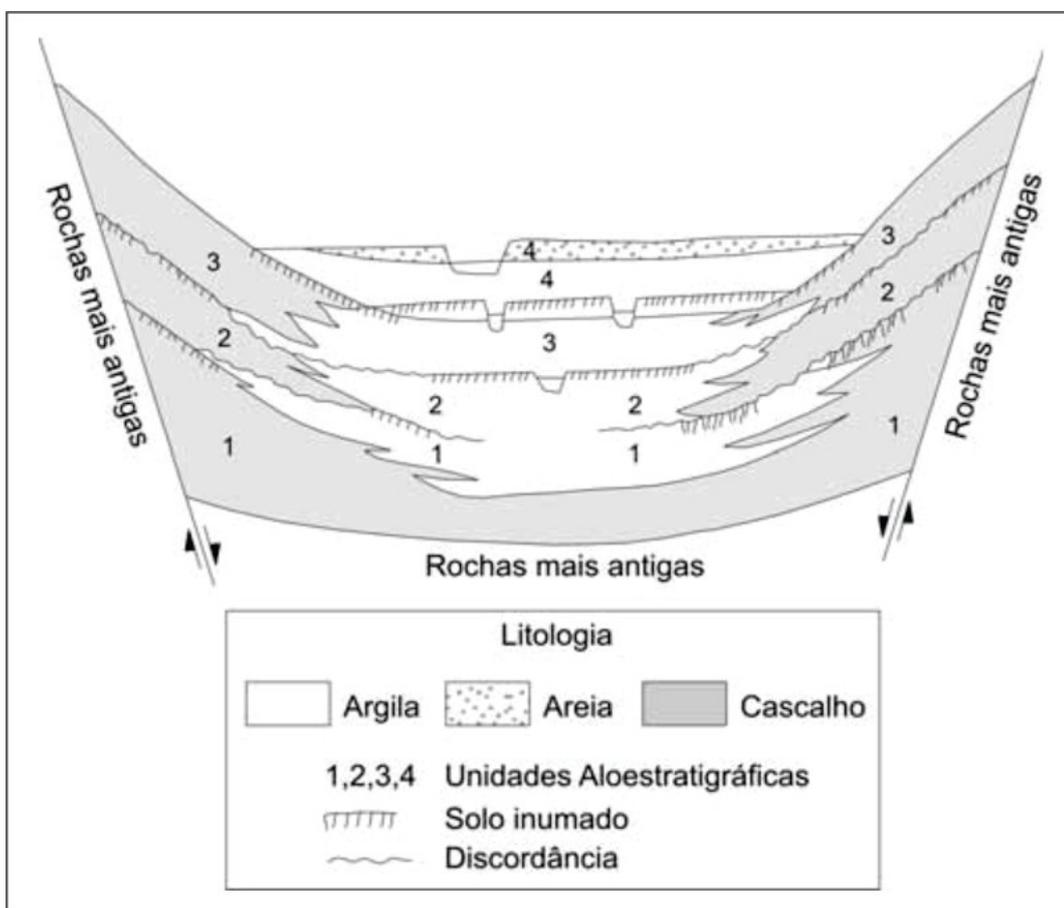


Figura 4 - Exemplo de classificação aloestratigráfica de depósitos fluviais e lacustres (modificado de N.A.C.S.N., 1983, 2005). Este esquema mostra uma possível relação entre as classificações alo e litoestratigráficas, onde quatro unidades aloestratigráficas encontram-se superpostas e definidas por descontinuidades lateralmente traçáveis (desconformidades e solos enterrados), classificadas em uma ou duas unidades litoestratigráficas.

Desta forma, cada unidade aloestratigráfica definida registra um momento de sedimentação. Tais unidades podem ser separadas umas das outras por um episódio de erosão em uma fase de instabilidade ambiental, ou pela ação da pedogênese em uma fase de estabilidade ambiental (BIGARELLA, 2003).

A aloestratigrafia pode ser aplicada a quaisquer sequências sedimentares, independente das idades dos sedimentos ou dos contextos geológicos (SALLUN *et al.*, 2007).

Outra análise importante para classificação de depósitos quaternários está ligada as descontinuidades estratigráficas. O reconhecimento de tais descontinuidades documenta as

variações nos processos deposicionais, como tempo de deposição intercalado por fases de erosão, que acaba destruindo, parcial ou totalmente, determinado depósito. Assim, um depósito encontrado em um determinado local pode ou não ter correlação com um depósito evidenciado em outro, formando uma descontinuidade na deposição, a qual não é evidenciada pelo caráter litológico, mas caracterizado por similaridades composicionais (MENDES, 1984). Esta classificação como base para definição de unidades estratigráficas há muito tempo vem sendo utilizada. Moura e Meis (1980), por exemplo, buscando determinar uma litoestratigrafia para os depósitos de encostas do Quaternário, na região Sudeste do Brasil, identificaram várias unidades litológicas, as quais apresentam seus contatos associados sempre a descontinuidades erosivas. Tais feições são importantes na determinação da correlação entre as unidades.

Outro aspecto importante é que unidades limitadas por descontinuidades podem envolver uma grande variação litológica, tanto vertical como lateralmente, o que a torna um instrumento importante na análise da evolução de paleoambientes. Instrumento este, que pode fornecer um quadro estratigráfico, com maior detalhe do empilhamento natural da história sedimentar, permitindo ainda um grau de refinamento que pode ser adequado aos objetivos do estudo (quantidades de informações e escalas), tornando-se uma abordagem não-convencional bastante adequada aos desafios metodológicos apresentados pelos estudos de depósitos sedimentares Quaternários, que se apresentam de forma descontínua no espaço e no tempo (MELLO *et al.*, 1991; MELLO, s.d).

## **2.5 – Breve Revisão de Estudos Aloestratigráficos do Quaternário Continental**

A abordagem aloestratigráfica, dentro da estratigrafia de depósitos continentais, tornou-se fundamental para descrição da sequência de eventos ocorridos no passado geológico de nosso planeta, principalmente sobre sedimentos depositados no período do Quaternário. Tal abordagem tem sido utilizada por vários autores, em paisagem de diversas áreas do Brasil (MELLO, s/d).

Como exemplos de trabalhos onde se aplicou o critério da aloestratigrafia citam-se, os de Moura e Mello (1991), na Região de Bananal (SP/RJ), onde os autores trabalharam com depósitos neoquaternários. Analisando tais depósitos, identificaram que frequentes descontinuidades estratigráficas, algumas associadas à preservação de perfis complexos de paleossolos, sugerem uma compartimentação do registro sedimentar, resultado de uma

sucessão de eventos de instabilidade e estabilidade dentro da evolução neoquaternária da paisagem.

Destaca-se, ainda, Mello (1992) e Mello *et al.*, (1995), onde estudos revelaram, na área do Médio Vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ), vários padrões deposicionais, o que define uma sedimentação de significado regional e permitiu que fosse estabelecido um quadro geral de reconstrução paleoambiental para os depósitos sedimentares estudados.

Trabalhos realizados por Etchebehere (2002) na Bacia do Rio do Peixe (SP), também possuem um enfoque importante dentro dos estudos aloestratigráficos. Neste local, o autor identificou uma expressiva sedimentação neocenozóica na forma de terraços, rampas de colúvio, leques aluviais e planícies aluvionares recentes, com presença em alguns locais de falhas, que acaba afetando a configuração original desses depósitos. Tais depósitos foram designados de Alomembros ao longo do alto vale do Rio do Peixe, os quais fariam parte de uma unidade maior designada de Aloformação Rio do Peixe.

Em Minas Gerais, Magalhães & Moreira (s/d) identificaram significativos eventos de instabilidade morfodinâmica ao longo do Cenozóico, associados à reativação das falhas, provocando o rebaixamento cíclico do nível de base e o encaixamento acelerado das calhas fluviais. A reativação estaria associada a ciclos de instabilidade tectônica, associado ao soergimento do escudo cristalino. Autores como Hernández – Bernal *et al.*, (2004), também realizaram levantamento aloestratigráfico nesta região, identificando em duas vertentes do Córrego do Quebra (MG) quatro unidades aloestratigráficas geradas por momentos de instabilidade da paisagem.

Outro trabalho importante foi realizado por Sallun *et al.*, (2007) na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná (SP, PR e MG), onde foram identificados depósitos sedimentares, que representam uma importante fase de evolução quaternária da área. Foram encontrados no local sedimentos de origem aluvial e coluvial, superpostos às rochas mesozóicas de origem sedimentar e ígneas de idades diferentes. Estes sedimentos foram individualizados através do uso da aloestratigrafia, em Alogrupo Alto Rio Paraná, formado por depósitos coluviais da Aloformação Paranaíba e depósitos fluviais da Aloformação Paraná. Registros encontrados nesta região sugerem importantes fases de mudanças paleoclimáticas ou eventos tectônicos que modificaram e remodelaram o relevo da região.

Na região Sul do Brasil, várias pesquisas, usando critérios estratigráficos, para compreender a evolução da paisagem, estão sendo realizadas, principalmente, nos setores do

Segundo Planalto Paranaense (PR), onde Mello *et al.*, (2003), identificaram, na cidade de Ponta Grossa, sedimentos quaternários, que aparecem na forma de acumulações relativamente delgadas e descontínuas. Os diferentes tipos de depósitos quaternários aparecem no relevo na forma de leques aluviais, rampas colúvio/aluvial, terraços e planícies aluviais. A associação entre os resultados conduziram os autores a identificar estágios paleoclimáticos distintos em duas fases de sedimentação quaternária. A mais antiga, do final do Pleistoceno, a qual apresenta indicações de uma acentuada denudação das encostas, sob condições mais severas de desequilíbrio paleoclimático, gerando depósitos textural e mineralogicamente imaturos.

No município da Lapa, foram identificados feições de paleoprocessos erosivos intensos nas encostas, gerando feições erosivas como voçorocas e túneis (CAMARGO, 2005; CAMARGO FILHO, 2005). Entretanto, igual atenção não tem sido dada as paisagens do Terceiro Planalto Paranaense (PR). Estas ainda carecem de estudos sobre as formações superficiais e depósitos antigos (quaternários), de modo a compreender a influência destes na gênese e evolução da paisagem geomorfológica regional (PAISANI *et al.*, 2009).

Paisani *et al.*, (2008) ao estudarem a porção desse planalto situada entre o sudoeste do Paraná e noroeste de Santa Catarina, reconheceram oito remanescentes de superfícies aplainadas. Para esses autores elas foram geradas, simultaneamente, na sua maioria, em resposta ao balanço entre intemperismo e erosão mecânica, durante o soerguimento da área. Nesses remanescentes de superfícies aplainadas predominam formações superficiais autóctones, a exceção de uma que não foi gerada pela relação intemperismo e erosão mecânica, a qual foi designada pelos autores como superfície de cimeira, por apresentar formações superficiais alóctones e autóctones dificilmente encontradas em formações superficiais de outras áreas.

Constata-se que a região que abrange o Sudoeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina, possui carência de dados e pesquisas sobre a evolução do relevo ao longo do tempo. Carência esta, que poderá ser suprida com o avanço dos trabalhos que vêm sendo realizados na região pelo grupo de pesquisa “Gênese e Evolução de Superfícies Geomórficas e Formações Superficiais.

### 3 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1 – Localização

A área de estudo localiza-se entre o Sudoeste do Paraná e Noroeste de Santa Catarina, mais especificamente na localidade de Horizonte, no limite entre os municípios de Palmas (PR) e Água Doce (SC) (Figura 5).

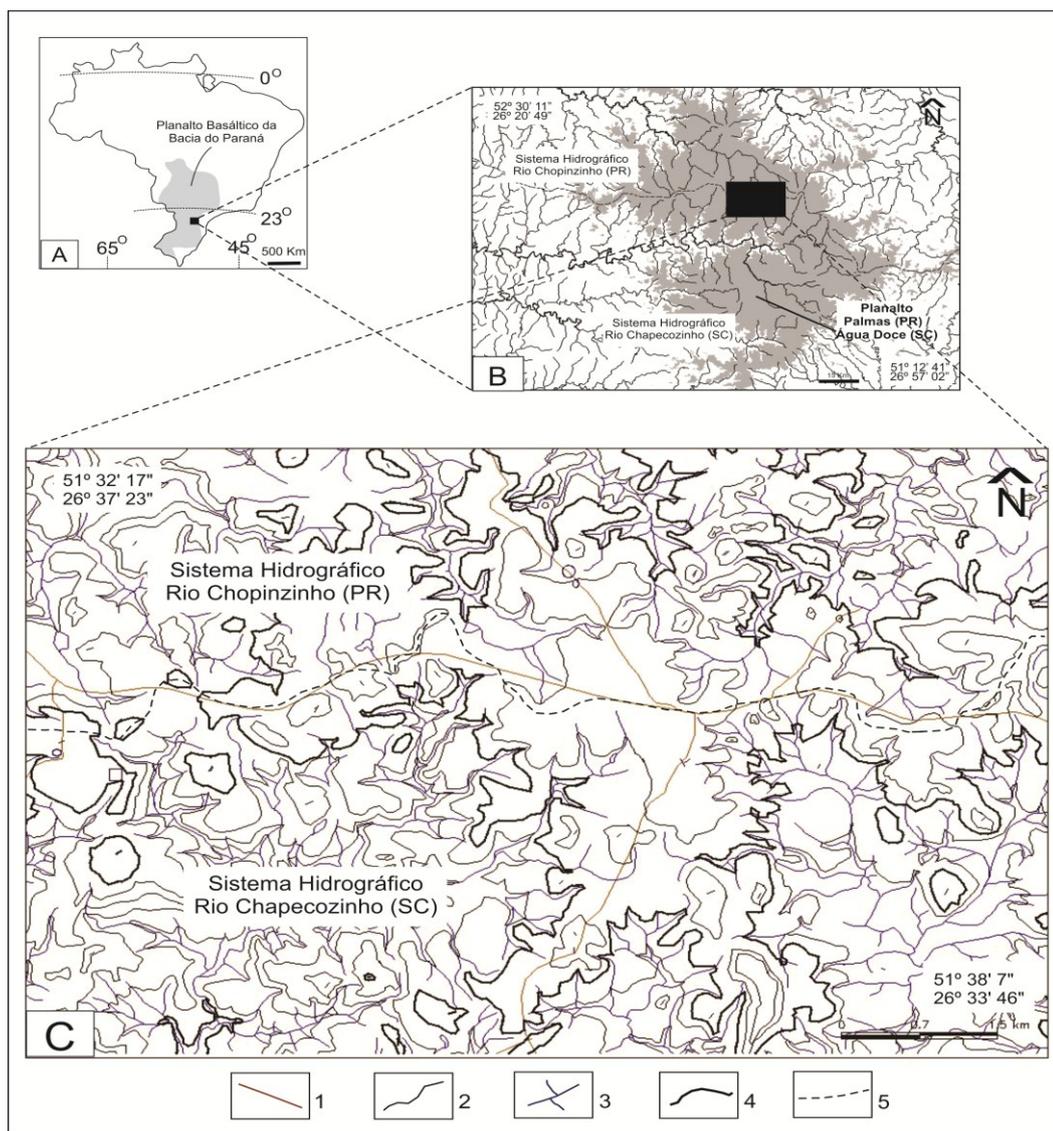


Figura 5 – Localização da área de estudo, no Planalto de Palmas (PR) / Água Doce (SC). A: Distribuição espacial da Formação Serra Geral. B: Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC). C: Localização da área de estudo. Nota-se que o divisor de águas regional, também atua como limite político entre os Estados do Paraná e Santa Catarina. 1: rodovias. 2: curvas de nível. 3: hidrografia. 4: curva mestra de 1300 m. 5: divisor de águas regional.

### 3.2 - Aspectos Gerais

A área de estudo corresponde à Superfície Incompletamente Aplainada II (PAISANI *et al.*, 2008), com altitudes que variam de 1201 a 1300 metros. Esta insere-se na unidade fisiográfica designada de Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 1981), mantido principalmente por derrames da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná, de idade Cretácea (SCHNEIDER *et al.*, 1974).

Inicialmente nesta unidade fisiográfica eram relacionados apenas derrames de natureza básica. Porém, Nardy *et al.*, (2002, 2008), em estudos sobre rochas da bacia do Paraná, detectaram que a Formação Serra Geral é composta tanto por derrames básicos, quanto por derrames ácidos. Estes foram designados pelos autores de membros Palmas e Chapecó. Deste modo a área de estudo está inserida na zona de derrames de rochas ácidas do membro Palmas, constituída principalmente por riolito/riodacitos, que em alguns locais, chegam a aflorar na superfície (VOLKMER, 1999).

A área apresenta um sistema hidrográfico de vales pouco profundos, formados pelo rio Chopinzinho, afluente do rio Iguaçu, ao Norte, e pelo rio Chapecozinho, afluente do rio Uruguai, ao Sul, ambos separados por colinas de vertentes convexas.

Apesar da declividade da área ser pouco expressiva, a paisagem apresenta evidências de sucessão de episódios de degradação e entulhamento dos fundos dos vales, possivelmente ocasionado pela intercalação entre fases de instabilidade e estabilidade ambiental. Tais fases acabam promovendo uma inversão de relevo. Com a inversão do relevo, locais que hoje se configuram como interflúvios, no passado já foram fundos de vales. Isto se deve a intensos processos erosivos e a movimentos tectônicos ao longo do tempo (PAISANI *et al.*, submetido a).

A cobertura superficial da área, no geral, é pouco espessa. Porém, estudos desenvolvidos por Volkmer (1999) nesta região revelaram perfis de alteração com mais de 4 m de espessura com presença de horizonte húmico de aproximadamente 50 cm. Segundo essa autora, estes perfis de solos teriam sido gerados em cinco estágios de intemperismo, que possivelmente teriam se desenvolvido anterior ao início da elaboração da superfície II, dando-lhe sustentação para mantê-la na paisagem (PAISANI *et al.*, 2008). A presença de tais perfis, mantendo a superfície II, área foco do estudo, embora truncados, indicaria que a alteração foi muito mais expressiva que a erosão (PAISANI *et al.*, 2008).

Na área de estudo são encontrados solos pouco profundos como Cambissolos húmicos (EMBRAPA, 2006) compostos por horizonte B incipiente logo abaixo do horizonte A, relativamente escuros, ricos em carbono orgânicos, classificados como solos que se desenvolvem sobre diversos tipos de relevos e climas, por isso são solos que possuem um comportamento variado, desde rasos até profundos, caracterizados como solos pouco evoluídos, designados de Cambissolos Húmicos. Também são encontrados solos rasos como Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos com horizonte A húmico. São solos minerais pouco desenvolvidos, com profundidade variando entre 20 e 80 centímetros.

A vegetação natural, segundo Maack (1949 e 2002), é caracterizada de campos limpos, com ilhas de matas de Araucárias, capões e matas de galerias ao longo dos rios. Na atualidade ambos bastante devastados, e substituídos em grande quantidade por cultivos diferenciados e pecuária.

O tipo climático da área de estudo é caracterizado como Cfb, segundo a classificação de Köppen, onde “C”- clima mesotérmico temperado; “f” - chuvas bem distribuídas durante o ano todo; “b” – verões brandos, com temperaturas amenas (MAACK, 2002). O índice pluviométrico varia de 1.500 mm a 2.000 mm/ano.

## 4 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Muitas técnicas são utilizadas para análise de uma seção estratigráfica, porém, cada uma é determinada dependendo da problemática a ser abordada. Essas técnicas são divididas em três âmbitos de trabalho distintos, mas complementares entre si: campo, laboratório e gabinete.

### 4.1 - Descrição das Seções Estratigráficas

Em campo foram levantadas cinco seções estratigráficas, designadas de HS2, HS3, HS4, HS5, HS6 (Figura 6), nas quais foram descritas unidades litológicas e pedológicas, estas últimas quando presentes. A seção HS2 foi descrita em maior detalhe, e apresenta o maior número de informações. Esta seção serviu como seção guia para as demais seções levantadas.

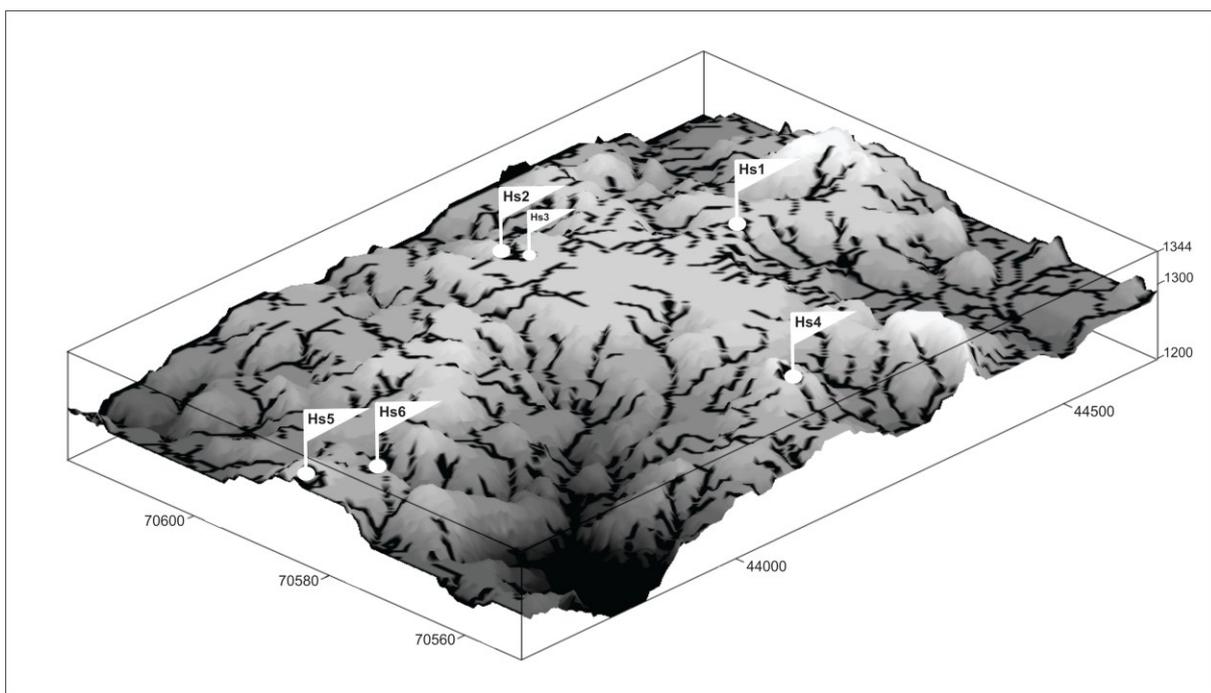


Figura 6 – Bloco diagrama com altimetria da área de estudo e localização das seções estratigráficas estudadas.

As seções estratigráficas levantadas foram descritas em cortes de estradas, nos sistemas hidrográficos dos rios Chopinzinho (PR) e Chapecozinho (SC). Nestas seções, foram descritas unidades litológicas e unidades pedológicas, cujos critérios já foram utilizados por

membros do grupo de pesquisa em outras seções estratigráficas, conforme Paisani *et al.* (2009), Paisani & Geremia (2010) e Paisani *et al.*, submetido a).

No que se refere às unidades litológicas, elas foram descritas com base nos seguintes procedimentos: a) nomenclatura das unidades por algarismos romanos da base para o topo; b) tipo de contato entre as camadas; c) tipo de estratificação; d) seleção; e) cor, utilizando-se a Carta de Munsell; f) presença de raízes; g) bioturbação; h) presença de clastos; e i) grau de preservação.

Já nas unidades pedológicas foram descritas as seguintes características: a) cor, utilizando-se Carta de Munsell; b) consistência, sob três condições: material seco, úmido, e molhado, segundo Manfredini *et al.*, (2005); c) porosidade; d) transição inferior; e) presença de feições pedológicas; f) estrutura; g) resistência.

Para realização da correlação entre as seções, utilizou-se o critério da alostratigrafia, o qual auxilia na identificação de corpos sedimentares estratiformes, definidos por descontinuidades limitantes como discordâncias erosivas e paleossolos. Tal critério permite correlacionar depósitos de litologias semelhantes superpostos, contíguos ou geograficamente separados (NACSN, 1983, 2005).

A análise granulométrica das seções foi estabelecida em laboratório, cujos procedimentos serão apontados no próximo item.

## **4.2 - Análises Laboratoriais**

Nas seções estratigráficas descritas, foram coletadas amostras das unidades, para determinações laboratoriais como: a) granulometria, b) teor de matéria orgânica das unidades pedológicas, c) descrição micromorfológica, e d) datação pelo método do  $^{14}\text{C}$ .

### **4.2.1 – Granulometria**

Na sedimentologia a distribuição dos clastos presentes nos sedimentos auxilia na interpretação tanto de processos que atuaram durante o transporte, como dos ambientes deposicionais (FERREIRA, 2009). Para determinação granulométrica, coletou-se na seção estratigráfica HS2, 32 amostras dispostas em 4 janelas divididas na seção. Para mesma

análise foram coletadas 9 amostras na seção HS3, 4 amostras na seção HS4, 6 amostras na seção HS5 e 15 amostras na seção estratigráfica HS6.

A granulometria foi realizada no Laboratório de Análise de Formações Superficiais da UNIOESTE – Campus Francisco Beltrão, seguindo o método de peneiramento para fração grossa (> 0,062 mm) e pipetagem para a fração fina (< 0,062 mm), utilizando-se separação via úmida com solução defloculante de hexametáfosfato de sódio, tamponado com carbonato de sódio anidro, conforme rotina do laboratório baseada em Paisani (1998).

Os resultados da granulometria foram plotados no diagrama triangular de Flemming (2000), o qual permite a obtenção da classificação textural das amostras (Fig. 7; Quadro 1).

Esse diagrama foi utilizado por Oliveira *et al.* (2006), para distinguir sedimento organo-mineral de paleossolos e depósitos de colúvio e colúvio-alúvio em outros trabalhos do grupo de pesquisa (PAISANI & GEREMIA, 2010; PAISANI *et al.*, submetido b).

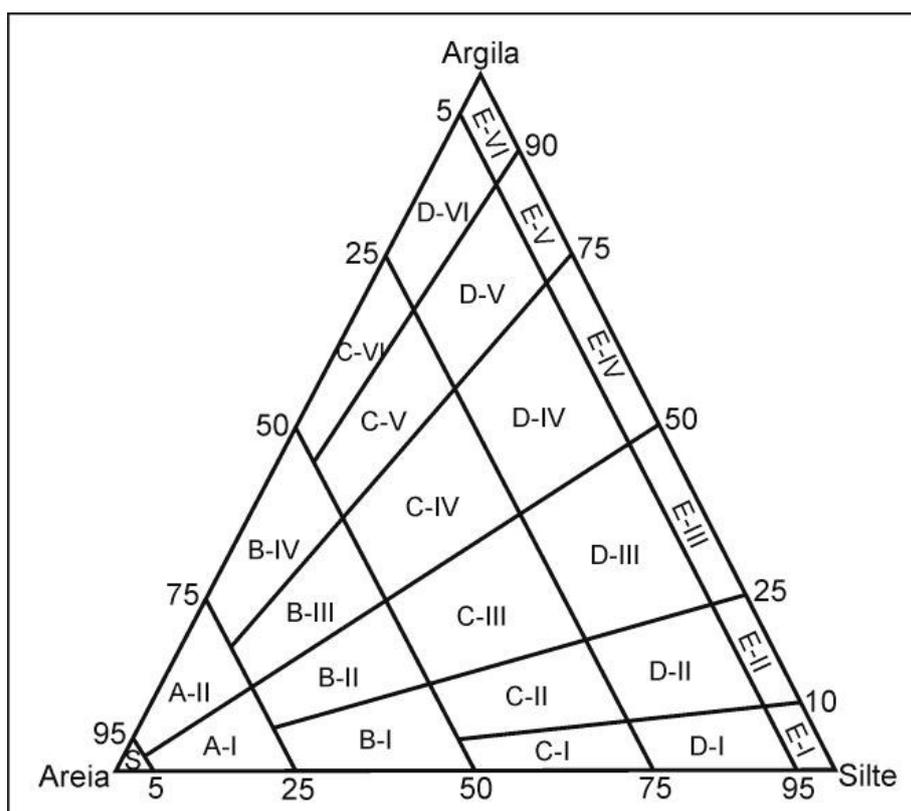


Figura 7 – Diagrama triangular de Flemming (2000), para classificação textural das amostras.

<b>Tipo de sedimento</b>	<b>Código</b>	<b>Classe textural</b>
Areia (<5% lama)	S	Areia
Areia levemente lamosa (5-25% lama)	A-I	Areia levemente siltosa
	A-II	Areia levemente argilosa
Areia lamosa (25-50% lama)	B-I	Areia muito siltosa
	B-II	Areia siltosa
	B-III	Areia argilosa
	B-IV	Areia muito argilosa
Lama arenosa (50-75% lama)	C-I	Lama arenosa extremamente siltosa
	C-II	Lama arenosa muito siltosa
	C-III	Lama arenosa siltosa
	C-IV	Lama arenosa argilosa
	C-V	Lama arenosa muito argilosa
	C-VI	Lama arenosa extremamente argilosa
Lama levemente arenosa (75-95% lama)	D-I	Lama levemente arenosa extremamente siltosa
	D-II	Lama levemente arenosa muito siltosa
	D-III	Lama levemente arenosa siltosa
	D-IV	Lama levemente arenosa argilosa
	D-V	Lama levemente arenosa muito argilosa
	D-VI	Lama levemente arenosa extremamente argilosa
Lama (>95% lama)	E-I	Silte
	E-II	Silte levemente argiloso
	E-III	Silte argiloso
	E-IV	Argila siltosa
	E-V	Argila levemente siltosa

Quadro 1 - Tipos de sedimentos e classes texturais contidas no diagrama triangular para a classificação textural proposta por Flemming (2000).

As descrições permitiram classificar as unidades litológicas em fácies, conforme nomenclatura de Ghibaudo (1992) (Figura 8; Quadro 2) já utilizada por Paisani & Geremia (2010) e Paisani *et al.*, (submetido) em outras seções estratigráficas estudadas.

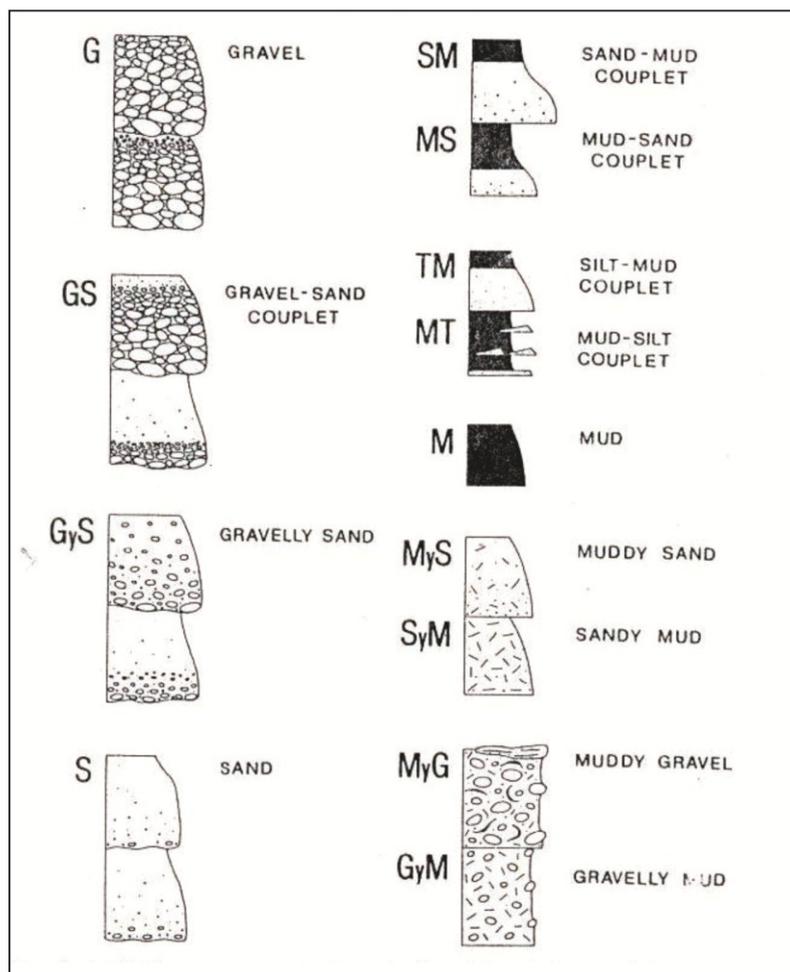


Figura 8 - Representação esquemática da carta código para classificação de unidades em fácies, segundo Ghibaudo (1992).

Litologia	Estrutura/intervalo deposicional		
Cascalho	G	Maciço	$m_2, m_1, m$
Areia e cascalho	GS	Gradada	$g_2, g_1, g, g_0$
Areia cascalhenta	GyS	Estratificação plana	$s_2, s_1, s$
Areia	S	Estratificação cruzada	$x_2, x_1, x$
Lama e areia	SM	Laminação paralela	$b/, b, d$
Areia e lama	MS	Laminação cruzada	$c, c_0$
Lama e silte	TM	Intervalo de lama	$e$
Silte e lama	MT	Lama fracamente laminada	$e_1$
Lama	M	Lamosa gradada	$e_2$
Areia Lamosa	MyS	Liquefeita	$q$
Lama arenosa	SyM	-	-
Cascalho lamoso	MyG	-	-
Lama cascalhenta	GyM	-	-

Quadro 2 - Tradução do código usado para classificar as unidades em fácies deposicionais (GHIBAUDO, 1992).

#### **4.2.2 - Teor de matéria orgânica e carbono das unidades pedológicas**

A matéria orgânica do solo pode ser definida como organismos vivos, resíduos de plantas e animais pouco ou bem decompostos, que variam consideravelmente em estabilidade, susceptibilidade ou estágio de alteração (SILVA, 1999).

Segundo Silva (1999), o teor de matéria orgânica do solo, pode apresentar grandes amplitudes e variações nos diferentes tipos de solos.

A determinação do teor de matéria orgânica foi realizada apenas nas amostras da seção estratigráfica HS2, por se tratar da seção guia, objetivando classificar as unidades estratigráficas de cor bruno escuro, para averiguação na gênese associada a horizonte superficial gerados *in situ* ou se colúvios de paleohorizontes A (colúvio organo – mineral).

Foram tratadas 32 amostras, coletadas nas 4 janelas da seção. Tal determinação foi realizada no Laboratório de Análise de Formações Superficiais da UNIOESTE – Campus Francisco Beltrão, seguindo o método de Walkley – Black (Pavan *et al.*, 1992).

#### **4.2.3 - Descrição Micromorfológica**

A descrição micromorfológica é uma análise microscópica dos solos e corresponde a uma técnica de observação morfológica em escala micrométrica (CASTRO, 2002).

Esta análise serve para diagnosticar relações litológicas e/ou pedogenéticas entre os materiais, os processos e mecanismos associados a estes (alteração, pedogênese e morfogênese), seus eventos, fases e cronologia. Tal análise inclui a identificação de paleossolos, permitindo diferenciá-los de solos enterrados atuais, bem como formular hipóteses acerca da gênese evolutiva dos materiais descritos (CASTRO, 2002).

Em campo foram coletadas amostras indeformadas das seções levantadas, as quais serviram para confecção de lâminas delgadas. Foram confeccionadas 5 lâminas das unidades da seção HS2, 6 lâminas das unidades da HS5, 3 lâminas das unidades da HS6.

As lâminas foram confeccionadas pelo Laboratório de Laminação do Departamento Geociências da UNICAMP, e descritas no Laboratório de Microscopia Ótica da UNIOESTE - Campus Francisco Beltrão, conforme critério e terminologia proposta por Castro (2002).

#### **4.2.4 - Datação pelo Método do $^{14}\text{C}$**

A datação pelo método do  $^{14}\text{C}$  consiste na datação da matéria orgânica incorporada aos materiais, sobretudo pedoestratigráficos.

Para datação do  $^{14}\text{C}$  foram coletadas amostras na unidade pedogenizada da seção estratigráfica HS2, enquanto que para a HS6 a amostra foi coletada na unidade organo – mineral.

No Laboratório de Análise Formações Superficiais as amostras foram secas em estufa a 100°C por 24 horas, para retirada da umidade e esterilização microbiológica. Após seca elas foram embaladas em sacos plásticos *zip lock* e encaminhadas para datação pelo Laboratório de Carbono 14 do CENA/USP, 1 amostra da seção HS2, 1 uma da HS6.

#### **4.3 - Correlação Estratigráfica**

A correlação estratigráfica consiste na determinação da correspondência em caráter e posição estratigráfica, entre as seções levantadas, mais ou menos afastadas entre si, permitindo estabelecer uma ordem para os acontecimentos locais e sua correlação com acontecimentos regionais (MENDES, 1984).

As informações levantadas nas unidades litológicas e pedológicas das seções HS2, HS3, HS4, HS5, HS6, bem como a HS1 estabelecida por Paisani *et al.*, (submetido a), foram correlacionadas informalmente, por meio da sistematização das informações em seções colunares, utilizando critérios lito-, pedo-, crono-, e aloestratigráficos.

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 - Descrições das Seções Estratigráficas

As descrições de campo das seções estratigráficas HS2, HS3, HS4, HS5 e HS6, reproduzindo a geometria de suas unidades, e a classificação textural e faciológica, serão apresentadas no item a seguir.

#### 5.1.1 - Seção Estratigráfica HS2

A seção HS2 se localiza no sistema hidrográfico do Rio Chopinzinho (PR) (Figura 6), possui cerca de 1,60 m de espessura e aproximadamente 16 m de extensão. Os materiais encontrados apresentam contato abrupto com a isoalterita, rocha alterada com estrutura preservada (DELVIGNE, 1998), derivada de derrame vulcânico de natureza ácida, classificadas como riolito (PAISANI *et al.*, submetido b) (Figura 9).

Essa seção foi caracterizada com maior detalhamento por apresentar o maior número de unidades litológicas, e serviu como seção guia para o levantamento e caracterização das demais seções levantadas neste trabalho.

A seção apresenta três unidades caracterizadas por descontinuidades, designadas informalmente de sequências inferior, intermediária e superior. Essas sequências correspondem respectivamente a: colúvio pedogenizado (A), colúvio com quatro lentes subhorizontais (B) e interdigitação de colúvios (C) localmente com lentes, e pedorrelíquias de horizonte A, e pedogênese no topo da sequência. A seção registra, em sua porção central, duas gerações de paleocanal colmatados por colúvio – alúvio, uma em discordância com a isoalterita e outra em discordância com as sequências inferior e intermediária (A e B) (Figura 9).

A sequência inferior (A) caracteriza-se como uma unidade litológica (camada I), pobremente selecionada de aproximadamente 70 cm de espessura, em contato abrupto (discordância erosiva) com a isoalterita do riolito. Apresenta textura de silte argiloso (classe E-III, código de Flemming, 2000) no topo, lama levemente arenosa siltosa (classe D-III) no centro e base, e exibe clastos esparsos de calcedônia e litorrelíquias com grau de alteração de moderada a completamente alterado. Tal sequência corresponde à origem coluvial com fácies *lama e silte* (cód. MT), possivelmente devido a sua pedogênese.

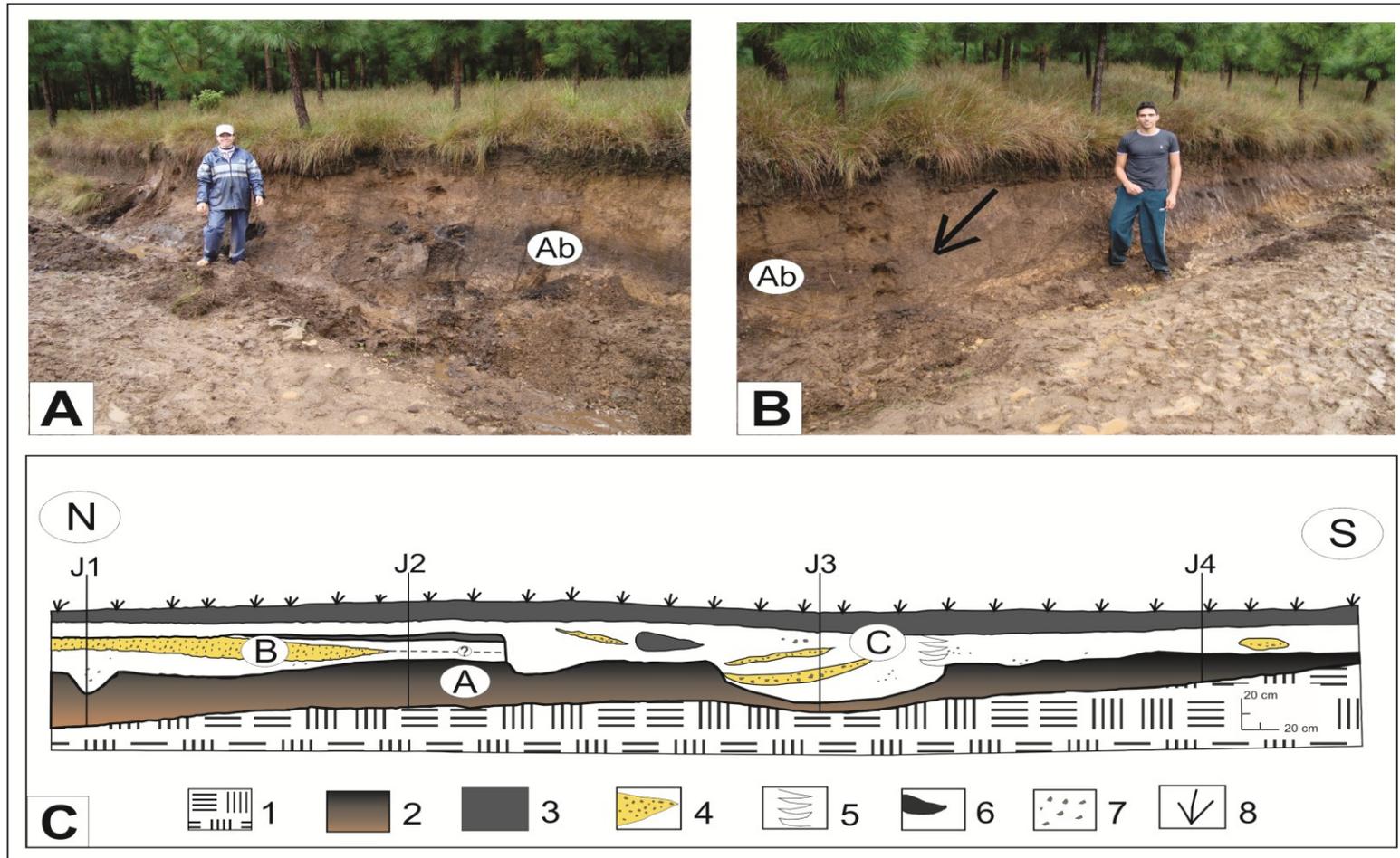


Figura 9 – Seção estratigráfica HS2. (A) Foto de parte da seção entre as janelas 1 e 2. (B) Foto de paleocanal (seta) colmatado no centro da seção (janela 3). (C) Representação esquemática da seção estratigráfica com 4 janelas onde foram coletadas amostras para análises de laboratório. 1: riolito. 2: colúvio pedogenizado. 3: horizonte A. 4: lente de cascalho. 5: interdigitação. 6: pedorreliquia de horizonte A. 7: concentração de cascalho. 8: vegetação atual. A, B, C: seqüências inferior, intermediária e superior. J1, ...: Janela.

Nesta unidade foi reconhecido o desenvolvimento de três paleohorizontes, atualmente enterrados, correspondentes a: Ab, ACb e Cgb de um paleossolo fluvial. A síntese das características físicas dos horizontes que compõem a sequência inferior estão no quadro 3, enquanto as características da textura da unidade pode ser verificada na seção colunar da figura 10.

A sequência intermediária (B), corresponde a um depósito de colúvio com quatro lentes, cuja base está em contato abrupto com a sequência inferior. Tal sequência se encontra exposta na porção norte da seção, sobretudo entre as janelas 1 e 2, cuja matriz apresenta cor de bruno escuro (7.5 YR 3/3) a cinza muito escuro (7.5 YR 2.5/3) no topo.

Esta é caracterizada por quatro lentes subhorizontais descontínuas lateralmente designadas de camadas II, III, IV, e V, todas de origem coluvial (Figura 10). A camada II corresponde a colúvio de textura lama levemente arenosa argilosa (classe D-IV) de cor bruno escuro (7.5 YR 3/3), caracterizada como fácies *lama e areia* (cód. SM). A camada III mostra-se como lente de cascalho parcialmente alteradas, desaparecendo próximo a janela 2. Corresponde à fácies *areia cascalhenta* (cód. GyS), com matriz de textura de lama levemente arenosa siltosa (classe D-III) e cor bruno escuro (7.5 YR 3/4).

A camada IV faz contato com as camadas II e III. Apresenta textura de lama levemente arenosa argilosa (classe D-IV) e cor bruno escuro (7.5 YR 3/3) com clastos esparsos de calcedônia, fracamente alterada. Trata-se de fácies *lama e areia* (cód. SM), como a camada II, o que não permite precisar o limite entre as camadas IV e II. Já a camada V exibe geometria lenticular, desaparecendo próxima ao paleocanal. Esta possui textura de lama levemente arenosa argilosa (classe D-IV), de cor cinza escuro (7.5 YR 4/4), caracterizada por fácies *lama e areia* (cód. SM). A unidade constitui camada organo-mineral, diante do fato de exibir poucos poros e uma pedalidade fraca, como demonstra a análise micromorfológica (item 5.2.3, p.69).

A sequência superior (C) refere-se a uma interdigitação de colúvio – alúvios, transportados tanto de direção noroeste como de sudoeste, colmatando o paleocanal. Em seu interior ocorre quatro lentes descontínuas lateralmente, localizadas próximas ao paleocanal, algumas preenchendo-o. As lentes são de cascalhos, similar a camada III, e uma delas similar a horizonte A, levando a interpretá-la como pedorelíquia lenticular de horizonte A (Figura 9 C). No topo da sequência desenvolveu-se um horizonte A, cujas características físicas constam no quadro 3. A matriz da unidade, nas janelas 3 e 4, apresenta textura de silte

argiloso (classe E-III) a argila siltosa (classe E-IV) no topo (Figura 10). Sobre o horizonte A, foi identificado, através da análise da quantidade de matéria orgânica (MO) e carbono (item 5.2.2 p.67), o desenvolvimento de uma unidade organo-mineral. No geral, a sequência superior (C) mostra-se com fácies *lama e silte* (cód. MT).

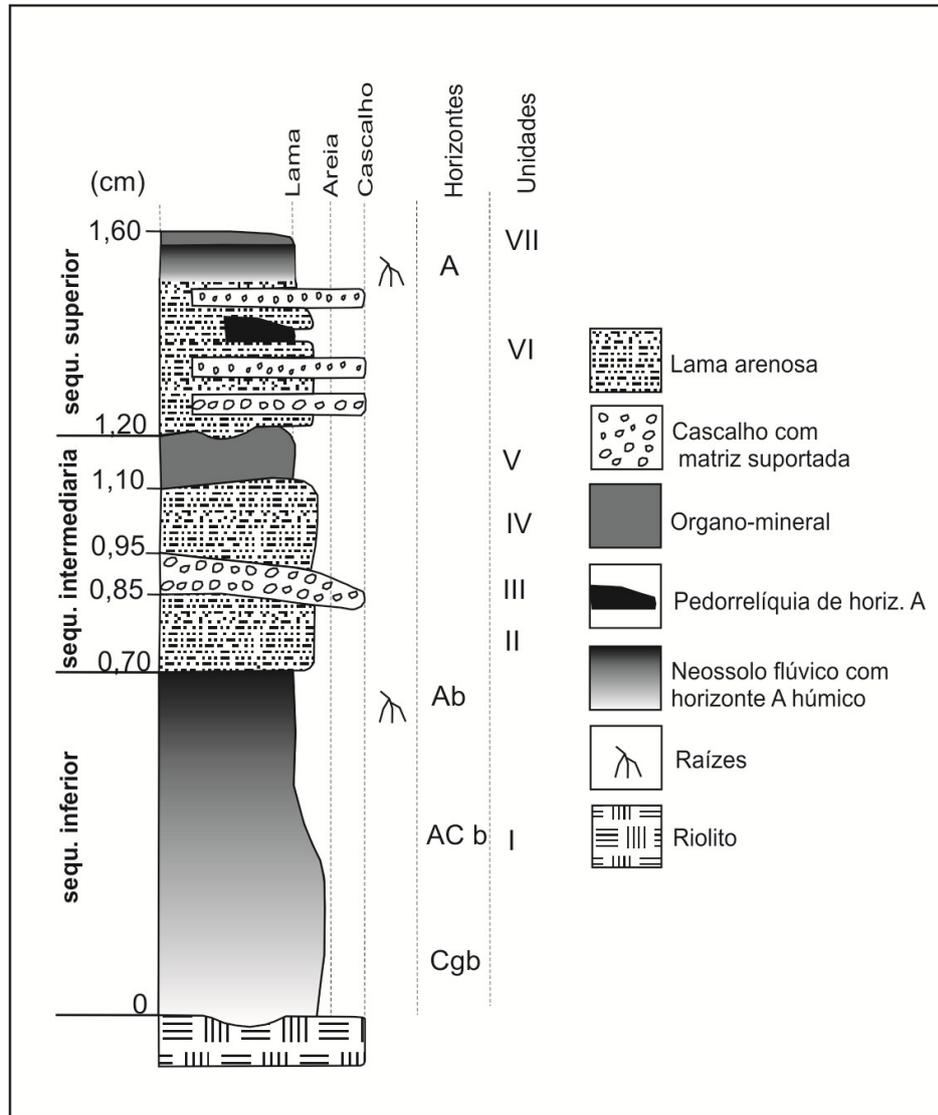


Figura 10 – Seção litológica colunar representativa da seção HS2.

Sequ.	Horizontes	Cor	Espessura cm	Consistência: seca, úmida e molhada	Transição inferior	Estrutura	Resistência	Observações
A	Ab	Bruno muito escuro (10 YR 2/2) a Preta (10YR 2/1)	35	Variando de macia a dura, friável e pegajosa a plástica	Clara	Grumosa	Moderada a forte	Pequena quantidade de raízes
	ACb	Bruno muito escuro (7.5 YR 3/3) a Cinza muito escuro (10 YR 3/1)	20	Variando de macia a dura, friável e plástica a muito plástica	Clara	Blocos subangulares	Moderada a forte	–
	Cgb	Bruno escuro (7.5 YR 3/4) a  Cinza escuro (7.5 YR 4/4)	15	Variando de macia a dura, friável a solta e pegajosa	Clara	Grumosa	Moderada a fraca	–
C	A	Cinza muito escuro (7.5 YR 2.5/3) a  Bruno muito escuro (10 YR 2/2)	40	Variando de macia a dura, friável a solta, pegajosa	Abrupta	Grumosa	Moderada a forte	Abundância de raízes

Quadro 3 - Características pedológicas dos níveis coluviais pedogenizados da seção HS2.

Analisando as características das unidades estratigráficas apresentadas para a seção HS2, percebe-se que há discordância erosiva com a isoalterita, e, junto a janela 3 uma sutil concavidade que pode representar eixo de drenagem, aqui interpretadas como o talvegue de um canal de 2º ordem, instalado anteriormente à sequência inferior (A). Tal sequência se caracteriza como uma única camada coluvial (I), gerado nas encostas e transportado por movimento de massa em evento de degradação nas encostas e agradação no paleovale. Este material entulhou o eixo de drenagem, seguido por uma fase de pedogênese, quando então se registra um período de estabilidade do ambiente. A pedogênese desenvolveu no topo do depósito coluvial, camada I, gerando um neossolo flúvico com horizonte A húmico. O horizonte hidromórfico (Cgb) foi gerado pela sazonalidade do lençol freático. Todavia, com o início de um novo evento de degradação na paisagem, a sequência inferior (A), sofreu processos erosivos gerando ravinhas, como se observa na janela 1 da figura 9 C. Concomitante com esse processo erosivo o eixo de drenagem que havia sido entulhado, é reativado, truncando os horizontes Ab, ACb e Cgb da sequência inferior (A).

Novo evento de degradação nas encostas, acompanhado por agradação do fundo do vale é registrado. A sequência intermediária (B) documenta essa fase e mostra fluxos de corridas de terra, gerando quatro lentes descontínuas lateralmente.

Após a fase de instabilidade, possivelmente uma curta fase de estabilidade deva ter atuado, reativando o eixo de drenagem colmatado anteriormente. Porém, agora com a instalação de um canal de drenagem bem definido, possivelmente de 2º ordem hierárquica, como evidencia a morfologia de seu fundo, entre as janelas 2 e 3 (Figura 9 C). A ausência de sedimentos aluviais em seu interior sugere duas coisas: a) canal perene com fluxos gerados pelo escoamento superficial ou b) a permanência deste canal drenando a área deve ter sido breve, não havendo tempo suficiente para gerar depósitos de fundo de canal, antes de sua colmatação. O mais provável é a última hipótese, pois em um regime de fluxo perene há sedimentação episódica no canal (LEOPOLD *et al.*, 1964).

De modo geral, para melhor compreensão das fases de instabilidade e estabilidade verificados na seção HS2, e quais registros tais fases deixaram na paisagem, foi elaborada a figura 11, dividida em quatro ciclos de evolução.

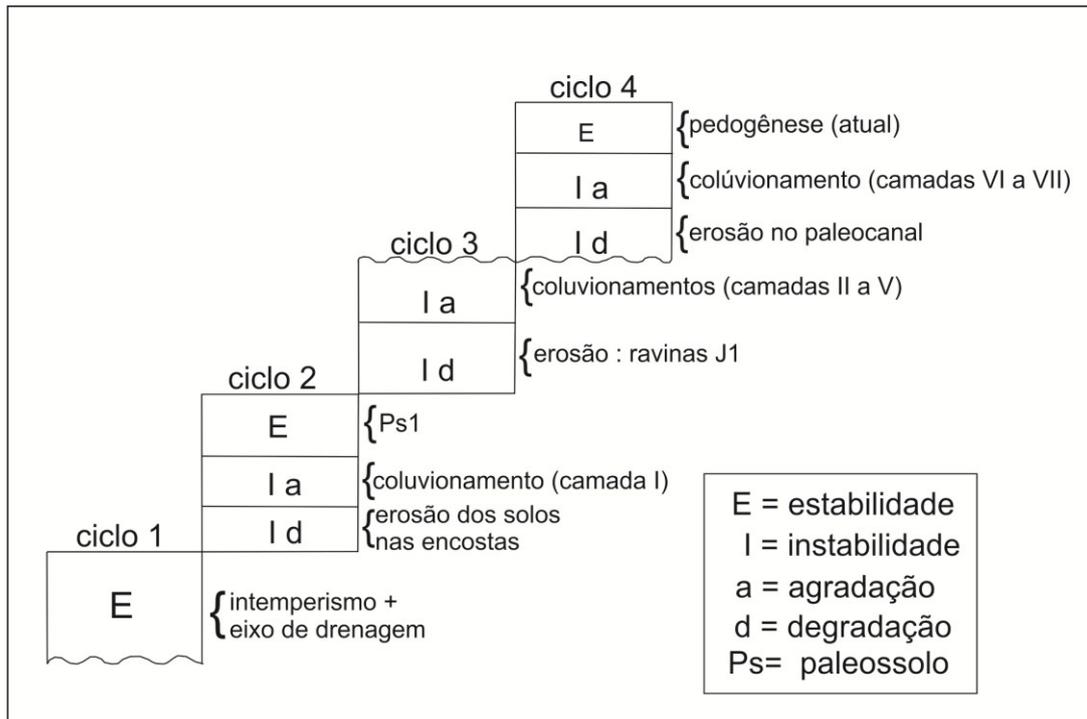


Figura 11 – Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS2.

### 5.1.2 - Seção Estratigráfica HS3

A seção HS3 se encontra ao sul da seção HS2, a cerca de 88,39 m de distância, possui aproximadamente 4,40 cm de comprimento por 1,50 cm de espessura (Figura 6). Foi descrita em uma parede de voçoroca, sendo constituída por quatro unidades litológicas pedogenizadas. Em termos de discontinuidades foram reconhecidas três unidades caracterizadas informalmente de sequências inferior, intermediária e superior, as quais correspondem a: colúvio pedogenizado (1), colúvio (2) e colúvio pedogenizado (3) (Figura 12).

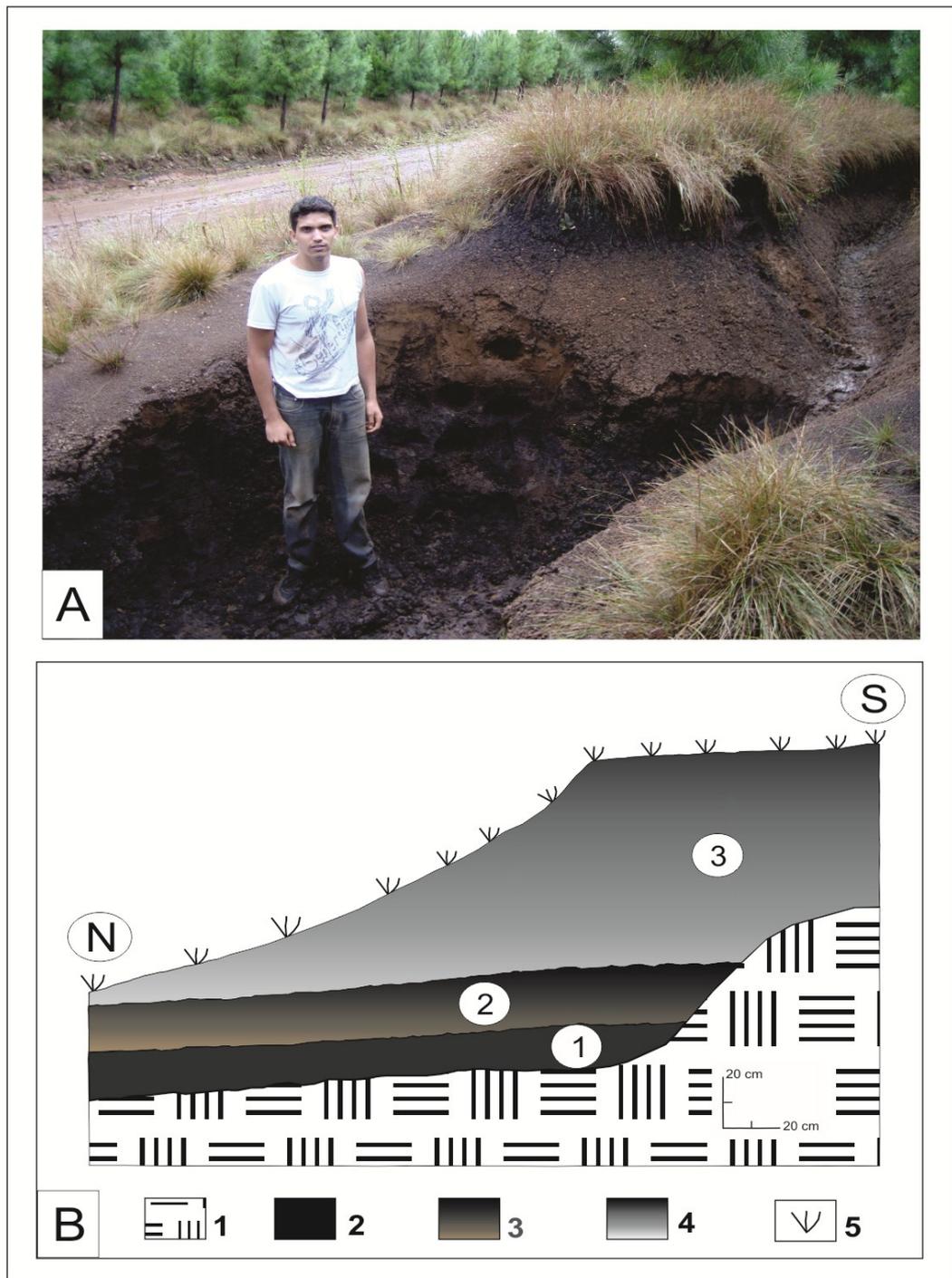


Figura 12 - Seção estratigráfica HS3. (A) Foto da seção localizada em uma voçoroca. (B) Representação esquemática da seção estratigráfica. 1: riolito. 2: horizonte A. 3: colúvio. 4: colúvio pedogenizado. 5: vegetação atual. 1, 2, 3: nomenclatura das sequências inferior, intermediária e superior.

A sequência inferior (1) é formada por um colúvio pedogenizado, onde se destacam as características pedológicas, apresentados no quadro 4. A matriz da sequência apresenta textura variando de lama levemente arenosa siltosa (classe D-III), à silte argiloso (classe E-III), com uma pequena quantidade de raízes, classificada como fácies *lama* (cód. M).

A sequência intermediária (2) possui, aproximadamente, 45 cm de espessura, é composta por duas unidades litológicas II e III (Figura 13). A unidade II apresenta cor bruno escuro (7.5 YR 3/4), textura lama levemente arenosa siltosa (classe D-III), com 20 cm de espessura. Já a unidade III, mostra-se com cor cinza escuro (7.5YR 4/4), e textura lama levemente arenosa siltosa (classe D-III), com espessura de 25 cm, caracterizando a sequência como fácies *lama e areia* (cód.SM).

Já a sequência superior (3), é constituída por um colúvio pedogenizado, de aproximadamente 80 cm de espessura. Apresenta textura de argila siltosa (classe E-IV) no topo, similar ao topo da sequência superior (C) da HS2, para lama levemente arenosa siltosa (classe D-III) no centro e base da sequência, com pequena quantidade de clastos de calcedônia pouco alterados. A sequência (3) apresenta o desenvolvimento de três horizontes do topo para base: A, AC, C de um neossolo regolítico com horizonte A húmico (Quadro 4). No geral, a sequência mostra-se com fácies *lama arenosa maciça* (cód. mSyM) na base e no centro para fácies *lama e silte* (cód. TM) no topo (Figura 13).

De modo geral, a seção estratigráfica HS3, apresenta três sequências inferior, intermediária e superior, geradas em um ambiente de encosta de geometria suavemente inclinada, configurando uma rampa de colúvio. Tal seção corresponde provavelmente a encosta do fundo de vale da seção HS2. Ela registra fases de estabilidade com eventos de degradação das encostas em fases de instabilidade (Figura 14), e posterior fornecimento de materiais para o local da seção HS2.

<b>Sequ.</b>	<b>Horizontes</b>	<b>Cor</b>	<b>Espessura cm</b>	<b>Consistência: seca, úmida e molhada</b>	<b>Transição inferior</b>	<b>Estrutura</b>	<b>Resistência</b>
<b>1</b>	Ab	Preta (10 YR 2/1)	25	Variando de macia a dura, friável e plástica a pegajosa	Abrupta	Grumosa	Fraca
<b>3</b>	A	Cinza muito escuro (7.5 YR 2.5/3)	25	Variando de dura, friável a solta e pegajosa a plástica	Clara	Grumosa	Moderada
	AC	Bruno escuro (7.5 YR 3/4)	35	Variando de macia, friável a solta e pegajosa a muito plástica	Clara	Grumosa	Moderada a fraca
	C	Bruno escuro (7.5 YR 3/4)	20	Variando de macia a muito plástica	Abrupta	Grumosa	Moderada

Quadro 4 – Características pedológicas dos níveis colúviais pedogenizados da seção HS3.

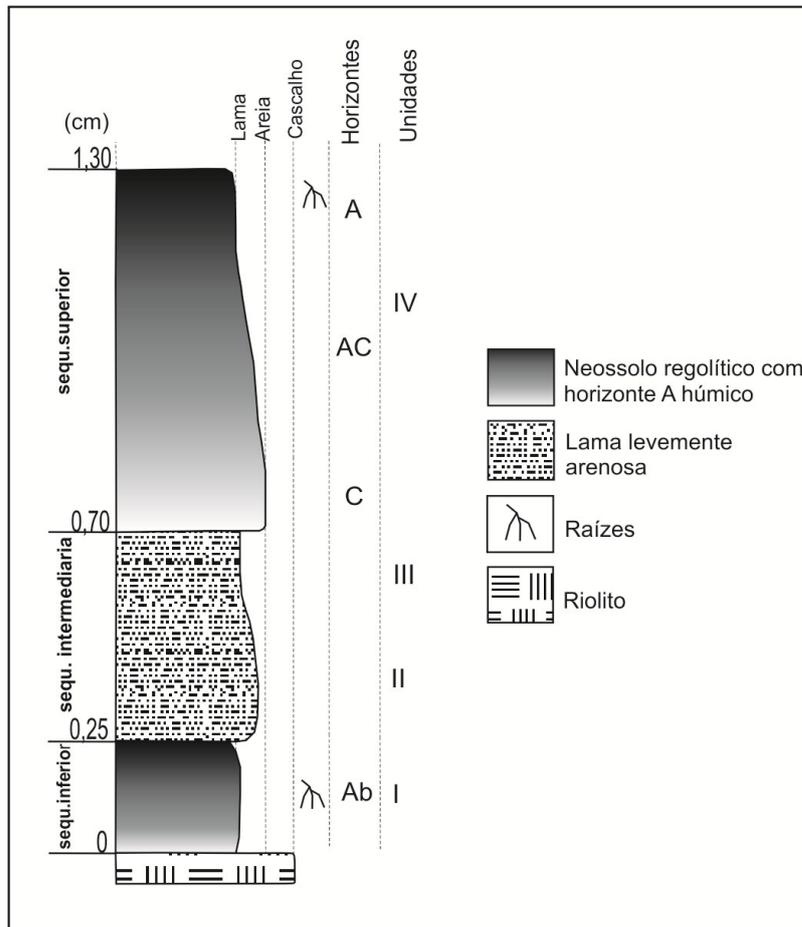


Figura 13 – Seção litológica colunar representativa da seção HS3.

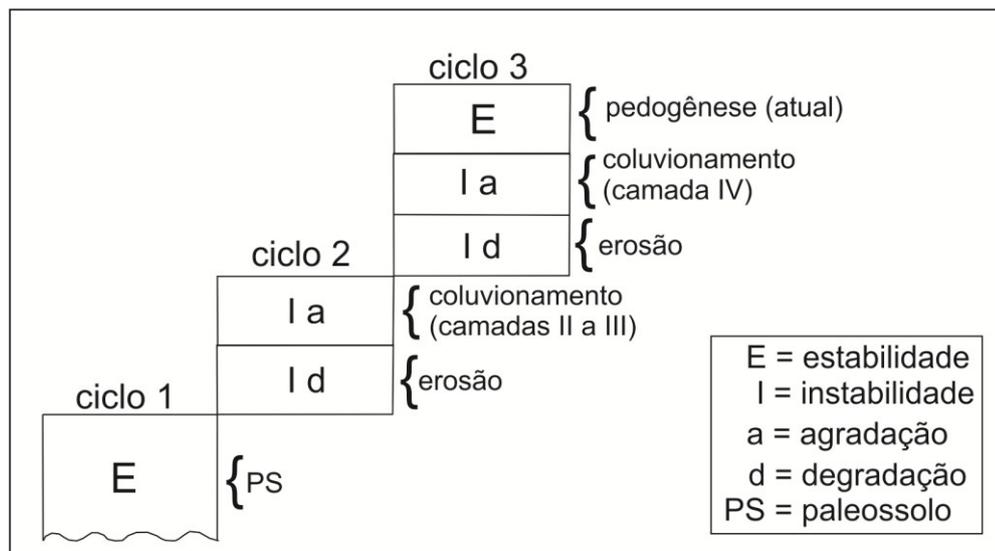


Figura 14 – Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS3.

### 5.1.3 - Seção Estratigráfica HS4

A seção estratigráfica HS4, se localiza no sistema hidrográfico do Rio Chapecozinho (SC) (Figura 6). Exibe 1,80 m de espessura na porção central, diminuindo lateralmente por aproximadamente 10,4 m de comprimento. Apresenta cinco unidades litológicas, das quais a última exhibe modificações face à pedogênese (Figura 15 B).

Nesta seção, foi identificado a presença de um paleocanal de 1ª ordem, colmatado por depósitos coluviais e colúvio - aluviais (Figura 15 A).

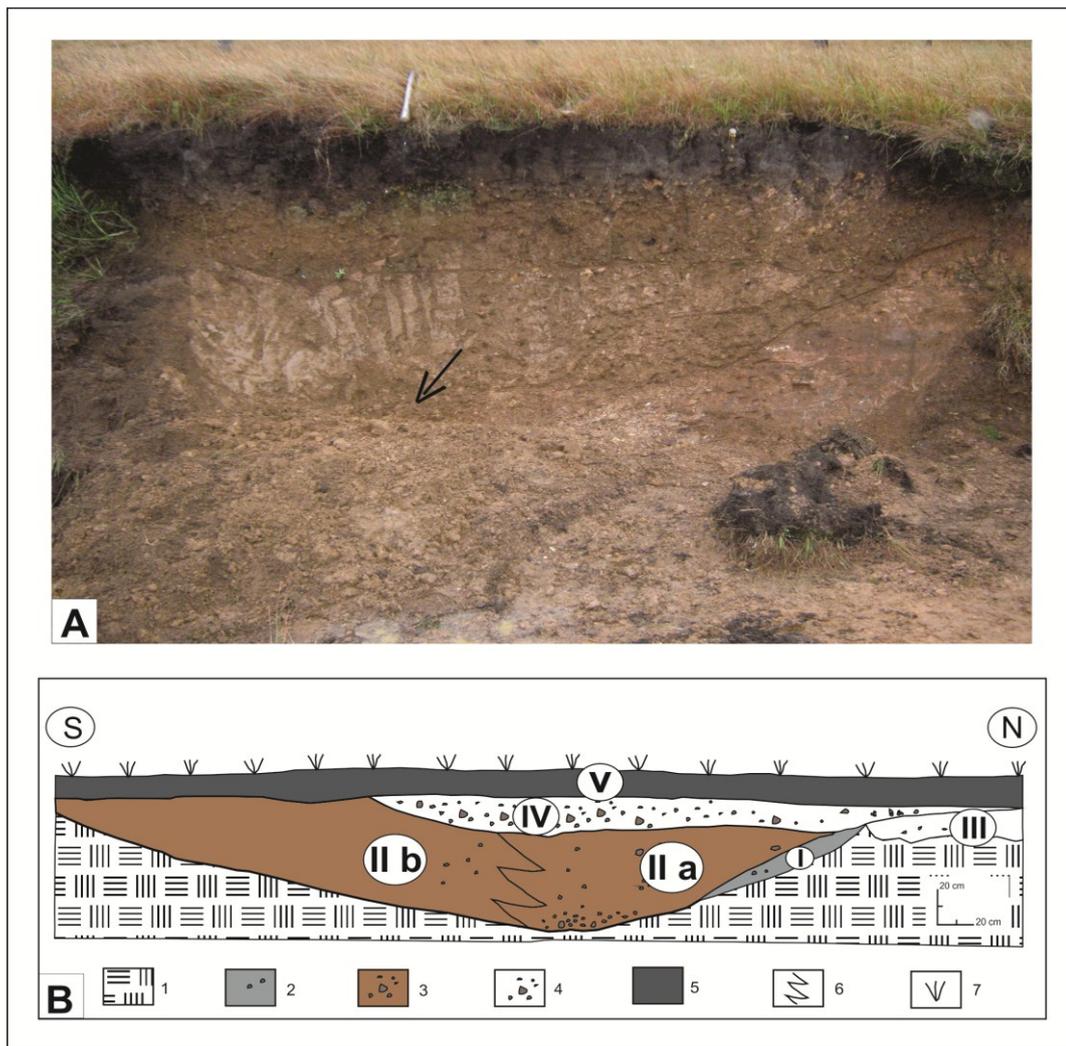


Figura 15 - Seção estratigráfica HS4. (A) Foto da seção com a presença de um paleocanal (base do paleocanal = seta). (B) Representação esquemática da seção estratigráfica com individualização das camadas por algarismos romanos da base para o topo. 1: riolito. 2: colúvio - aluvial. 3: colúvio - alúvio. 4: colúvio com cascalho. 5: colúvio pedogenizado. 6: interdigitação. 7: vegetação atual.

A unidade I apresenta geometria lenticular mergulhando para sul. É constituída por clastos tamanho seixo dispostos em matriz de textura areia argilosa (classe B-III) caracterizando a unidade como fácies *lama arenosa maciça* (cód. m SyM). Tal unidade foi gerada por fluxos de terra que adentraram no canal e foram retrabalhados, conferindo a unidade gênese colúvio-aluvial (Quadro 5).

A unidade II é mais espessa na porção sul desaparecendo na forma de lente na porção norte. A unidade apresenta variações laterais importantes que sugerem se tratar da interdigitação de dois fluxos de materiais provenientes tanto de sudoeste quanto de noroeste, colmatando o canal. Corresponde a duas camadas de colúvios interdigitadas, onde a camada IIa, mostra-se com concentração de seixo, e a IIb apresenta-se com aspecto mais homogêneo com seixos dispersos na matriz. A textura da matriz da unidade varia de lama levemente siltosa (classe D-III) a silte argiloso (classe E-III), caracterizando a unidade como fácies *lama cascalhenta com matriz suportada* (cód. m<sub>1</sub>GyM), correspondendo à origem colúvio – alúvio (Quadro 5).

A unidade III se encontra restrita a porção norte da seção, apresenta geometria lenticular, desaparecendo em direção a porção sul, onde a matriz apresenta textura de lama levemente arenosa (classe D-III) caracterizada como fácies *lama arenosa maciça* (cód. mSyM).

A unidade IV possui geometria sub-horizontal e se distribui na forma de lente desaparecendo para sul. A matriz apresenta textura de lama levemente arenosa (classe D-III), com concentração de clastos tamanho seixo por toda a unidade, conferindo a esta a designação de fácies *lama cascalhenta com matriz suportada* (cód. m<sub>1</sub>GyM).

Por fim, a unidade V, coberta pela vegetação atual de campos, apresenta textura de lama arenosa argilosa (classe C-IV), classificada como unidade organo-mineral, produzida, possivelmente pelo escoamento superficial face o contato abrupto. Este por apresentar uma maior concentração de lama, foi caracterizada como fácies *lama* (cód. M).

<b>Unidades/ Características</b>	<b>Tipo de Contato</b>	<b>Cor</b>	<b>Espessura a Média cm</b>	<b>Bioturbação</b>	<b>Tipo de estratificação</b>	<b>Constituintes</b>	<b>Grau de Alteração</b>	<b>Seleção</b>
I	Erosivo	Bruno (7.5 YR 5/4)	20	–	Maciça	Calcedônia/ litorrelíquias	Alterados	Pobremente selecionados
IIa e IIb	Erosivo	Bruno escuro amarelado (7.5 YR 4/6)	70	–	Maciça c/ sutil gradação normal	Calcedônia	Alterados	Pobremente selecionados
III	Erosivo	Bruno escuro amarelado (10 YR 4/4)	20	–	Maciça	Calcedônia	Alterados	Pobre
IV	Claro	Cinza escuro (7.5 YR 4/4)	30	–	Maciça	Calcedônia	Parcialmente alterada	Pobre
V	Claro	Preta (10 YR 2/1)	30	Forte	Maciça	–	–	–

Quadro 5 – Características físicas das unidades litológicas da seção HS4.

A seção estratigráfica HS4, apresenta cinco unidades litológicas (Figura 16), as quais trazem informações importantes sobre possíveis mudanças na paisagem. Os materiais das unidades colúvio - aluviais I, IIa e IIb, possivelmente decorrentes de movimento de massa nas encostas, são encontrados preenchendo o canal de 1ª ordem (Figura 15 A, C). Com a colmatação do canal a morfologia do paleovale foi reafeiçoada passando a ser integrada à encosta na forma de uma rampa suavemente inclinada, designada na literatura de rampa de colúvio (BIGARELLA *et al.*, 1965). A partir do estabelecimento dessa unidade geomórfica, passa a atuar sobre a rampa de colúvio o escoamento superficial, gerando a unidade mais superficial (unidade V).

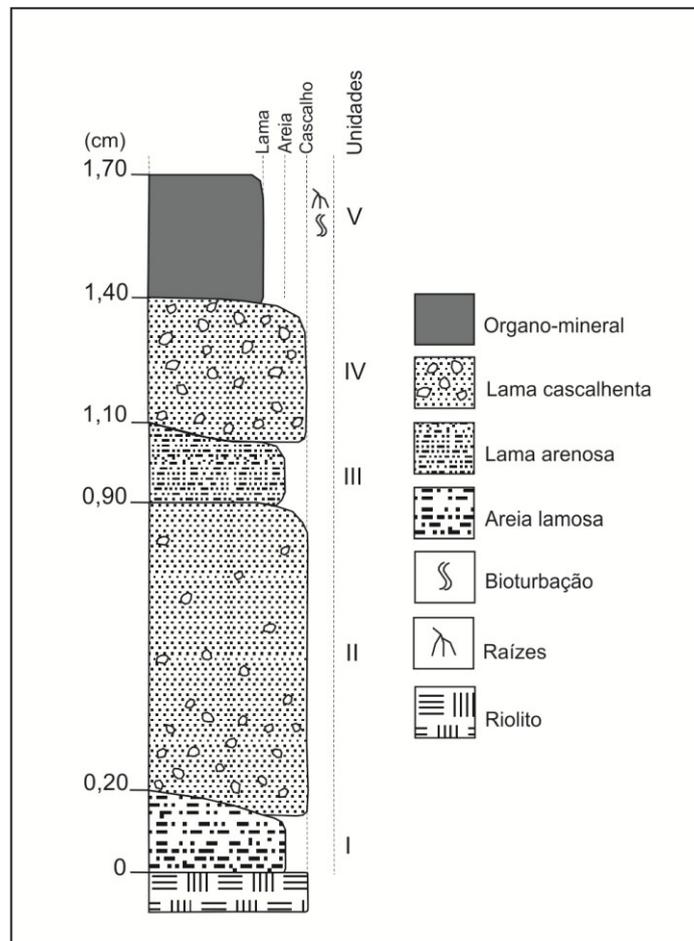


Figura 16 – Seção litológica colunar representativa da seção HS4.

Assim, registram-se na seção três momentos importantes, um de desenvolvimento de um canal de 1ª ordem, em seguida a colmatação deste por coluvionamento gerado por processos de movimentos de massa, e a manutenção destes processos reafeiçoando a morfologia do local, transformando o paleofundo de vale de 1ª ordem em rampa de colúvio

(Figura 17). Por fim, observam-se mudanças nos processos morfogenéticos de movimento de massa para o escoamento superficial, cujo último gerou no topo da seção uma unidade organo-mineral.

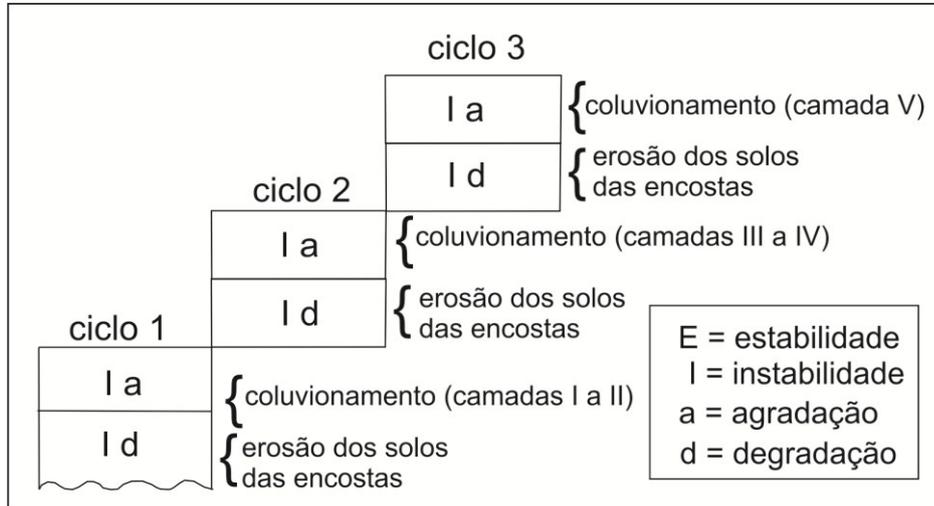


Figura 17 – Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS4.

#### 5.1.4 - Seção Estratigráfica HS5

A seção HS5, também se localiza no sistema hidrográfico do Rio Chapecozinho, mais especificamente em uma encosta, apresenta 1,20 m de espessura. (Figura 18).

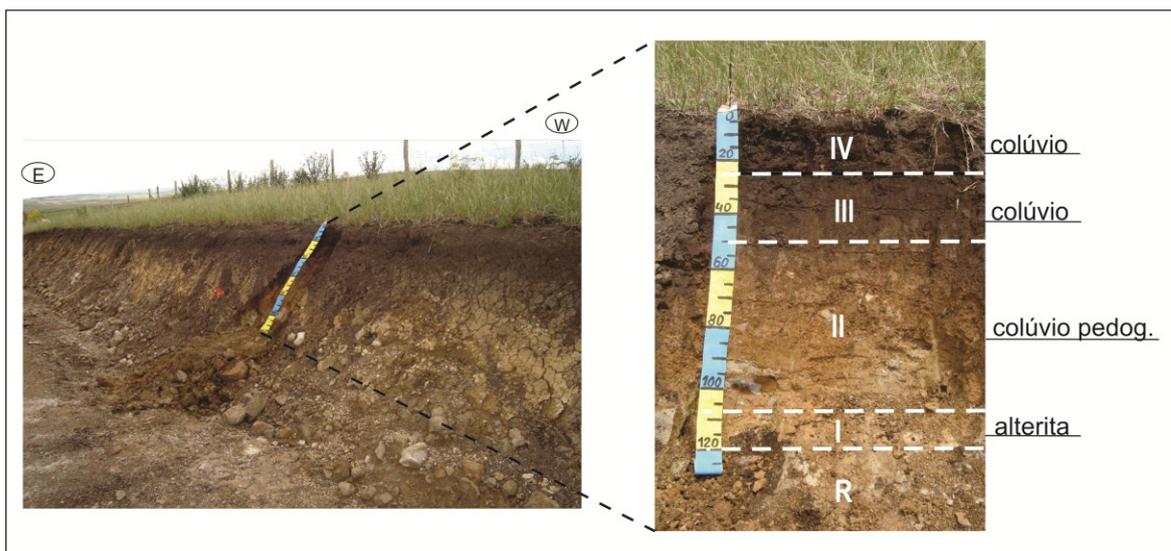


Figura 18 – Foto da seção estratigráfica HS5 com suas respectivas unidades.

Inicialmente em campo foi caracterizada a seção como sendo um Cambissolo, desenvolvido a partir do intemperismo do riolito. Porém, a análise micromorfológica e as características texturais, revelaram se tratar de quatro unidades litológicas, cuja unidade I mostra-se como alterita, a qual se assenta sobre a rocha (Quadro 6). A unidade II apresenta-se como colúvio pedogenizado, e as unidades III e IV, revelam-se de natureza coluvial, geradas em diferentes momentos (Figura 19).

<b>Unidades</b>	<b>Profundidade cm</b>	<b>Cor</b>	<b>Tipo de estratificação</b>	<b>Textura</b>	<b>Outros</b>
IV	0 – 25	Cinza muito escura 7.5 YR 2.5/3	Maciça	Argila siltosa (classe E-IV)	Abundância de raízes
III	25 - 35	Cinza muito escura 7.5 YR 2.5/3	Maciça	Lama arenosa argilosa (classe C-IV)	Abundância de raízes
	35 - 50	Cinza escuro 7.5YR 4/4	Maciça	Lama arenosa argilosa (classe C-IV)	Pequena quantidade de raízes
II	50 - 70	Bruno muito escuro 7.5 YR 2.5/2	Maciça	Lama levemente arenosa siltosa (classe D-III)	Fragmentos de rocha alterada
	70 – 1,10	Bruno escuro 7.5 YR 3/4	Maciça	Lama levemente arenosa muito siltosa (classe D-II)	Fragmentos de rocha alterada
I	1,10 – 1,20	Bruno amarelado 7.5 YR 5/4	–	Lama arenosa argilosa (classe C-IV)	Rocha alterada

Quadro 6 – Características físicas da seção HS5.

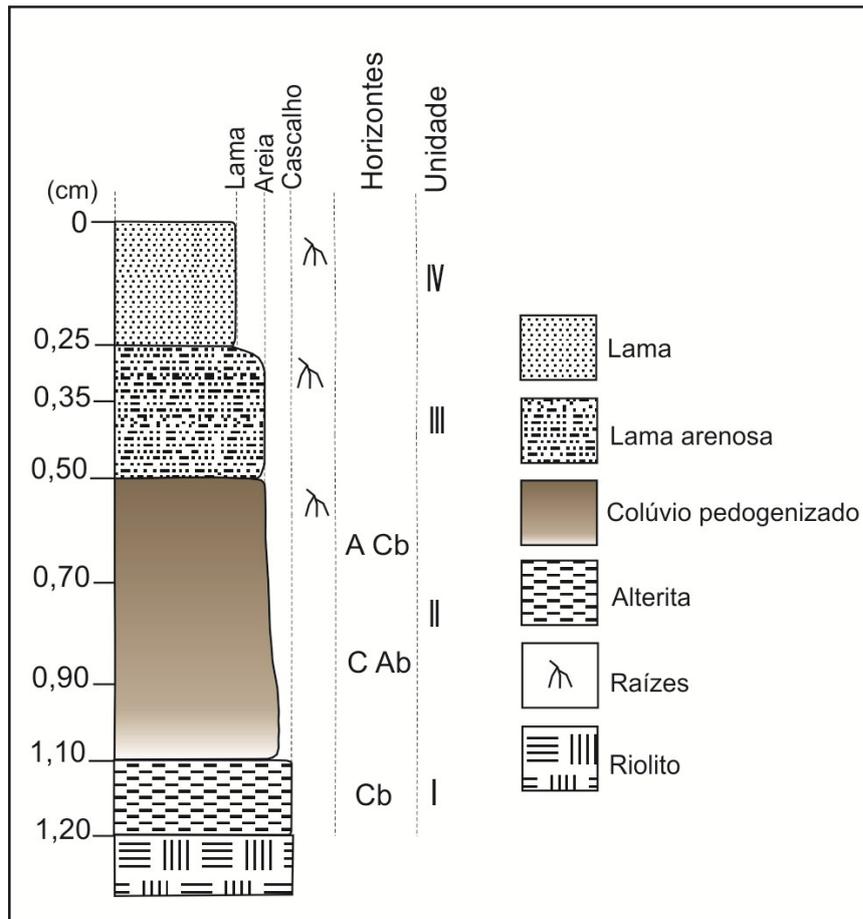


Figura 19 – Seção litológica colunar representativa da seção HS5.

De modo geral, a seção HS5 pode ser dividida em três ciclos, cujo primeiro registra fase de estabilidade na paisagem (Figura 20). Sobre esta, inicia-se uma fase de instabilidade com degradação nas encostas mais elevadas, seguida por dois momentos de agradação, formando as camadas I e II. Na sequência uma fase de estabilidade, permite o predomínio de processos pedogenéticos. Após tal fase, a paisagem local registra uma nova fase de instabilidade com degradação nas encostas e posterior agradação, formando primeiramente a camada III e, posteriormente a camada IV (Figura 20).

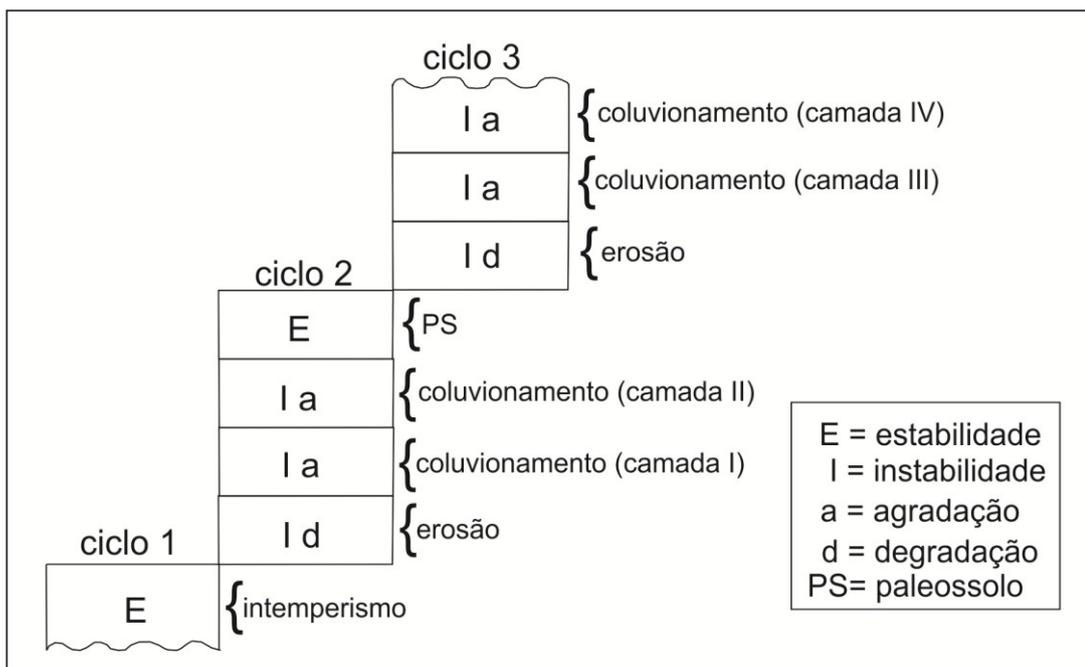


Figura 20 – Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS5.

### 5.1.5 - Seção Estratigráfica HS6

A seção HS6 se encontra a SW da seção HS5, apresenta 3,40 m de comprimento e 1,80 m de espessura (Figura 21 A), correspondendo à face transversal de jusante de paleocanal de 1ª ordem colmatado. A seção chama atenção por exibir no centro do canal estrutura de deformação complexa com uma zona de mistura de dois materiais distinguíveis primeiramente pela cor (unidades II e III) (Figura 21 A e B).

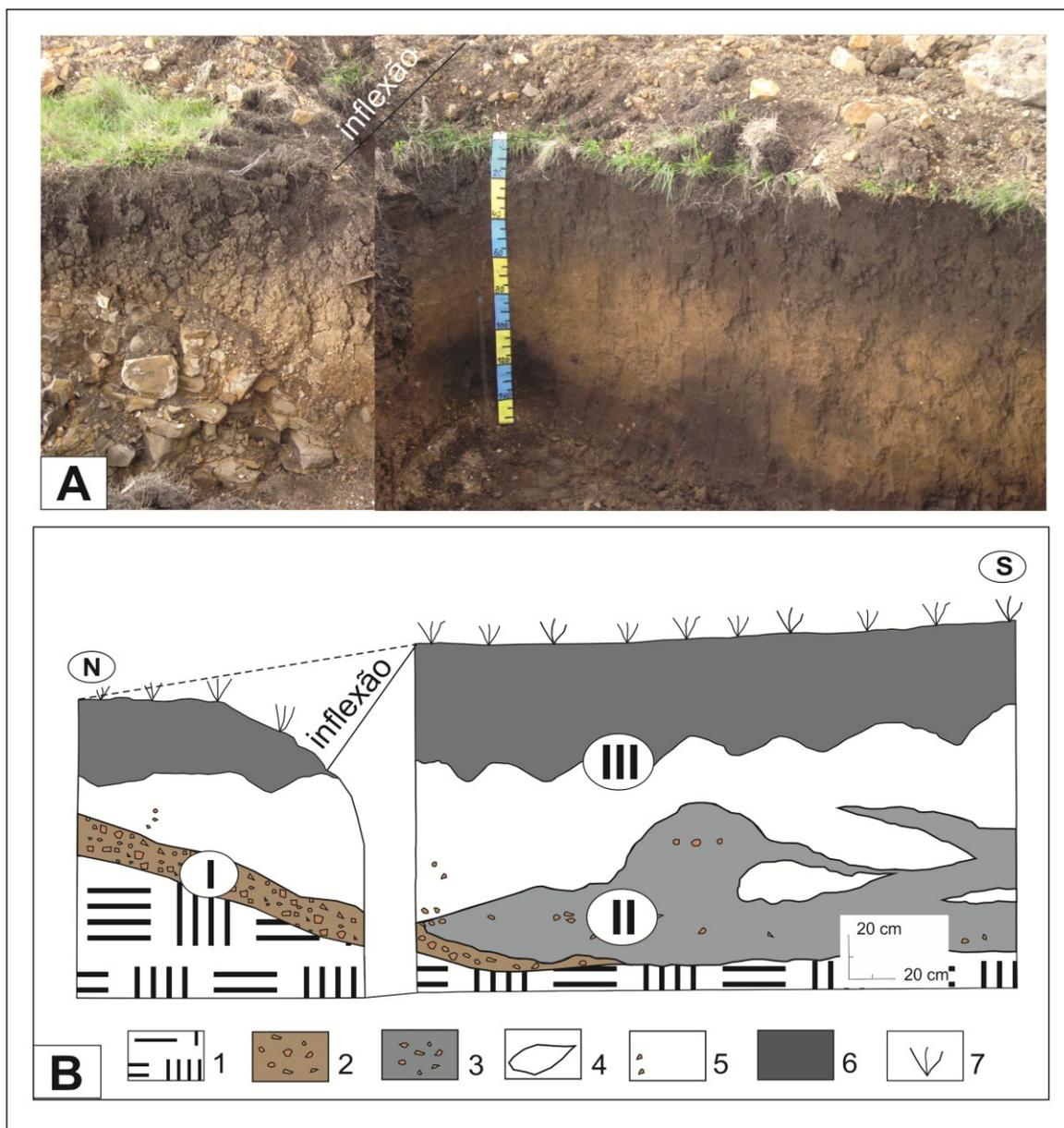


Figura 21 – Seção estratigráfica HS6. (A) Foto da seção. (B) Representação esquemática da seção estratigráfica com individualização das camadas por algarismos romanos da base para o topo. 1: riolito. 2: alúvio com cascalhos. 3: colúvio de paleohorizonte A. 4: lente coluvionar. 5: colúvio. 6: horizonte A húmico. 7: vegetação atual.

A unidade I corresponde a material aluvial (Quadro 7), sendo mais expressivo na base do canal a montante da seção, se distribui de forma lenticular desaparecendo a SW. A matriz da unidade apresenta textura de lama arenosa siltosa (classe C-III), com grande quantidade de cascalho (Figura 22), distribuído por toda a unidade, conferindo a esta, fácies *lama cascalhenta com matriz suportada* (cód. m<sub>1</sub>GyM).

<b>Unidades/ Características</b>	<b>Tipo de Contato</b>	<b>Cor</b>	<b>Espessura Média  cm</b>	<b>Bioturbação</b>	<b>Tipo de estratificação</b>	<b>Constituintes</b>	<b>Grau de Alteração</b>	<b>Seleção</b>
I	Abrupto	Bruno amarelado (7.5 YR 5/4)	25	Ausente	Maciça	–	Completamente alterados	Pobrement selecionados
II	Abrupto	Castanho escuro (7.5 YR 3/3)	40	Moderada	Maciça	Calcedônia Litorrelíquias	Completamente alterados	Pobrement selecionados
III	Abrupto	Bruno escuro a preto no topo (7.5 YR 3/4) (10 YR 2/1)	100	Forte	Maciça	Calcedônia Litorrelíquias	Alterados	Pobre

Quadro 7 – Características físicas das unidades litológicas da seção HS6.

A unidade II se distribui no centro do paleocanal (Figura 21 B), correspondendo a uma estrutura de deformação complexa. Contém lentes de material da unidade superior (unidade III), inserido a seu topo. Exibe variação textural na matriz de lama arenosa siltosa (classe C-III) a lama arenosa argilosa (classe C-IV), misturada com pequena quantidade de cascalho (Figura 22) o que permite classificá-la como fácies *lama cascalhenta com matriz suportada* (cód. m<sub>1</sub>GyM). Esta unidade corresponde a colúvio de paleossolo com horizonte A húmico, o qual passou por movimento coletivo (Quadro 7).

A unidade III corresponde a um colúvio espesso e pedogenizado em seu topo. Tem textura variando de lama arenosa siltosa (classe C-III) na base e centro, à lama levemente arenosa argilosa (classe D-IV) no topo, caracterizando como *fácies lama e areia* (cód. MS) (Figura 22).

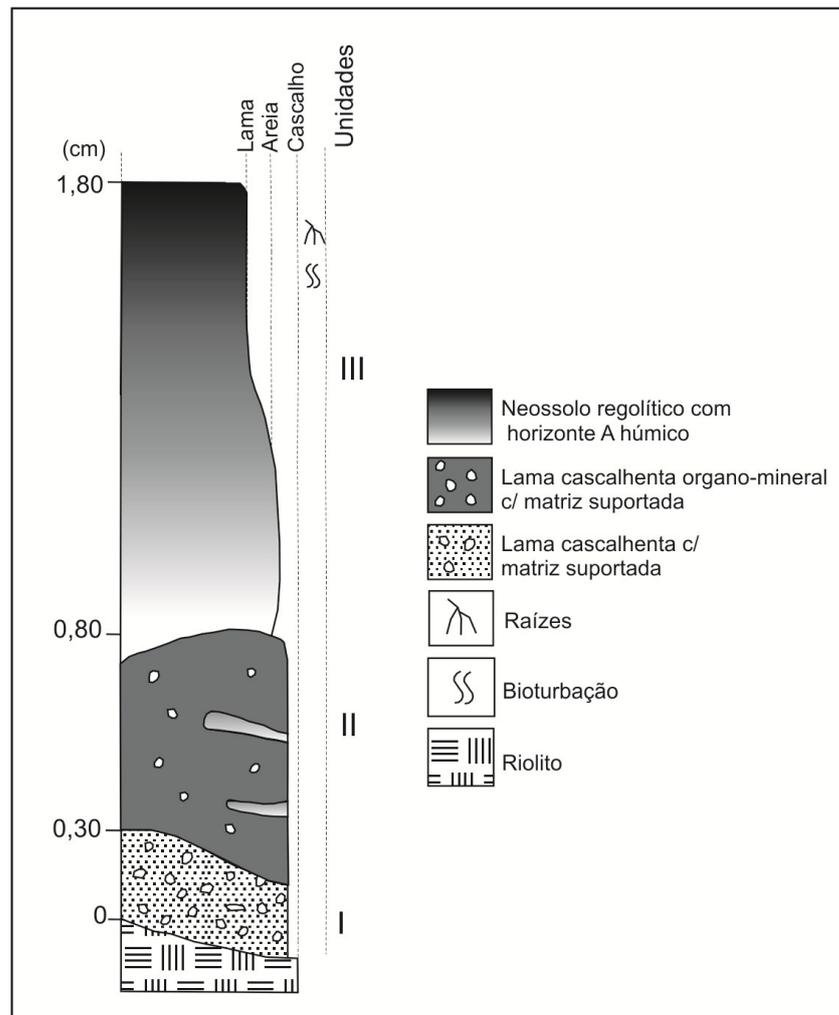


Figura 22 – Seção litológica colunar representativa da seção HS6.

No geral, a seção HS6 apresenta um canal de 1ª ordem que foi preenchido por sedimentos colúvio – aluvial com significativa quantidade de cascalhos, demonstrando grande energia no regime de fluxo (ciclo 1) (Figura 23). Este preenchimento, ou colmatação do canal, foi gerado por movimentos de massa de elevada magnitude que rompeu de uma única vez a sequência de horizontes de solo (horizontes A e B), gerando sedimentação com inversão de horizontes. Primeiramente depositou-se o horizonte A e na sequência o B, ambos penecontemporâneos por permanecerem como evidência da estrutura complexa de deformação. Assim, a unidade apresenta dois materiais, na base uma estrutura de deformação e sobre esta, um colúvio cinza, reforçando a inversão de perfis de solo da encosta, com posterior movimentação coletiva deste para o canal (ciclo 2) (Figura 23).

Após o período de colmatação do canal, e deposição inversa dos horizontes, inicia-se uma fase de estabilidade, com a instalação da pedogênese e seu desenvolvimento até a atualidade (ciclo 2) (Figura 23).

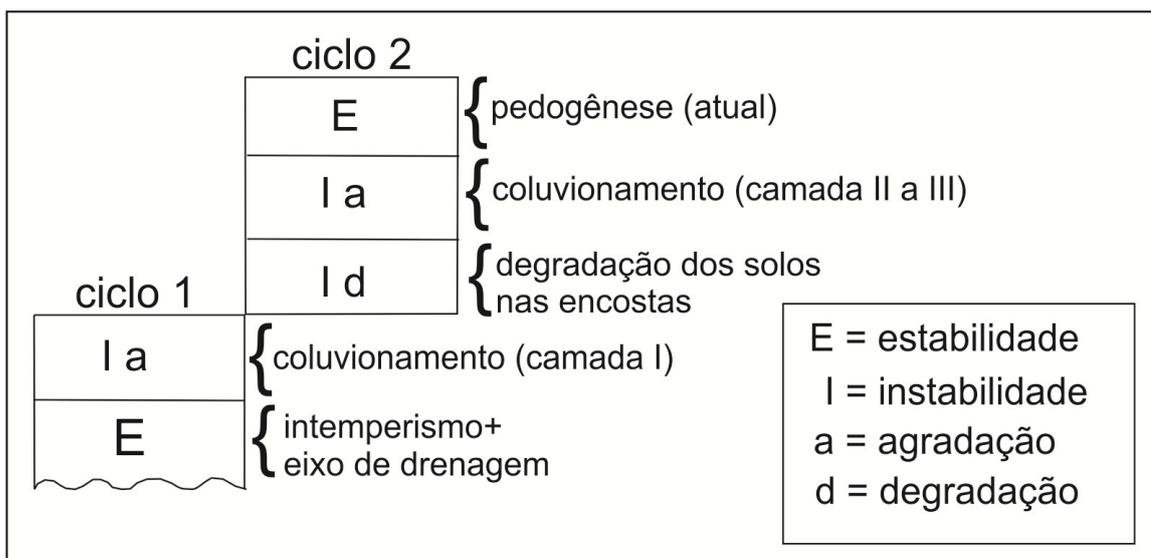


Figura 23 – Alternâncias das fases de estabilidade e instabilidade e registros identificados na seção HS6.

## 5.2 - Análises Laboratoriais

### 5.2.1 - Granulometria

Os percentuais granulométricos da seção estratigráfica HS2 estão expostos tanto em gráficos de linhas quanto no diagrama triangular de Flemming. No primeiro pretende-se observar variações de areia, silte e argila com a profundidade (Figura 24), enquanto que o segundo foi utilizado para definir as classes texturais (Figura 25). Em ambos os casos buscou-se verificar se a granulometria expressa variações significativas que permitam individualizar sedimentos organo-minerais em relação a horizontes superficiais pedogenéticos.

Observando as variações do percentual de argila da janela 1, percebe-se que há um aumento de profundidade em direção a superfície até o limite da UP1 (Figura 24 A). Situação diferente se verifica à partir da base da unidade litológica II a V, onde os percentuais de argila decrescem. Similarmente ao verificado na base da seção, ocorre na unidade de topo, onde se estabeleceu a UP2. Assim, percebe-se que coincidem os aumentos de argila em direção ao topo tanto na UP1 quanto na UP2, levando a pensar que esse crescimento de argila é resultado da pedogenêse.

A mesma tendência foi verificada nas janelas 2 e 4 (Figura 24 B, D), a exceção a janela 3, em que na UP1 há uma aparente redução de argila e aumento de silte da base para o topo. Esse fato pode decorrer de uma fraca pedogênese no local da seção na época da formação da UP1 ou do local de obtenção das amostras, como nas extremidades superior e inferior de uma lente delgada da UP1 ou na base do paleocanal.

Em relação aos percentuais de silte e areia de profundidade para a superfície, percebe-se significativa variabilidade, o que indica estarem relacionadas aos processos sedimentares (Figura 24). De fato, as variações nos percentuais dessas frações coincidem com os limites das unidades litológicas identificados em campo.

Ao plotar os percentuais das frações argila, silte e areia no diagrama de Flemming, percebe-se que elas se encontram em uma área bem definida, apontando se tratarem de materiais argilo-siltoso (E-IV), silte-argiloso (E-III), lama levemente arenosa siltosa (D-III) a lama levemente arenosa argilosa (D-IV). Esse dado é importante, pois sugere que os materiais da área fonte estavam intemperizados ou pedogenizados o suficiente para os distingui-los da isoalterita, que pela natureza do substrato deveria ser rica em areia quartzosa. Outro aspecto importante, é que as variações entre argila e silte nas unidades litológicas podem indicar a

sedimentação seletiva, mesmo que sutil. No que se refere a individualização de sedimentos organo-minerais em relação a horizontes superficiais pedogenéticos, não se percebe diferenças significativas nas classes texturais que sugerem corresponder a sedimentos organo-minerais, prevalecendo tendência de aumento de argila em direção ao topo como indicativo de horizontes superficiais. Assim, para os materiais da HS2 pode-se pensar que de fato os níveis organo-minerais são produtos da pedogênese do material colúvial.

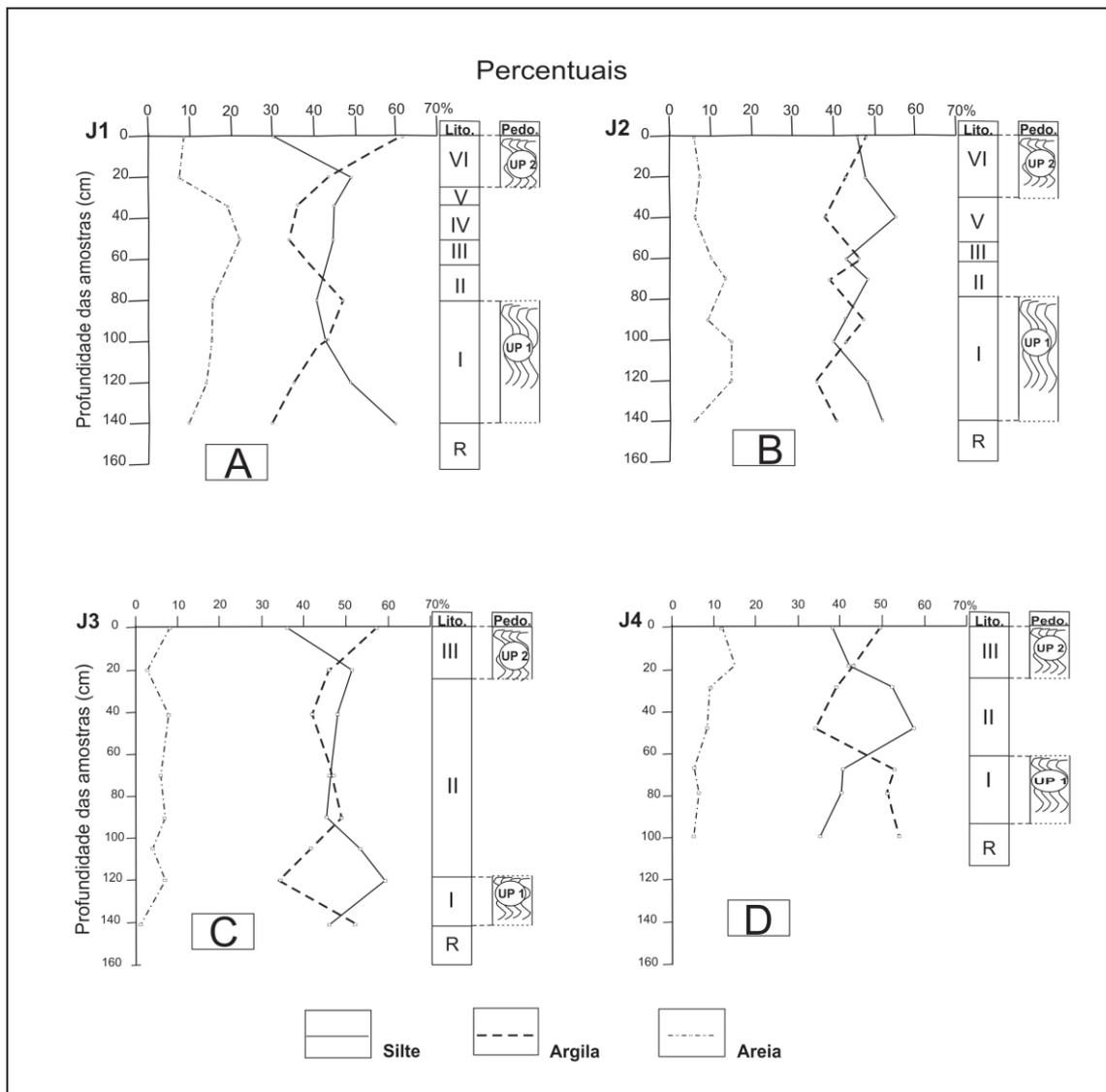


Figura 24 - Distribuição dos percentuais de areia, silte e argila, correspondente as janelas 1, 2, 3 e 4 da seção HS2. Lito: unidades litológicas. Pedo: unidades pedológicas.

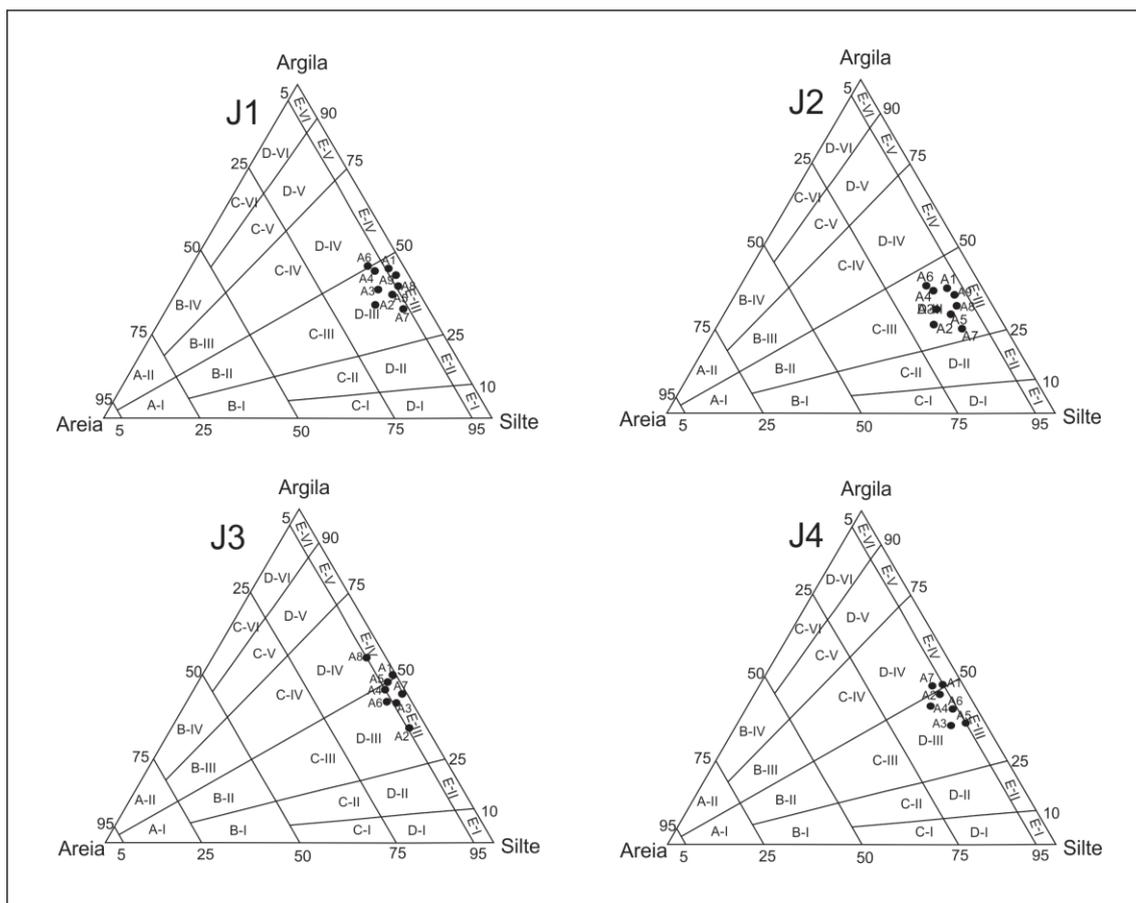


Figura 25 - Resultado da plotagem das amostras das janelas 1, 2, 3 e 4 da seção HS2, no diagrama Triangular de Flemming (2002).

### 5.2.2 – Determinação do teor de matéria orgânica (MO) e carbono das unidades pedológicas

A determinação do teor de matéria orgânica e carbono das unidades pedológicas da seção HS2, também buscaram individualizar sedimentos organo-minerais em relação a horizontes A pedogenéticos. Tais determinações para amostras da seção estratigráfica HS2, estão dispostas em gráficos de linhas (Figura 26), no qual se observa que há tendência de aumento tanto de MO como de carbono da base para o topo da UP1 na maioria das janelas. Apenas a Janela 3 não apresenta aumento tão expressivo de MO, por se tratar de ambiente com colmatação de paleocanal, gerando mistura dos sedimentos colúvio-aluviais. No geral observa-se que sobre a UP1, há pequena diminuição na MO e carbono, o que pode indicar a presença de uma lente colúvial organo-mineral não perceptível nas descrições de campo. Em direção ao topo próximo a UP2, verifica-se um novo aumento na quantidade de MO e

carbono, indicando que possivelmente seja referente à contaminação pós-deposicional pelo desenvolvimento da pedogênese, ou seja, referente a remanescentes de solos da área fonte.

Na UP2, observa-se um expressivo aumento de MO e carbono, indicando o desenvolvimento da pedogênese até a atualidade, tanto na janela 1, como na 2 (Figura 26 A, B). Já na janela 3 e 4 esse aumento também foi detectado até próximo ao topo, porém ao aproximar-se da superfície, foi identificado um pequeno decréscimo na quantidade tanto de MO quanto de carbono, indicando o desenvolvimento de uma unidade organo-mineral sobre a UP2 (Figura 26 C, D).

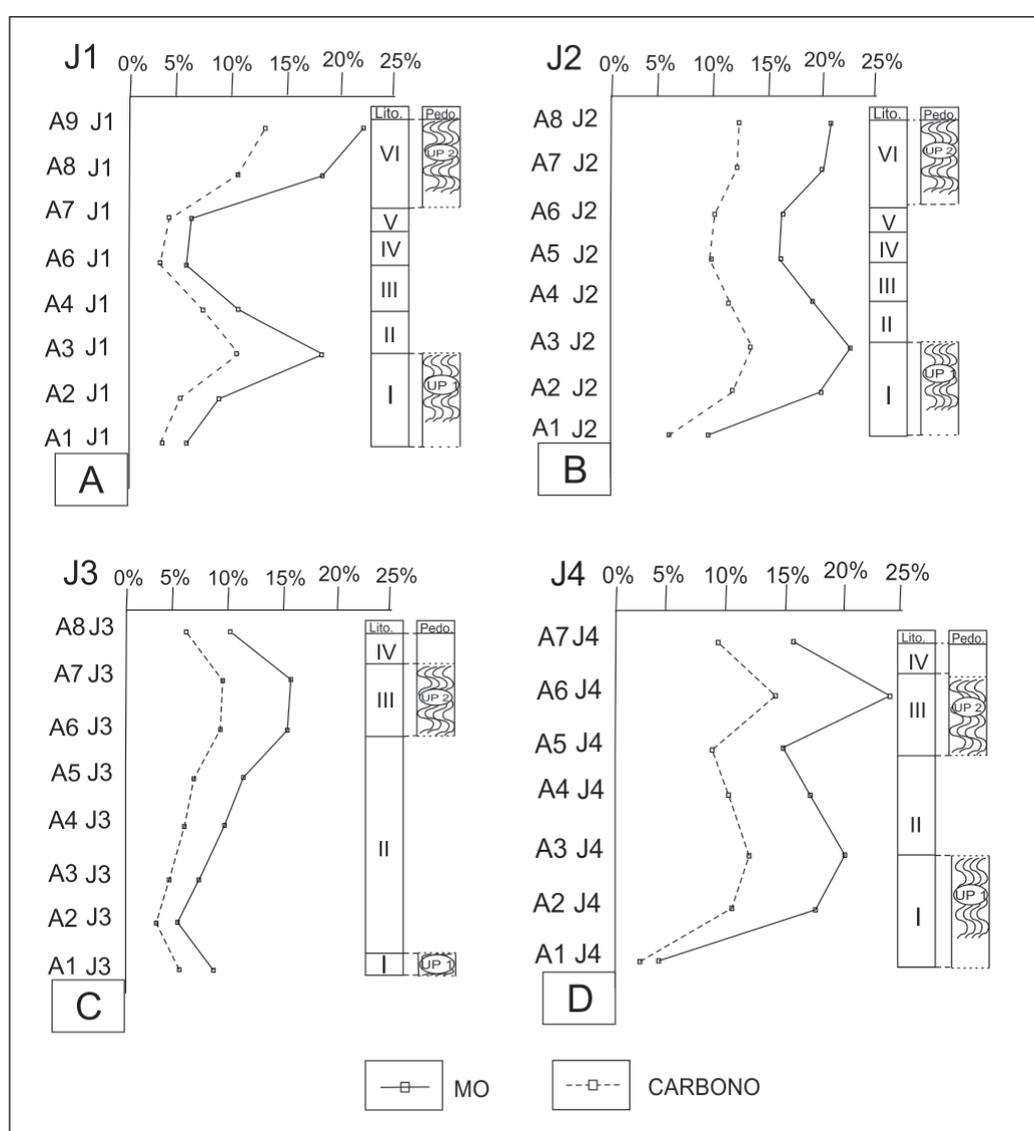


Figura 26 - Porcentagem de carbono e matéria orgânica das amostras das janelas 1, 2, 3 e 4 da seção estratigráfica HS2. Lito: unidades litológicas. Pedo: unidades pedológicas.

### 5.2.3 - Descrições Micromorfológica

A micromorfologia foi aplicada visando identificar propriedades dos materiais da área fonte, os processos deposicionais e as transformações pós-deposicionais, como verificado por Paisani & Pontelli (2011 no prelo) em depósitos coluviais de outra área da região Sudoeste do Paraná.

Para esta descrição foram confeccionadas quatorze lâminas delgadas de amostras indeformadas das seções HS2, HS5 e HS6, das quais foram descritas por unidades conforme as características que seguem.

#### 5.2.3.1 – Seção estratigráfica HS2

Para a seção estratigráfica HS2 foram confeccionadas cinco lâminas delgadas, quatro dos horizontes da sequência inferior, para verificação se de fato tal sequência corresponderia a uma unidade coluvial pedogenizada e uma da unidade V, sequência intermediária, objetivando identificar se tal unidade corresponde a sedimento organo-mineral (Figura 27).

A lâmina A1 foi extraída do horizonte Cgb e mostra uma DRC (distribuição relativa dos constituintes) classificada como *porfírica aberta* (Quadro 8), na qual as partículas maiores distribuem-se numa matriz de material mais fino, com 20% de poros, 20% de esqueleto e 60% de plasma. Os poros em sua maioria são classificados como mesoporos e microporos.

O esqueleto é constituído predominantemente por minerais como quartzo e calcedônia. Registra-se litorrelíquias (fragmentos de rocha alterada) e nódulos herdados do material de origem, de moderada a forte impregnação (Quadro 8). Tais feições indicam que o material fonte passou por um regime hídrico, com períodos de umidade intercalados por períodos de seca.

Em relação ao plasma, este se distribui pelo fundo matricial, plasma mátrico, com orientação manchada, tipo argilassépica. É composto por dois materiais, um de cor verde e outro bruno amarelado, ambos remanescentes do perfil de intemperismo da área fonte (Figuras 27 A). O plasma verde corresponde a fragmentos de alterita e pode expressar a formação de esmectita ou a concentração de manganês no perfil de intemperismo da área fonte. Já o plasma bruno amarelado é remanescente da pedogênese na área fonte,

possivelmente decorrente de horizonte BA. Na lâmina, identificou-se que o ferro está sendo remobilizado em proporções inferiores a 2%, principalmente na porção central da lâmina, concentrando-se e gerando nódulos, e em parte sendo remobilizado contribuindo para a formação de poros cavitários. As demais características descritivas estão expostas no quadro 8.

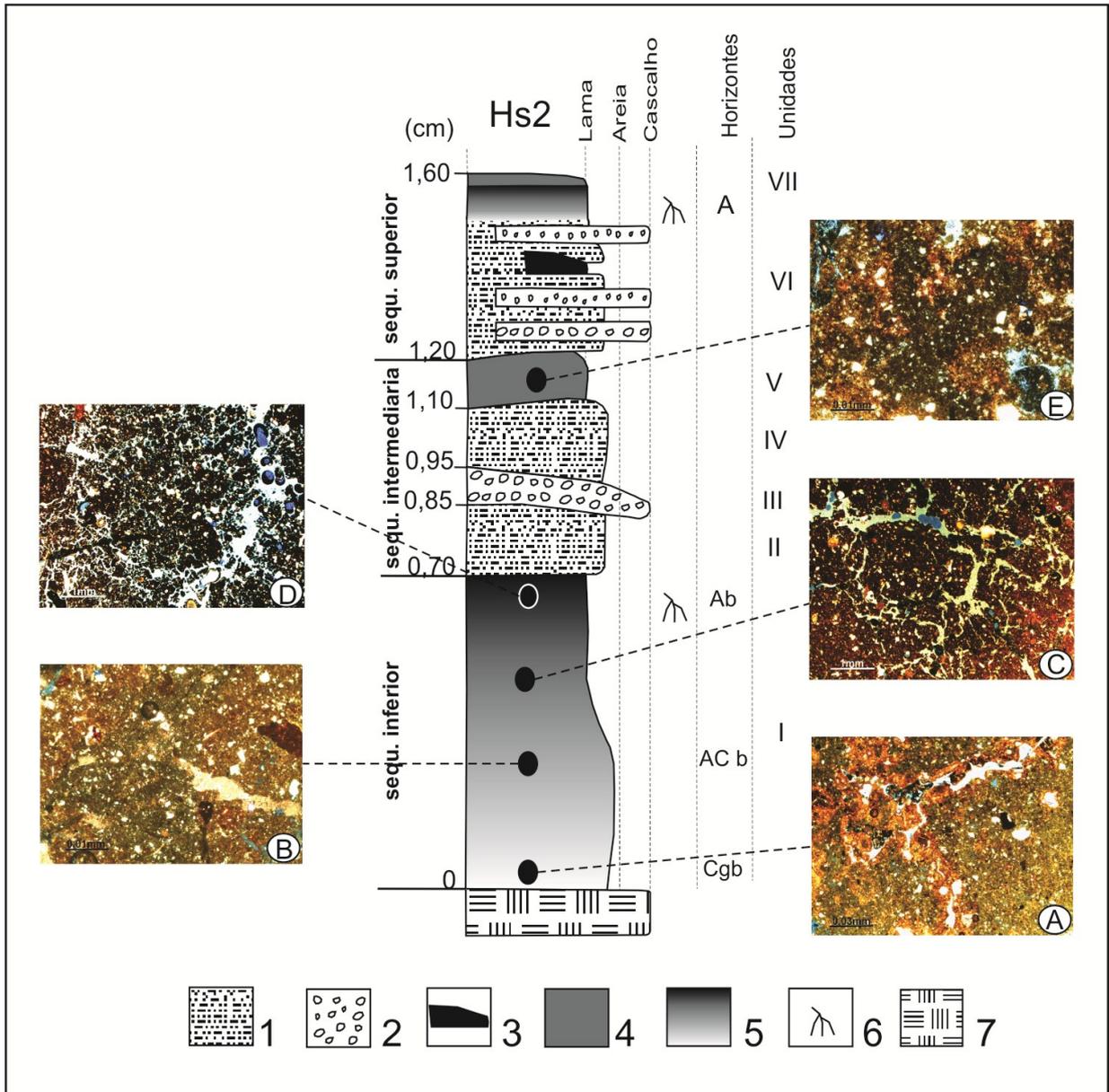


Figura 27 – Imagens das lâminas da seção HS2. 1: lama arenosa. 2: cascalho com matriz suportada. 3: pedorrelíquia de horizonte A. 4: organo-mineral. 5: neossolo flúvico com horizonte A húmico. 6: raízes. 7: riolito. A: plasma de cor bruno amarelado e verde. B: idem A. C: porosidade fissural. D: plasma com uma concentração maior de MO e poros fissurais. E: plasma bruno amarelado e verde.

Na lâmina A2 correspondente ao horizonte ACb (Figura 27 B), a DRC foi classificada também como *porfírica aberta*, similar ao horizonte Cgb. Apresenta 30% de poros, 20% de esqueleto e 50% de plasma.

Como na anterior, os poros foram classificados como mesoporos e microporos, e um esqueleto constituído predominantemente por quartzo e calcedônia, bastante angulosos. Identificou-se vários fragmentos de calcedônia em início de alteração, e uma percentagem superior a 5% de nódulos do material fonte, também indicando que o material fonte passou por regime hídrico com períodos de umidade intercalados por períodos de seca (Quadro 8).

O plasma também é muito similar ao do horizonte Cgb, diferenciando-se apenas na quantidade de plasma verde, o qual aparece em menor quantidade que no horizonte anterior (Figura 27 B).

Na lâmina A3, localizada no topo do horizonte ACb (Figura 27 C), demonstra DRC, percentuais de constituintes e esqueleto similares a lâmina anterior. Os grãos que compõem o esqueleto são bastante angulosos, com exceção da calcedônia que mostra-se também no formato alongado. Como verificado nas lâminas anteriores, aparecem litorrelíquias e nódulos herdadas do material fonte, indicando um regime hídrico similar.

O plasma se distribui pelo fundo matricial, plasma mátrico, com orientação manchada. Localmente aparece orientação do tipo argilassépica, similar as anteriores, com presença de dois materiais diferentes, um verde e outro bruno amarelado. Mais características do material da lâmina pode ser verificado no quadro 8.

Já a lâmina A4, do horizonte Ab, a DRC também foi classificada como *porfírica aberta*, diferindo das demais por apresentar 45% de poros, 10% de esqueleto e 45% de plasma.

A constituição do esqueleto é similar ao verificado nos horizontes anteriores, já o plasma, difere-se por não apresentar material de cor verde, apenas um plasma com forte impregnação de matéria orgânica, típico de horizonte A. Apresenta pedalidade de moderada a forte, com formação de microagregados, por conta da bioturbação (Figura 27 D).

Unidades/ Horizontes	Caract. Sedimenta res <sup>1</sup>	Caract. do material fonte <sup>2</sup>	Transformações pós - deposicionais					
			Pedalida de <sup>3</sup>	Poros <sup>4</sup>	microestrut ura <sup>5</sup>	Fundo matricial		
						DRC <sup>6</sup>	Plasma <sup>7</sup>	Caract. da matriz <sup>8</sup>
I (horizonte Cgb) HS2 A1	ms, se, sg	mz ba, v, n**	fr	fi***, vc***, c*	m	pa	m-ag*	hv*, n <sup>a,b</sup>
I (horizonte ACb) HS2 A2	ms, se, sg	mz ba, v, n**	m-fr	fi***, vc***, c**	m	pa	m-ag*	n <sup>a,b</sup>
I HS2 A3	ms, se, sg	mz ba, v, n**	m	fi***, vc**, c**	sb	pa	m-ag*	hg*, n <sup>a,b</sup>
I (horizonte Ab) HS2 A4	ms, se, sg	mz bv, n*	m-fo	fi***, vc**, c**	m-mi	pa	m-er, is*	n <sup>a,b</sup>
IV HS2 A6	ms, se, sg	mz ba, v, n*	fr	fi***, vc***, c**	m	pa	m-ag*	n <sup>b,c</sup>

Quadro 8 - Principais características descritas na micromorfologia da seção HS2.

bruno avermelhado, ba = bruno amarelado, be = bruno escuro, v = verde, n = nódulos herdados. <sup>3</sup>fo = forte, m = moderada, fr = fraca. <sup>4</sup>c = canais/camaras, fi = fissurais, cv = cavitários, ve = vesículas. <sup>5</sup>sb = blocos subangulares, m = <sup>1</sup>ms = matriz suportada, la = lama arenosa, se = sem estratificação, sg = sem agradação. <sup>2</sup>mz = matriz, bv = maciça, mi = microagregados. <sup>6</sup>pa = porfírica aberta. <sup>7</sup>m = manchada, ag = argilassépica, er = estriada, is = insépica. <sup>8</sup>sio = segregação de óxidos de ferro (depleção), n = nódulo com impregnação forte<sup>a</sup>, moderada<sup>b</sup>, fraca<sup>c</sup>; hp = hipocutã de poro, hg = hipocutã de grão, qp = quasicutã de poro. \* > 2%, \*\* 2-10%, \*\*\* >10%

No geral, a micromorfologia dos horizontes da unidade I, comprovaram se tratar de uma unidade coluvial pedogenizada, com formação de horizontes Ab, ACg e Cgb. Tal unidade mostra a mistura de material da etapa de pedogenese anterior com um plasma bruno amarelado, misturado a um verde. A cor bruno amarelado indica formação de goetita com concentração de MO (matéria orgânica), enquanto o verde indica alteração da rocha, gerando esmectita ou liberação de manganês. Estas características revelam se tratar de um paleossolo pouco desenvolvido, marcado pela acumulação MO no horizonte superficial, formando um

paleossolo flúvico com horizonte A húmico, similar ao registrado atualmente na área de estudo (EMBRAPA, 2006).

Na lâmina A6, correspondente a unidade V da sequência intermediária (Figura 27 E), foi identificado 25% de poros, 20% de esqueleto e 55% de plasma, classificada como *porfírica aberta*.

O esqueleto é formado basicamente por quartzo e calcedônia, ambos bastante angulosos. Nódulos relíquias aparecem em menor quantidade que o verificado nas lâminas da unidade I (Quadro 8). Em relação ao plasma, este se mostra como plasma mátrico, com sutil orientação manchada, localmente argilassépica, com presença de dois materiais diferentes de cores bruno amarelado e outro verde. O plasma verde é similar ao identificado nas lâminas dos horizontes ACb e Cgb da unidade colúvial I. Indicando que de fato unidade V é um colúvio, com mistura de materiais verde e bruno amarelado de pedacidade fraca, indicando que o material guarda as propriedades do colúvio. Mais características da unidade pode ser observada no quadro 8.

### 5.2.3.2 – Seção estratigráfica HS6

Para a seção estratigráfica HS6 foram condicionadas três lâminas delgadas, uma para cada unidade (Figura 28).

A lâmina HS6 A1 da unidade I (Figura 28 A) apresenta uma DRC classificada como *porfírica aberta*, com 20% de poros, 15% de esqueleto e 65% de plasma.

No esqueleto predominam quartzo e calcedônia, subangulares, com menos de 2% de nódulos relíquias do material de origem. Já o plasma mostra-se como mátrico, de orientação manchada a estriada, localmente argilassépica a insépica, com presença de dois materiais diferentes de cor verde e outro de cor bruno avermelhado, os quais por vezes parecem se misturarem. Outras características podem ser verificadas no quadro 9.

Na lâmina HS6 A2, que corresponde a unidade II (Figura 28 B), a DRC foi classificada como *porfírica aberta*, com uma significativa diminuição nos poros e aumento do plasma, se comparado com a lâmina anterior, com 10% de poros, 15% de esqueleto e 75% de plasma.

O esqueleto mostra-se similar ao da lâmina anterior e o plasma difere-se por apresentar uma concentração maior de plasma verde, em relação ao marrom avermelhado, o

qual está sofrendo depleção e modificando-se com mais intensidade que o plasma verde. Observou-se ainda uma pequena remobilização do Fe formando hipocutã de poro (Quadro 9).

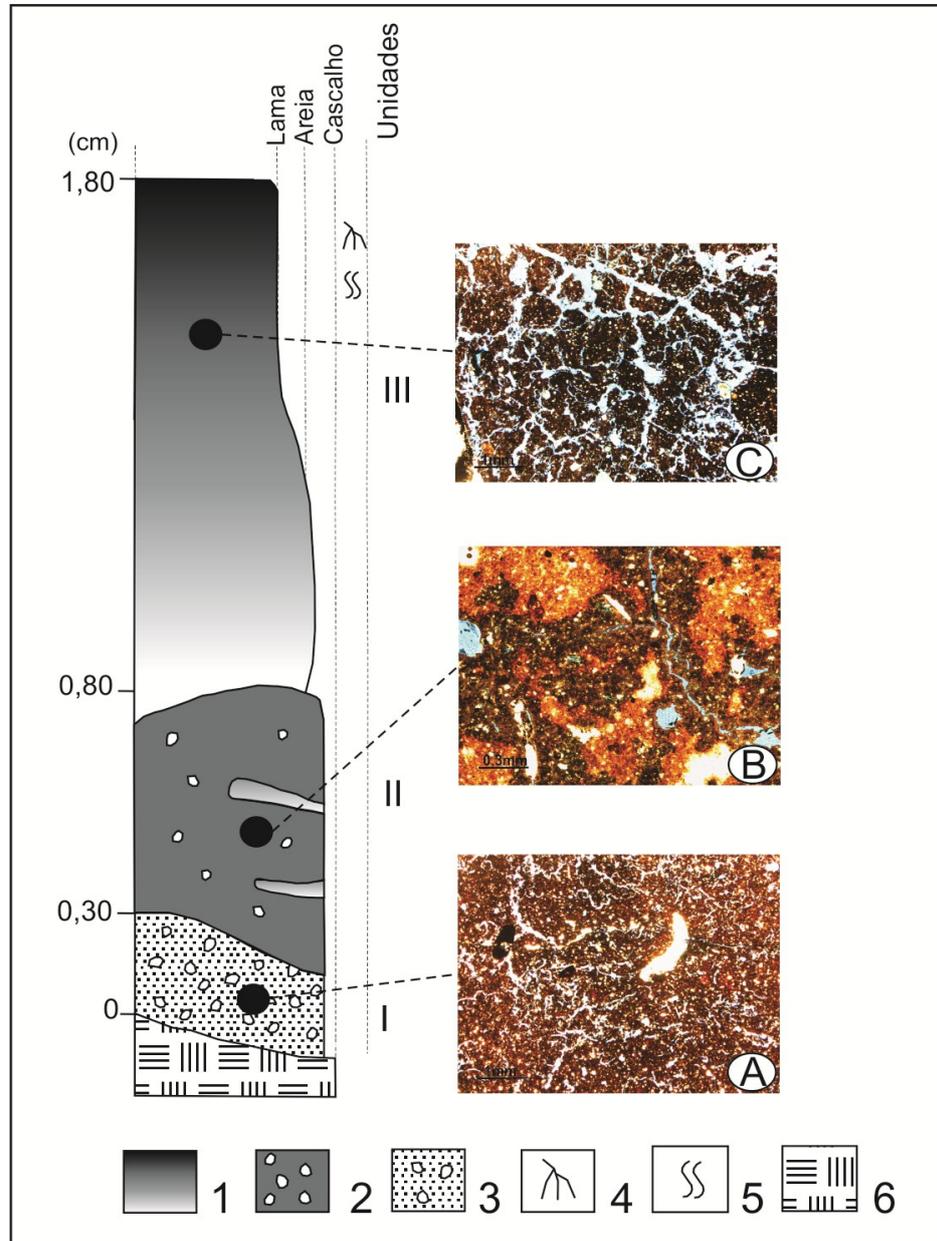


Figura 28 - Imagens das lâminas da seção HS6. 1: neossolo regolítico com horizonte A húmico. 2: lama cascalhenta organo-mineral c/ matriz suportada. 3: lama cascalhenta c/matriz suportada. 4: raízes. 5: bioturbação. 6: riolito: A: porosidade. B: plasma de cor bruno avermelhado e verde. C: plasma com uma concentração maior de MO e poros.

No geral, a lâmina HS6 A2 é parecida com a lâmina HS2 A6, principalmente quanto à composição do plasma, onde ambas apresentam dois materiais de cores similares. Já em relação aos poros, a lâmina HS6 A2 apresenta uma quantidade menor se comparado com a

HS2 A6, pelo fato da HS6 A2, se tratar de um sedimento organo-mineral retrabalhado, por eventos de degradação e posterior agredação.

Analisando a lâmina HS6 A3 da unidade III (Figura 28 C), identificou-se 30% de poros, 20% de esqueleto e 50% de plasma, classificando-a como *porfírica aberta*.

O esqueleto é similar ao identificado nas anteriores, apenas com uma maior concentração de nódulos relíquias do material de origem (Quadro 9). Já o plasma, mostra-se como mátrico, com orientação indeterminada, com pedalidade formando blocos subangulares a microagregados. O plasma mostra-se mais escuro no topo, juntamente com maior porcentagem de poros, indicando ação de processos pedogenéticos, transformando a unidade colúvial.

Unidades/ Amostra	Caract. Sedimenta res <sup>1</sup>	Caract. do material fonte <sup>2</sup>	Transformações pós - deposicionais					
			Pedalida de <sup>3</sup>	Poros <sup>4</sup>	microest rutura <sup>5</sup>	Fundo matricial		
						DRC <sup>6</sup>	Plasma <sup>7</sup>	Caract. da matriz <sup>8</sup>
I HS6 A1	ms, se, sg	mz bv, v, n**	fr	fi***, vc**, c**, ve*	m	pa	m-ag*, er, is*	n <sup>a,b</sup>
II HS6 A2	ms, se, sg	mz be, v, n**	fr	fi***, vc***, ve*	m	pa	m-ag*	hp*, n <sup>a,b</sup>
III HS6 A3	la, se, sg	mz bv, be, n**	m-fo	fi***, vc***, c**	sb	pa	—	n <sup>a,b</sup>

Quadro 9 - Principais características descritas na micromorfologia da seção HS6.

<sup>1</sup> ms = matriz suportada, la = lama arenosa, se = sem estratificação, sg = sem agredação. <sup>2</sup> mz = matriz, bv = bruno avermelhado, ba = bruno amarelado, be = bruno escuro, v = verde, n = nódulos herdados. <sup>3</sup> fo = forte, m = moderada, fr = fraca. <sup>4</sup> c = canais/camaras, fi = fissurais, cv = cavitários, ve = vesículas. <sup>5</sup> sb = blocos subangulares, m = maciça. mi = microagregados. <sup>6</sup> pa = porfírica aberta. <sup>7</sup> m = manchada, ag = argilassépica, er = estriada, is = insépica. <sup>8</sup> sio = segregação de óxidos de ferro (depleção), n = nódulo com impregnação forte<sup>a</sup>, moderada<sup>b</sup>, fraca<sup>c</sup>; hp = hipocutã de poro, hg = hipocutã de grão, qp = quasicutã de poro. \* > 2%, \*\* 2-10%, \*\*\* > 10%

No geral, a micromorfologia das unidades II e III da seção, mais as propriedades macroscópicas, como cor, contato, espessura entre outros, levam a pensar que as unidades II e III faziam parte da mesma sequência coluvial pedogenizada, que foi retrabalhada invertendo seus horizontes pedológicos, depositando primeiro o paleohorizonte A húmico e sobre este o horizonte subsuperficial, que ainda não se pode precisar, podendo ser um horizonte BA ou CA. De todo modo, as características do plasma mátrico com cores bruno avermelhado a verde, são indícios de correlação entre os materiais das unidades II e III com aqueles da unidade I da HS2. Assim, registra-se nesse local tanto o perfil de intemperismo que gerou o material antes do retrabalhamento do colúvio pedogenizado, quanto os processos de movimentos de massa que misturaram seus respectivos paleohorizontes. Difere-se da unidade I da HS2, pelo fato de ter sofrido novo retrabalhamento gerando uma inversão dos horizontes pedológicos estabelecidos sobre a unidade coluvial precedente.

#### 5.2.3.2 – Seção estratigráfica HS5

Para seção HS5 foram confeccionadas seis lâminas delgadas (Figura 29), porém devido a alguns problemas na confecção das mesmas, uma não foi passível de ser analisada, a HS5 A2.

Na lâmina HS5 A1 da unidade I extraída do horizonte Cb (Figura 29 A) a DRC mostra-se como *porfírica aberta*, com 25% de poros, 10% de esqueleto e 65% de plasma. No esqueleto como verificado nas lâminas das outras seções, há o predomínio de quartzo e calcedônia, ambos angulosos. Nódulos relíquias e litorrelíquias aparecem em pouca quantidade, menos de 2%.

O plasma mostra-se mátrico, com orientação manchada a estriada, do tipo argilassépica a insépica. Apresenta coloração de bruno amarelado tendendo a bruno escuro no topo, indicando maior concentração de MO nesse local (Figura 29 A).

Na lâmina HS5 A3 correspondente ao horizonte ACb, da unidade II, são verificados 20% de poros, 15% de esqueleto e 65% de plasma, classificada como *porfírica aberta*. Já o esqueleto possui a mesma composição que a anterior (Quadro 10), porém o plasma difere-se principalmente por apresentar a concentração maior de plasma verde com forte impregnação de MO (Figura 29 B). Esta impregnação indica se tratar de um colúvio pedogenizado.

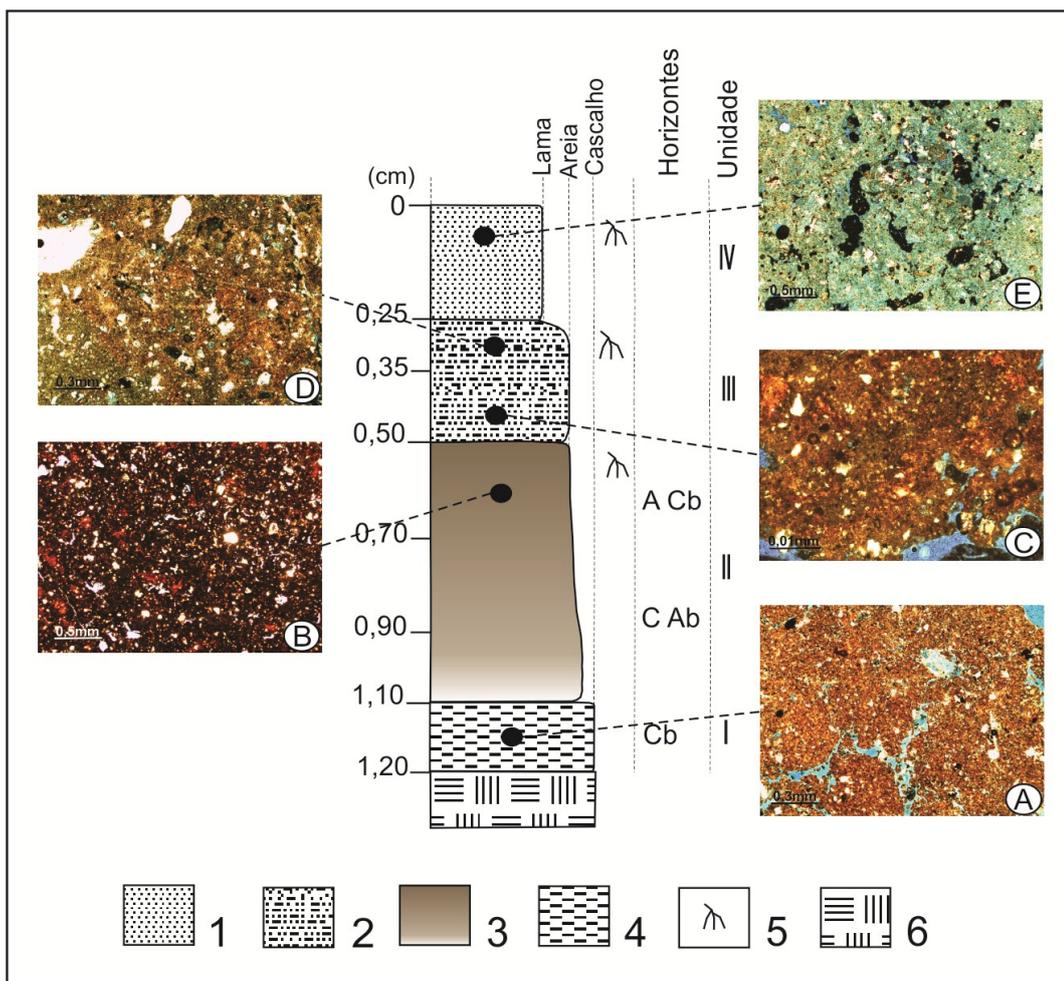


Figura 29 - Imagens das lâminas da seção HS5. 1: lama. 2: lama arenosa. 3: colúvio pedogenizado. 4: alterita. 5: raízes. 6: riolito. A: plasma. B: plasma com impregnação de MO. C e D: presença de dois plasma. E: matriz impregnada pela coloração azul.

Nas lâminas HS5 A4, A5, ambas da unidade III (Figura 29 C e D), as características identificadas são similares, com aproximadamente 15% de poros, 18% de esqueleto e 65% de plasma, classificando-as como *porfírica aberta*. O esqueleto é formado basicamente por quartzo, calcedônia e alguns nódulos relíquias do material fonte.

O plasma mostra-se como mátrico, com sutil orientação manchada do tipo argilassépica. Nas duas lâminas é verificada a presença de dois plasmas, de coloração bruno avermelhado e outro verde, com predominância do verde. (Figura 29 C e D). Localmente há remobilização do ferro formando hipocutã na base da unidade, devido à migração da água durante o processo de sedimentação (Quadro 10).

Já na lâmina HS5 A6 da unidade IV, observou-se características principalmente com relação aos poros e esqueleto muito similar as lâminas A4 e A5. Porém o plasma difere-se

destas por mostrar-se com a matriz impregnada pela pigmentação de cor azul, dificultando uma análise mais detalhada da lâmina (Figura 29 E).

Assim, tanto a lâmina A4 quanto a A5 e a A6, apresentam quantidade reduzida de poros e matriz constituída principalmente por plasma verde, indicando se tratar de unidades colúvias cujo material não foi submetido a processos pedogenéticos intensos de modo a formar horizontes.

Unidades/ Amostra	Caract. Sedimenta res <sup>1</sup>	Caract. do material fonte <sup>2</sup>	Transformações pós - deposicionais					
			Pedalida e <sup>3</sup>	Poros <sup>4</sup>	microest rutura <sup>5</sup>	Fundo matricial		
						DRC <sup>6</sup>	Plasma <sup>7</sup>	Caract. da matriz <sup>8</sup>
I HS5 A1	ms, se, sg	mz ba, be, n*	fr	fí***, vc**, c**, ve*	m	pa	m-ag*, er, is*	n <sup>b,c</sup>
II HS5 A3	se, sg	mz ba, v, n**	fr-m	fí***, vc***, c*	m	pa	m-ag*	n <sup>a,b</sup>
III HS5 A4	la, se, sg	mz bv, v, n**	fr	fí***, vc***, c**	m	pa	m-ag*	hp*, n <sup>a,b</sup>
III HS5 A5	la, se, sg	mz bv, v, n**	fr	fí***, vc***, c**	m	pa	m-ag*	pv*, n <sup>a,b</sup>

Quadro 10 - Principais características descritas na micromorfologia da seção HS5.

<sup>1</sup> ms = matriz suportada, la = lama arenosa, se = sem estratificação, sg = sem agração. <sup>2</sup> mz = matriz, bv = bruno avermelhado, ba = bruno amarelado, be = bruno escuro, v = verde, n = nódulos herdados. <sup>3</sup> fo = forte, m = moderada, fr = fraca. <sup>4</sup> c = canais/camaras, fí = fissurais, cv = cavitários, ve = vesículas. <sup>5</sup> sb = blocos subangulares, m = maciça. mi = microagregados. <sup>6</sup> pa = porfírica aberta. <sup>7</sup> m = manchada, ag = argilassépica, er = estriada, is = insépica. <sup>8</sup> sio = segregação de óxidos de ferro (depleção), n = nódulo com impregnação forte<sup>a</sup>, moderada<sup>b</sup>, fraca<sup>c</sup>; hp = hipocutã de poro, hg = hipocutã de grão, qp = quasicutã de poro. \* > 2%, \*\* 2-10%, \*\*\* > 10%.

De modo geral, a descrição micromorfológica, trouxe informações importantes para o esclarecimento de dúvidas sobre unidades colúvias e colúvios pedogenizados, com formação

de horizontes. Assim, para seção HS2, a micromorfologia, reforçou a idéia da formação de horizontes ACb, CAb e Cb na unidade I, e ainda contribuiu para comprovação que, de fato, a unidade V não é colúvio pedogenizado e sim um sedimento organo-mineral. Para seção HS6, as descrições comprovaram a hipótese de que houve uma inversão de horizontes no local, propiciando uma pré-correlação entre as fases de intemperismo e coluvionamento dos materiais das unidades I e II, respectivamente, das seções HS2 e HS6.

Já para seção HS5, as descrições foram importantes, pois revelaram que o material descrito macroscopicamente como um Cambissolo húmico, na realidade correspondem a unidades coluviais, uma delas pedogenizada.

#### 5.2.4 – Cronologia e Correlação com Eventos Paleoclimáticos Globais

Para obtenção das idades dos registros estratigráficos verificados nas seções estudadas, duas amostras foram submetidas à datação pelo método do  $^{14}\text{C}$ . Uma da unidade I da seção HS2 e outra da unidade II da seção HS6. Igualmente utilizou-se quatro datações da seção HS1 estabelecidas por Paisani *et al.*, (submetido a, b), apresentadas na quadro 11.

Identificação das Amostras	Número do Laboratório	Idade (anos $^{14}\text{C}$ A.P.)	Idade (anos cal. $^{14}\text{C}$ A.P.)	$^{13}\text{C}$ (‰)
HS1 UP2	BETA 282539	830 $\pm$ 40*	800 - 680	-14,7
HS1 IV	BETA 282540	11.420 $\pm$ 50*	13.350 – 13.210	-19,2
HS1 UP1	BETA 280539	41.160 $\pm$ 480*	-	- 16,8
HS1 A2	CAIS 8874	29.050 $\pm$ 80*	-	- 17,4
Turfa HS2 J2 A1	CEN 1167	30.600 $\pm$ 750 - 650	33526 - 36613	-16,58
Turfa HS6 A1	CEN 1168	24.850 $\pm$ 670 - 620	28378 - 30938	-18,40

Quadro 11 – Resultados das idades pelo  $^{14}\text{C}$  (\*extraídas de Paisani *et al.*, (submetido a,b)).

As idades obtidas para o registro estratigráfico das seções HS1, HS2 e HS6 variaram de 41.160 $\pm$ 480 a 830 $\pm$ 40 AP. Os paleoneossolos flúvicos das seções HS1 e HS2 e o sedimento organo-mineral ou colúvio de paleohorizonte A, da HS6 foram priorizados nas seções e revelaram idades de 41.160 $\pm$ 480 a 24.850 $\pm$ 670-620. Essas idades mostram que o acúmulo de matéria orgânica associado ao estabelecimento dos paleohorizontes A húmicos ocorreu tanto no ambiente de encosta, quanto nos fundos de vales de 1ª e 2ª ordem, durante

um regime climático bem documentado em escala global, o Estágio Isotópico Marinho 3 (EIM 3). Tal intervalo de tempo é caracterizado por um período interestadial entre 58.000 e 25.000 anos AP (Figura 31), no Pleistoceno Superior. Este período aponta intensas flutuações climáticas e uma tendência de aquecimento na temperatura do Atlântico Sul, dentro do Último Glacial. A idade de  $24.850 \pm 670-620$  do sedimento organo-mineral (paleohorizonte A húmico), mostra que as condições paleoambientais favoreceram a pedogênese até o início do Estágio Isotópico Marinho 2 (EIM 2), nas encostas do sistema hidrográfico do rio Chapecozinho (SC).

A idade de  $11.420 \pm 50$  obtida em pedorrelíquias de horizonte A húmico, encontradas na seção HS1 (Figura 30), leva a pensar, até o momento que nas encostas do sistema hidrográfico do rio Chopinzinho (PR) a pedogênese manteve-se ativa durante o EIM 2, globalmente reconhecido como Último Máximo Glacial (UMG) (Figura 31). Essa idade permite entender que os canais de 2ª ordem seccionaram os paleossolos durante o EIM 2, e que os coluvionamentos responsáveis pela colmatação desses paleocanais foram gerados na transição do EIM 2/ 1 ou no início do EIM 1, como já apontado por Paisani *et al.*, (submetido a).

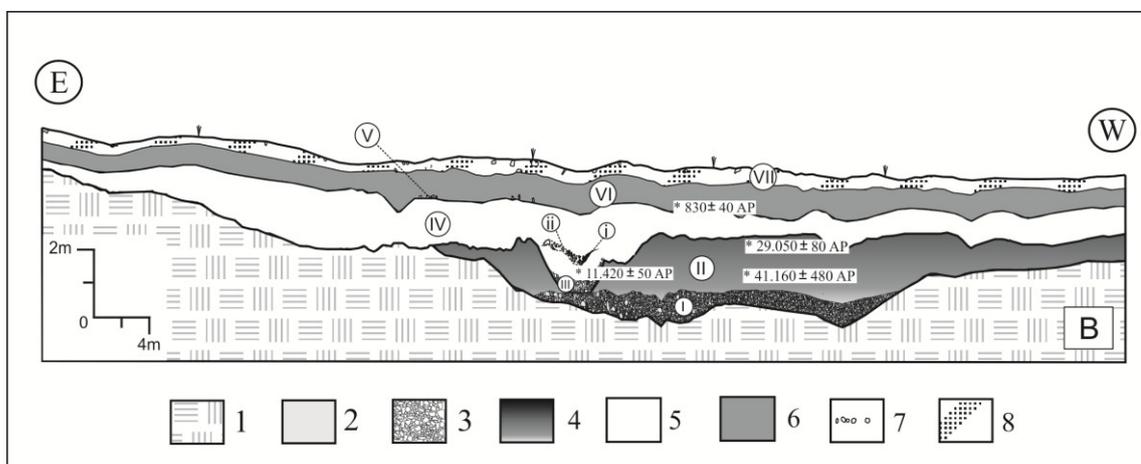


Figura 30 - Representação esquemática da seção estratigráfica HS1, com individualização e denominação das unidades por algarismos romanos da base para o topo. Nota-se paleossolo (unidade II) truncado por canal colmatado (unidades III e IV). 1: riolito. 2: fácies intemperizada. 3: aluvial cascalho lamoso maciço com clastos suportados. 4: colúvio-aluvial lama maciça pedogenizada com horizonte hidromórfico. 5: coluvial lama maciça. 6: colúvio lama maciça pedogenizada. 7: colúvio retrabalhado cascalho lamoso maciço com matriz suportada disposto como linha de pedras descontínua. 8: tecnogênico lama cascalhenta maciça com matriz suportada. 9: canal intermitente. I, II, III ...: unidades litoestratigráficas. i: lama maciça. ii: cascalho lamoso maciço com matriz suportada. (adaptada de Paisani *et al.*, submetido b).

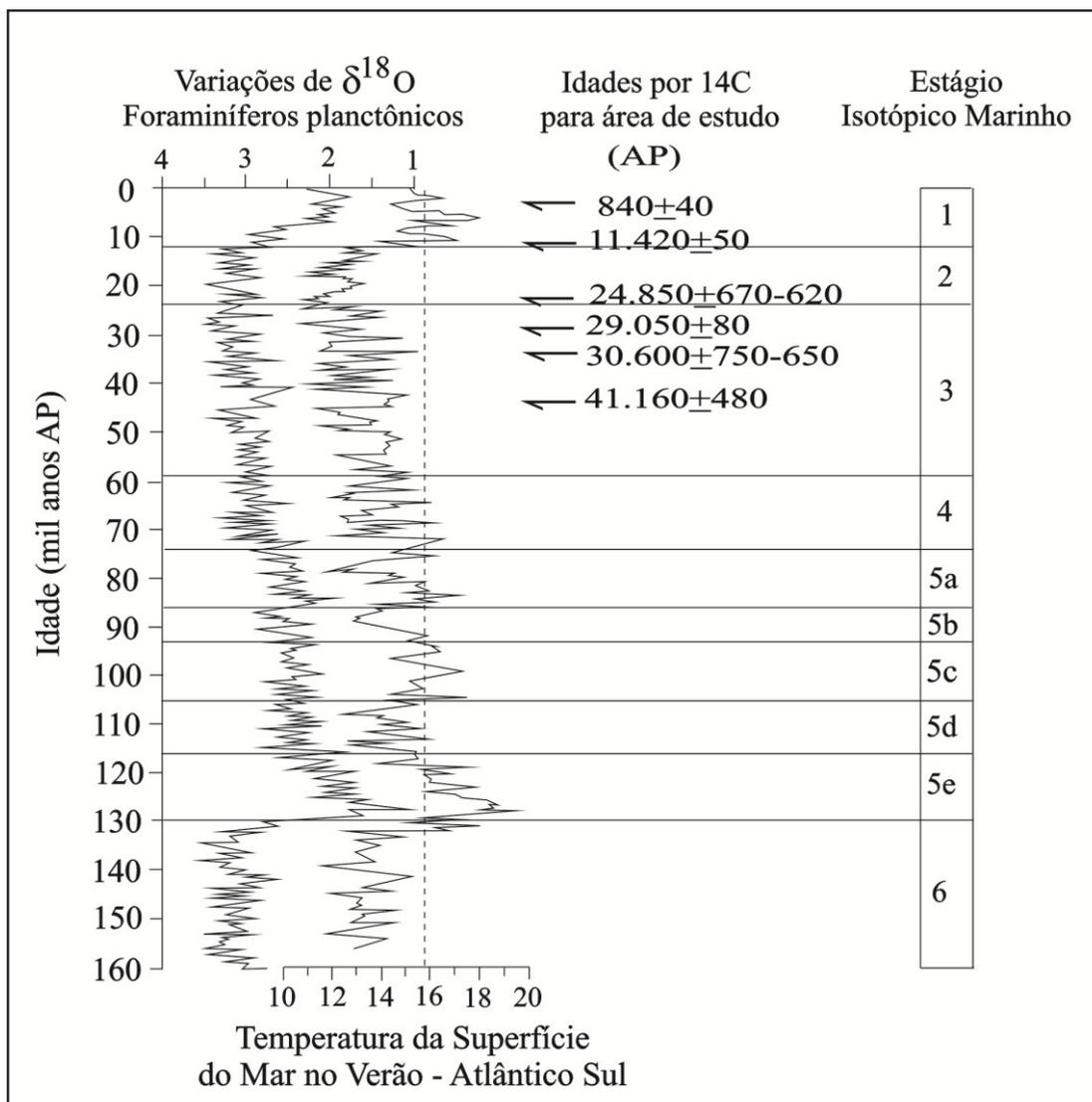


Figura 31 - Comparação das idades do registro estratigráfico da área de estudo com os Estágios Isotópicos Marinhos calibrados para o Atlântico Sul (adaptado de Paisani, 2006).

Tal período foi identificado nas seções através das características da unidade I da seção HS2, juntamente com características da unidade II da HS1, as quais indicam que os depósitos de colúvios foram gerados principalmente por degradação nas encostas, e posterior agradação de locais com menor gradiente, colmatando canais de 2º ordem. Pelas características verificadas nas unidades tanto da HS1 quanto da HS2, indicam que possivelmente as condições ambientais eram relativamente úmidas, favorecendo o desenvolvimento da pedogênese (estabilidade), formando neossolos flúvicos nos fundos de vales de 2ª ordem, como sugerido por Paisani *et al.*, (submetido a). Estes apontaram para o

fato dos processos erosivos terem remobilizado os horizontes A das encostas durante o EIM 2, sugerindo que os paleossolos flúvicos, desenvolvidos no EIM3, se mantiveram ativos durante o curso do EIM 2.

Após este período de estabilidade ambiental, a morfogênese se torna mais expressiva, com formação de depósitos de colúvios pouco espessos, gerados principalmente por movimentos de massa e escoamento superficial. Fato também verificado em pesquisas na Região de Bananal (SP) (MOURA *et al.*, 1991), e no Planalto Norte Catarinense (OLIVEIRA *et al.*, 2006), apontando para um evento de ocorrência regional.

A partir EIM 1, inicia uma melhoria climática global (SUGUIO, 1999). Neste período era de se esperar que a estabilidade ambiental fosse mais frequente, se comparado com as clássicas idéias de que nos períodos interglaciais a pedogênese seria mais expressiva, porém, registra-se uma fase de intensa morfogênese por movimentos de massa, como constatado na HS1 (PAISANI *et al.*, submetido a).

#### **5.2.5 - Correlação Estratigráfica Informal**

A correlação estratigráfica consiste na identificação da correspondência entre o registro estratigráfico das seções estudadas, objetivando uma visão estratigráfica regional dos acontecimentos morfogenéticos e pedogenéticos verificados nas seções (MENDES, 1984).

Para realização da correlação informal entre as seções, buscou-se verificar se os registros estratigráficos das seções HS1, pesquisada por Paisani *et al.*, (submetido) e aquelas da HS2, ambas situadas em fundos de paleovales de 2ª ordem, juntamente com a informações da HS3, localizada na encosta do paleovale da HS2, exibem correlação. A eventual correlação permite compreender a extensão dos fatos verificados em duas situações diferentes, centro e paleofundo de vale, no caso HS1 e HS2, e sopé de encosta contígua, aqui representada pela HS3, em relação a HS2. Também, buscou-se correlacionar os registros verificados nas seções HS1 e HS2 com as demais seções pesquisadas, sendo as seções HS4 e HS6 paleofundos de vales de 1ª ordem e a HS5 atual topo da encosta.

Através dos dados cronológicos do quadro 11, e baseados nas propriedades lito, pedo e aloestratigráfica (descontinuidades) das sequências, foi realizado correlações informais entre os registros identificados nas seções.

Considerando que a HS1 exibe o maior número de datações do registro estratigráfico da localidade de Horizonte, inicialmente buscou-se verificar correlação entre seu registro e o registro da HS2, seção guia do presente estudo. As seções ocupam paleovales de 2ª ordem, a HS1 em situação geomórfica próxima ao divisor de águas regional e a HS2 em interflúvio no alto vale do rio Chopinzinho.

Conforme Paisani *et al.*, (submetido a) a HS1 exibe sete unidades litoestratigráficas, dividida em três sequências: inferior, composta pelas unidades I e II, intermediária, com a unidade III e superior, formada pelas unidades IV a VII.

A seção HS2 como mencionada, também exibe três sequências: inferior, intermediária e superior, baseados nas descontinuidades verificadas na seção. A sequência inferior é composta por uma unidade coluvial (unidade I), pedogenizada com desenvolvimento de neossolo flúvico com horizontes Ab, ACb e Cgb. Este coluvionamento que gerou a unidade I entulhou o eixo de drenagem existente local, o qual ao passar do tempo foi se reinstalando novamente sobre a unidade I, removendo localmente os horizontes Ab e ACb de seu leito.

Tal unidade foi datada em 30.600 anos AP (Figura 32), revelando que anterior a este período, houve fase de morfogênese com deposição de camadas de colúvio-alúvio, colmatando canais de drenagem de baixa ordem hierárquica, bem como camadas de colúvios, os quais, em um período mais estável foram sofrendo ações de processos pedogenéticos, formando paleohorizonte A ou neossolos flúvicos de idades compatíveis com o Pleistoceno Superior, tanto na HS2, quanto na HS1. Datações com idades de 41.160 anos AP e 29.050 anos AP (Figura 32) reforçam esta correlação.

A sequência intermediária da HS2, revelou várias unidades coluviais (unidades II, III, IV e V) delgadas, em formato de lentes descontínuas lateralmente, originadas possivelmente em um período de chuvas concentradas gerando fluxos densos nas encostas, talvez corridas de terra. Esta sequência por vezes não chegou a entulhar o paleocanal, concentrando-se na porção noroeste da seção. Já na seção HS1 não se verifica tal registro, apenas um depósito aluvial, assentado sobre o talvegue de uma re-incisão do paleocanal (PAISANI, *et al.*, submetido a).

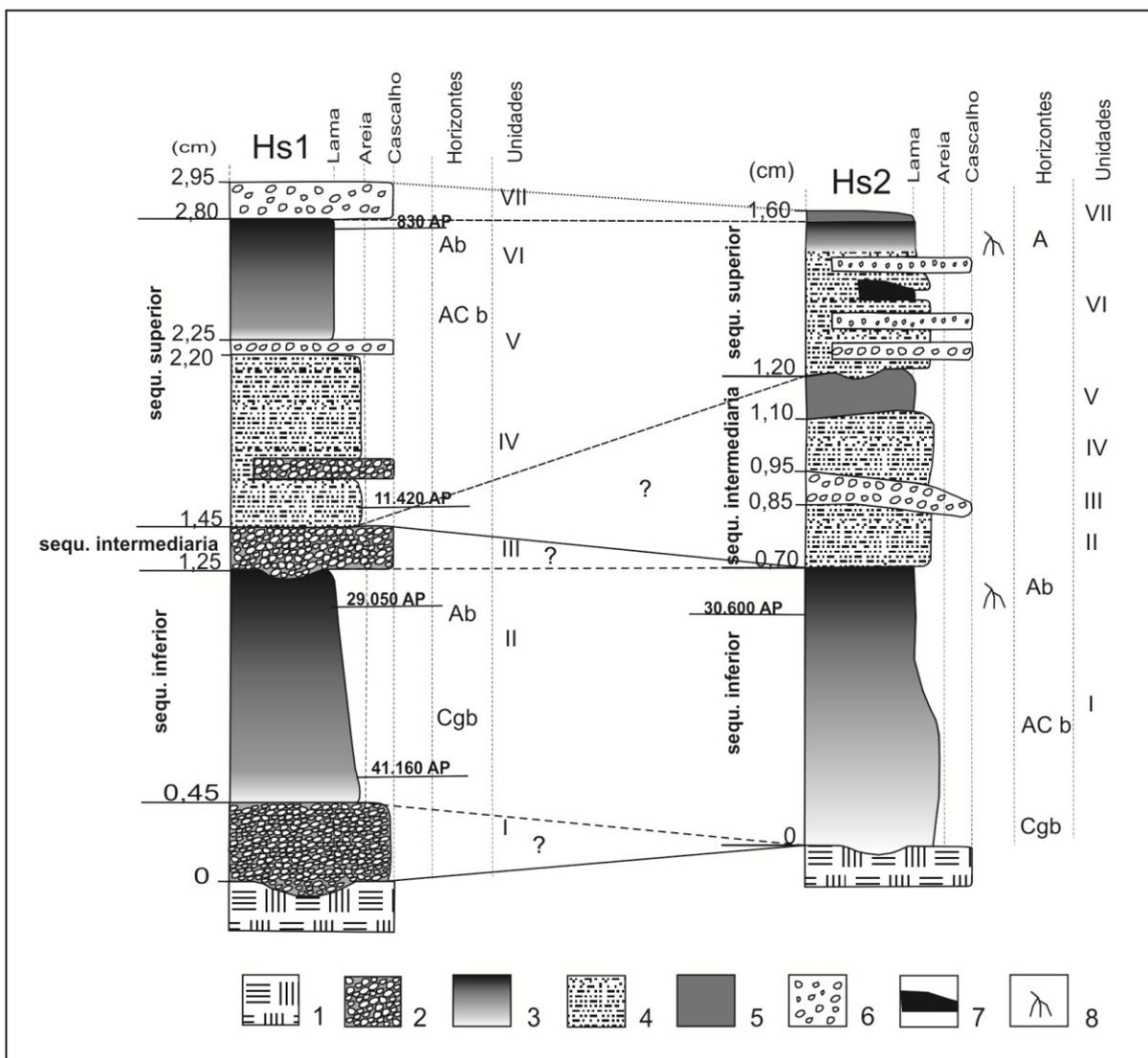


Figura 32 – Correlação estratigráfica informal entre as seções HS1 e HS2. 1: riolito. 2: cascalho lamoso. 3: neossolo regolítico e flúvico com horizonte A húmico. 4: lama arenosa. 5: organo-mineral. 6: cascalho com matriz suportada. 7: pedorelíquia de horizonte A. 8: raízes.

No geral, os registros verificados tanto na HS1, quanto na HS2, apresentam similaridades e diferenças. Deste modo, a HS1 apresenta um conglomerado aluvial (unidade I) mais antigo que 41.000 anos AP, não verificado na HS2, levando a considerar que o paleocanal da HS1 exercia mais energia, que o da HS2.

Já o período de pedogênese com desenvolvimento de neossolo flúvico foi registrado tanto na HS1, quanto na HS2, sugerindo mudança de regime hídrico dos paleofundos de vales, tendendo para colmatação no EIM 3. A nova incisão do paleocanal na HS1, após o EIM 3 (< 25.000 anos AP), não foi registrada na HS2 após estabelecimento da sequência intermediária (camadas II a V). Enquanto que o canal da HS1 exibia conglomerado mostrando

regime hídrico de alta energia o mesmo não se verifica na HS2. Assim a sequência intermediária de ambas as seções apresentam registros distintos, não passíveis de correlação (Figura 32).

Na sequência superior, verifica-se que a colmatção dos paleocanais estabelecida em ambas as seções durante o EIM 2 e 1, foi mais pronunciada na HS1, pois exibe cerca de 1,35 m de unidades colúvias, enquanto que a HS2 exibe em média 0,40 m de espessura. Assim as propriedades da HS1 sugerem o estabelecimento de três unidades (IV, V e VI), e apenas uma unidade na HS2 (VI), porém correlatas entre si (Figura 32).

O último evento de pedogênese, datado de  $830 \pm 40$  AP na HS1, também foi verificado na HS2. Sobre o produto da pedogênese foi verificado em ambas as seções a ação antrópica, com o estabelecimento da unidade VII na HS1 e também VII na HS2 (Figura 32).

Na correlação dos registros da seção HS2, com os identificados na HS3, pode-se verificar que o paleossolo flúvico da seção HS2 apresenta características texturais e pedológicas superficialmente similar ao da sequência inferior da HS3. Enquanto que na HS2 a espessura maior do colúvio permitiu o desenvolvimento de horizontes Ab, ACb e Cgb, o mesmo não se verifica para a HS3, onde se desenvolveu apenas um horizonte Ab em contato abrupto com o substrato (Figura 33).

Já na sequência intermediária, gerada no EIM 2, verifica-se na seção HS2 várias unidades colúvias delgadas, em formato de lentes descontínuas lateralmente, gerados possivelmente em um período de chuvas concentradas formando fluxos densos nas encostas, enquanto que na HS3 verifica-se duas unidades (II e III) mais homogêneas, dificultando correlação confiável.

Correlacionando-se a sequência superior (EIM 1) da HS3, com a HS2, percebe-se diferenças na espessura, mais espessa na HS3, com formação de horizontes de solos A, AC e C, sem presenças de lentes de cascalhos, talvez pelo fato desta se encontrar na encosta e não em um fundo de canal (Figura 33).

Apesar da seção HS3, apresentar uma configuração de rampa de colúvio e não ter datações de suas unidades, ela localiza-se muito próxima a HS2, assim, provavelmente os eventos ocorridos na HS2 sejam os mesmos que configuraram a HS3.

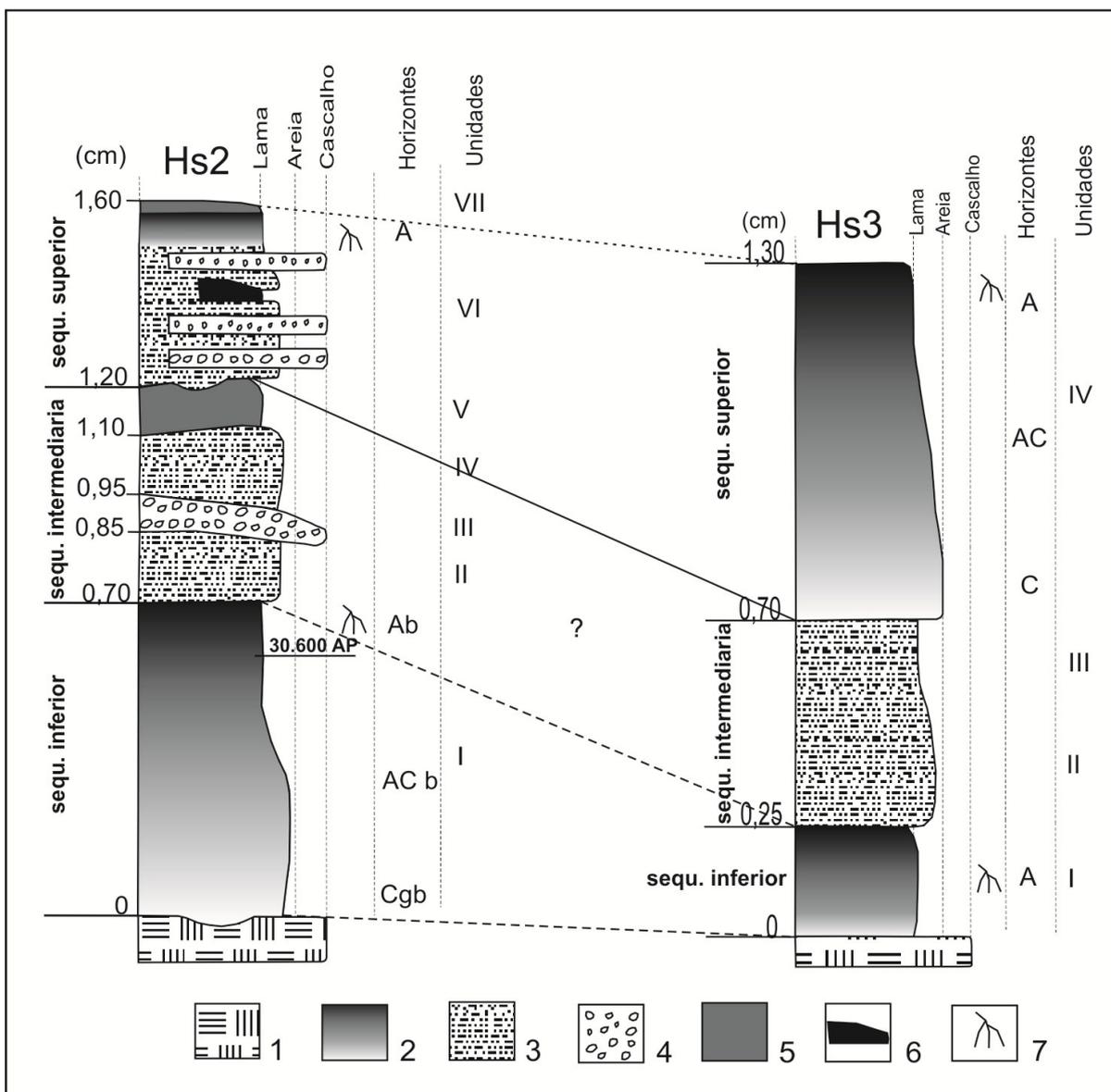


Figura 33 – Correlação estratigráfica informal entre as seções HS2 e HS3. 1: riolito. 2: neossolo regolítico e flúvico com horizonte A húmico. 3: lama arenosa. 4: cascalho com matriz suportada. 5: organo-mineral. 6: pedoreliquia de horizonte A. 7: raízes.

A seção HS6, por sua vez apresenta características passíveis de correlação com a sequência intermediária e superior da seção HS1. Datação do sedimento organo-mineral da unidade II da seção, revelou idade de  $24.850 \pm 670-620$  AP, indicando que neste período, a unidade era um horizonte A na encosta. Assim, a unidade I da seção seria mais jovem que a unidade II e estaria associada à colmatção da rede de drenagem, que pelos registros verificados nas seções HS1 e HS2, ocorreram nos EIM 2 e 1. Assim a unidade I da HS6, possivelmente fosse um canal de 1ª ordem funcional no EIM 2. Com a passagem do EIM 2 para o EIM 1, as intensas fases de morfogênese, atingiram as encostas do sistema hidrográfico

do rio Chopinzinho tanto quanto do rio Chapecózinho, colmatando tanto canais de 2ª como de 1ª ordem de ambos os sistemas, apontando para um evento regional. Deste modo, a unidade I da HS6, por apresentar sedimentos aluviais de preenchimento de canal de 1ª ordem, seria correlata com a unidade III da HS1, na qual também foram verificados sedimentos aluviais de preenchimento de canal de 2ª ordem. Porém na HS1 verificou-se preenchimento por conglomerado, indicando um regime hídrico de alta energia, enquanto que a HS6 exibe um preenchimento menos denso, mais típico de paleocanal de 1ª ordem de baixa energia (Figura 34).

No geral, a seção HS6 registra dois momentos importantes, primeiramente degradação nas encostas e agradação de canal de 1ª ordem, formando a unidade I. Sobre esta a deposição de um colúvio de paleohorizonte A (unidade II), recoberto por um colúvio de horizonte B (unidade III), revelando na seção uma inversão de horizontes, fato não verificado na HS1. Porém esta inversão de horizontes identificada na HS6 estaria associada às fases de morfogênese ocorrentes nos EIM 2 e 1, correlata com o espesso coluvionamento que gerou as unidades IV, V e VI na HS1 e ao último evento de pedogênese, datado de 830±40 AP na HS1 (Figura 34).

Deste modo, os registros estratigráficos da sequência intermediária e superior, identificados tanto na HS6, quanto na HS2 e HS1, indicam que neste período a morfogênese foi mais intensa que a pedogênese, colmatando tanto canais de 2ª como de 1ª ordem, diferenciando-os apenas pela intensidade dos fluxos, mais intensos nos canais de 2ª e menos intensos nos de 1ª ordem.

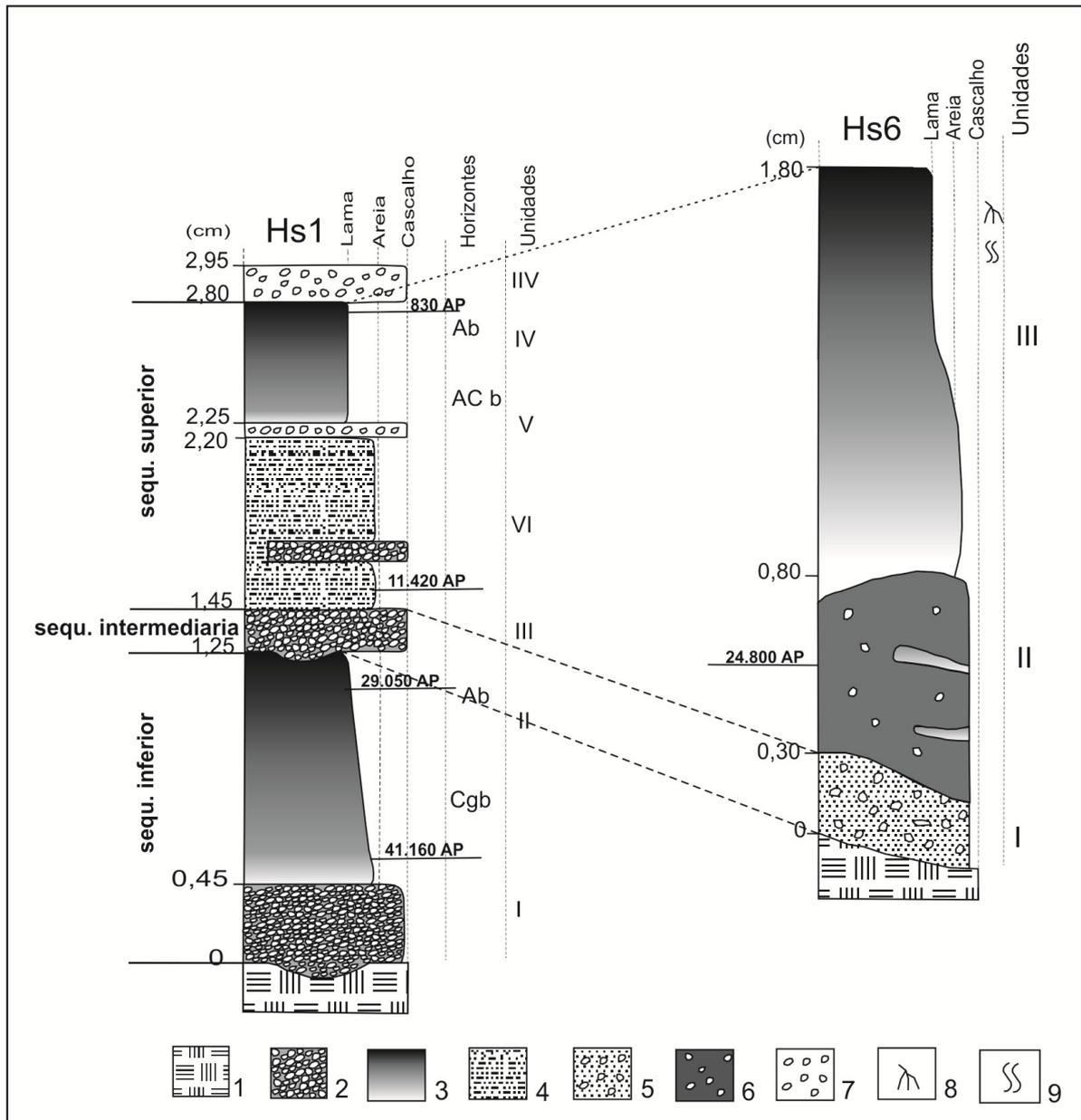


Figura 34 – Correlação estratigráfica informal entre as seções HS1 e HS6. 1: riolito. 2: cascalho lamoso. 3: neossolo regolítico e flúvico com horizonte A húmico. 4: lama arenosa. 5: lama cascalhenta. 6: organo-mineral cascalhento. 7: cascalho com matriz suportada. 8: raízes. 9: bioturbação.

A seção HS4 localiza-se em ambiente de rampa de colúvio que atualmente preserva a morfologia. Nesta seção também foram verificados a colmatação de um canal de 1ª ordem, por mistura de sedimentos colúvio – aluviais, porém com uma origem mais recente, ligada as intensas fases de morfogênese do EIM 2 e 1, não registrando sedimentos mais antigos.

Assim, o coluvionamento que gerou as unidades I a IV na HS4, possivelmente seja correlato as unidades III, IV e V da seção HS1 (Figura 35), tomando-se por base as

correlações entre a HS1 e a HS6. Porém a HS4 difere-se da HS1, por não apresentar fase de pedogênese, como verificado na unidade VI da HS1, datado de 830 $\pm$ 40 AP, apenas uma mudança nos processos morfogenéticos de movimento de massa para escoamento superficial gerando a unidade V composta por um sedimento organo-mineral (Figura 35).

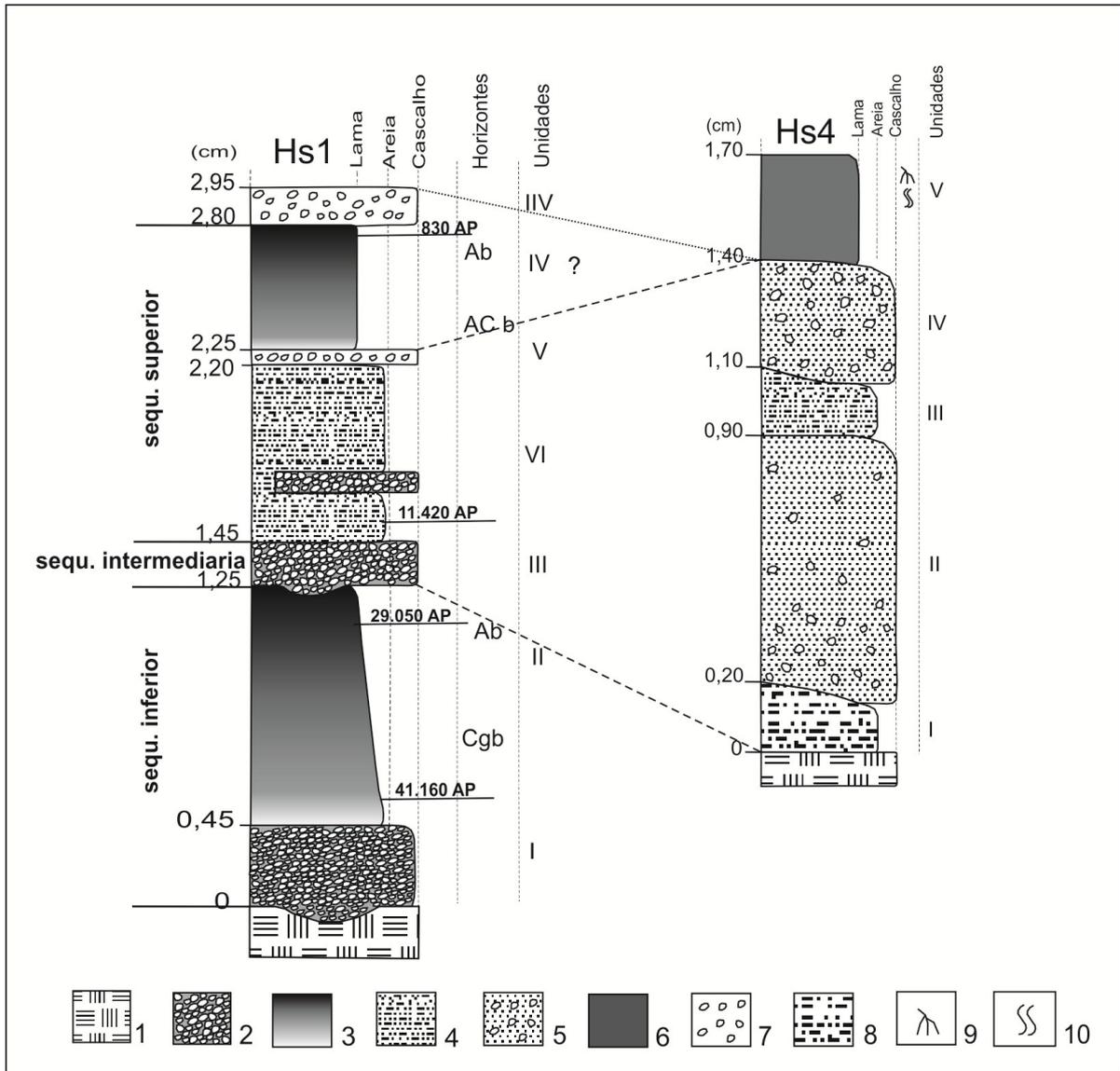


Figura 35 - Correlação estratigráfica informal entre as seções HS1 e HS4. 1: riolito. 2: cascalho lamoso. 3: neossolo regolítico e flúvico com horizonte A húmico. 4: lama arenosa. 5: lama cascalhenta. 6: organo-mineral. 7: cascalho com matriz suportada. 8: areia lamosa. 9: raízes. 10: bioturbação.

Na seção HS5, localizada em uma encosta, próxima a HS6, os registros mostram individualidades se comparado com as demais seções, apresentando colúvios e colúvio pedogenizado.

Pelo fato da seção localizar-se na encosta próxima a HS6, acredita-se que a unidade II da HS5, tenha dado origem a unidade II da HS6, onde possivelmente processos morfogenéticos de movimentos de massa de elevada magnitude tenha deslocado, primeiramente o horizonte A, e em seguida o B da unidade II da HS5, depositado no fundo do paleovale de 1ª ordem, formando as unidades II e III na seção HS6. As unidades III e IV da HS5, evidenciam um coluvionamento mais recente, possivelmente ligada a fase morfogenética do EIM 1. Assim, a seção HS5 possivelmente apresente registros mais antigos que os verificados na seção HS6. Porém isto se aplica apenas como uma hipótese, pois não foi possível a realização de datações que a comprove.

### **5.2.6 – Evolução da paisagem da área de estudo a partir do EIM3**

Os registros estratigráficos verificados na área de estudo, revelam que de 41.000 anos AP há 25.000 anos AP, correspondente ao EIM 3 (Pleistoceno Superior) a atuação da pedogênese foi mais expressiva que a morfogênese, com períodos de estabilidade, formando neossolos flúvicos com horizonte A húmico tanto nas encostas, quanto nos fundos de vales de 2ª ordem. Tal fato foi verificado nas seções estudadas, principalmente HS1 e HS2, as quais apresentavam neste período canais de drenagem de 2ª ordem, de fluxos perenes. Estes canais por vezes, foram colmatados entre 41.000 e 25.000 anos AP, provavelmente por mudanças nas condições ambientais. Após a colmatção dos canais, a paisagem segue um período de estabilidade ambiental, com desenvolvimento de neossolos com horizonte A húmico. Registros de mudanças climáticas globais e hemisféricas sugerem que neste período a região Sul do Brasil, apresentava temperaturas médias inferiores que as atuais, onde as condições ambientais, possivelmente apresentasse clima mais quente e seco no início da deposição, mudando para mais frio e úmido no final, contribuindo para o desenvolvimento da pedogênese e formação de neossolos (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Fases de coluvionamento e pedogênese neste período, também foram registradas no Segundo Planalto Paranaense (CAMARGO, 2005).

De 25.000 anos AP há 11.000 anos AP (EIM 2) são registradas tanto fases de morfogênese, quanto a manutenção da pedogênese do EIM 3. A manutenção da pedogênese foi verificada na seção HS1, talvez pelo fato desta se encontrar no divisor regional, se mantendo mais estável que os interflúvios (Figura 37). Já na seção HS2, a manutenção da pedogênese do EIM 3 não se manteve, possivelmente por estar inserida no interflúvio, onde a morfogênese foi mais significativa, formando unidades colúvias. No geral, as seções estudadas, apresentam neste período, a formação de unidades colúvias e colúvio-alúvias, com colmatação de canais de 1ª e 2ª ordem, ocasionados principalmente por intensa degradação nas encostas, e posterior agradação dos fundos dos vales, interferindo tanto no sistema hidrográfico do rio Chopinzinho (PR), quanto do rio Chapecózinho (SC).

Após 11.000 anos AP, no EIM 1 (Holoceno), a paisagem da área de estudo continua sendo influenciada por processos morfogenéticos, principalmente movimentos de massa e escoamento superficial. O produto desses processos contribui para colmatação de paleofundo de vale e formação de unidades colúvias, mais ou menos espessas, dependendo de onde está inserida a seção. Posterior ao período de intensa morfogênese (instabilidade), possivelmente após 1.000 anos AP, correspondendo ao último milênio o ambiente local entra em equilíbrio (estabilidade) com atuação da pedogênese, formando Neossolos regolíticos com horizonte A húmico (PAISANI *et al.*, submetido a). Já Lima (2010) verificou que no Estado de Santa Catarina esta formação de Neossolos, teria se intensificado por volta de 3.800 anos AP, quando o clima se tornava mais úmido e mais quente, sugerindo que as ações pedogenéticas possuem âmbito regional, com pequenas variações nas idades.

De modo geral, a paisagem da área de estudo de 41.000 anos AP a atualidade, teria sua gênese e evolução ligada a fases alternadas de estabilidade/instabilidade, melhor exemplificado na figura 37. De fato, os registros estratigráficos evidenciados na área de estudo podem ser correlatos com registros estratigráficos identificados no Segundo Planalto Paranaense, na região de Santa Catarina e em setores da região sudeste do país, sugerindo que as fases de estabilidade/instabilidade possuem um sinal regional, com pequenas variações, específico de cada local (OLIVEIRA *et al.*, 2006; CAMARGO, 2005; LIMA, 2010; PAISANI *et al.*, Submetido a e b).

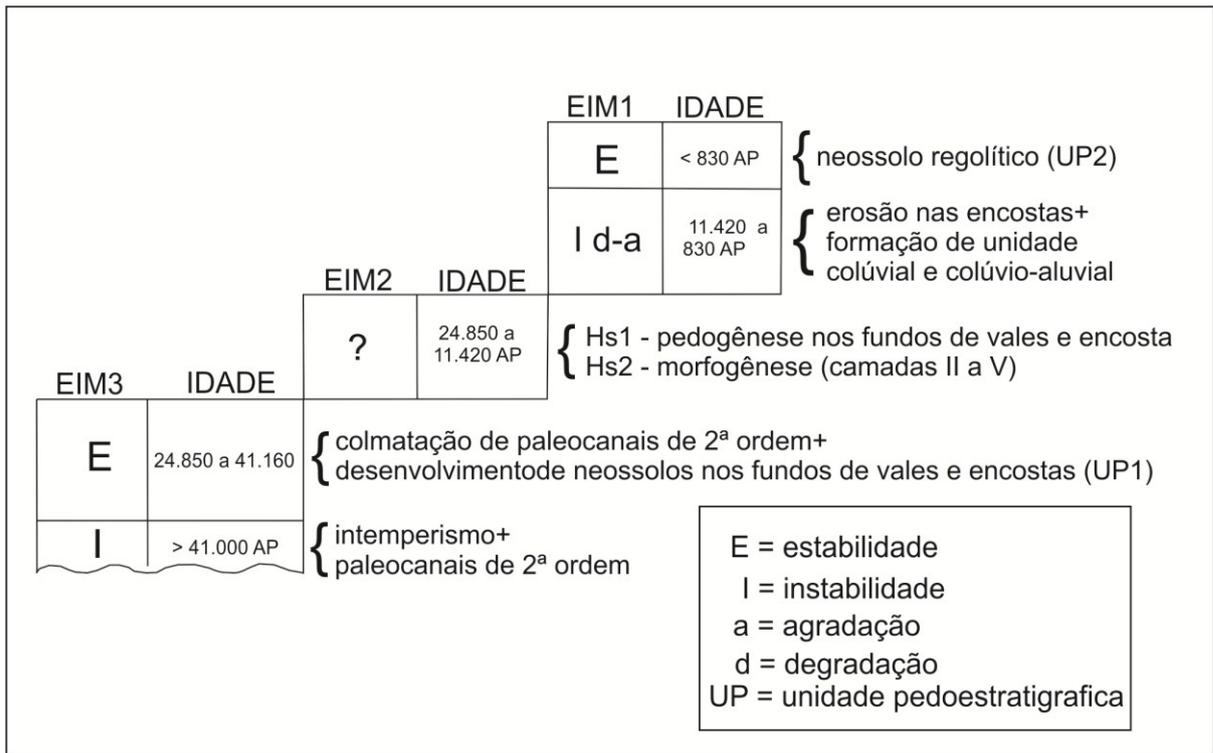


Figura 37 – Fases de instabilidade/estabilidade e registros verificados na paisagem do Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC), a partir do EIM 3.

## 6 – CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que na localidade de Horizonte, Planalto de Palmas (PR) e Água Doce (SC), há registros estratigráficos litológicos e pedológicos da evolução da paisagem do Pleistoceno Superior ao Holoceno, especificamente dos EIM 3 a 1.

Nas seções estudadas foram identificados registros estratigráficos como paleossolos, depósitos coluviais e colúvio – aluviais. Os paleossolos datados trazem idades do EIM 3 referentes ao Pleistoceno Superior, evidenciando um período de equilíbrio no ambiente (estabilidade) com instalação da pedogênese, formando Neossolos Flúvicos nos fundos de vales de 2ª ordem, e Neossolos Regolíticos com horizonte A húmico nas encostas.

Entre o EIM 2 e 1, verificou-se a atuação de períodos de manutenção da pedogênese, com períodos de intensa morfogênese (instabilidade), ocasionando erosão (degradação) das encostas e colmatação (agração) dos fundos de vale de baixa ordem hierárquica 1ª e 2ª ordem, formando depósitos colúvio – aluviais bem como coluviais, fato que perdurou até aproximadamente 1.000 anos AP. De fato, após 1.000 anos AP, correspondendo ao último milênio o ambiente local entra em equilíbrio (estabilidade) com atuação da pedogênese, formando Neossolos Regolíticos com horizonte A húmico.

De maneira geral, o levantamento do registro estratigráfico na área de estudo, revelou informações importantes a cerca dos eventos responsáveis pela formação e remodelamento da paisagem da área. Tais eventos indicam que a paisagem possui sua evolução relacionada a fases alternadas de estabilidade/instabilidade, com processo de degradação/agração e pedogênese com formação de Neossolos. Porém, dúvidas restaram a respeito do EIM 2, principalmente sobre a fase em que teria sido predominante, a morfogênese ou a pedogênese, não claro nos registros estudados. Já no EIM 1, a dúvida fica em relação a morfogênese, até que ponto esta foi atuante na paisagem, e quando de fato inicia-se a pedogênese.

De todo modo, os registros estratigráficos das seções levantadas na localidade de Horizonte, possuem informações de âmbito local específico de cada seção, como a espessura das unidades, com maior ou menor atuação da pedogênese e morfogênese. Mas no geral, verificou-se que a maioria dos registros identificados na localidade de Horizonte, possuem uma abrangência regional, como a maior influência da pedogênese no EIM 3, formando Neossolos com horizonte A húmico, e a maior atuação da morfogênese, registrando pulsos de pedogênese em alguns locais, nos EIM 2 e 1.

## REFERÊNCIAS

- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. Pediplanos, pedimentos seus depositos correlativos no Brasil. **B. Paran. Geogr**, Curitiba, 1965. 16/17: 117-151.
- BIGARELLA, J.J. & ANDRADE, G.O. Contribution th the study of the Brazilian Quaternary. **The Geological Society of America**, Special Paper, n. 84, p. 433-451, 1965.
- BIGARELLA, J. J.; FREIRE, S. S.; SALAMUNI, R.; VIANA, R. Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes / II-Praias de Matinho e Caiobá. **Boletim da UFPR**, Geografia Física, n.6, 1966, 109p.
- BIGARELLA, J.J.; ANDRADE-LIMA, D.& RIEHS, P.J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** , 47: 412 - 464, 1975.
- BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PASSOS, E. Paisagem cárstica. In: **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. v. 1. Florianópolis UFSC, 1994.
- BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**: processos erosivos, vertentes, movimentos de massa, atividade endógena, superfície de erosão, compartimentação do relevo, depósitos correlativos e ambientes fluviais, Florianópolis UFSC, 2003.
- BOTHA, G.A.; WINTHE, A.G. & VOGEL, J.C. Episodic late Quaternary palaeogully erosion in northern KwaZulu – Natal, South Africa. **Catena**. p.326-339, 1994.
- CAMARDO, G. **O significado paleoambiental de depósitos de encostas e de preenchimento de canal no município de Lapa (PR) no sul de Segundo Planalto Paranaense**. Florianópolis/SC, 2005. 297p.Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina.
- CAMARGO, F.M. **O significado paleoambiental de sequência pedossedimentar em baixa encosta: o caso dos paleossolos Monjolo – Lapa – PR**. Florianópolis/SC, 2005. p.318. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 26/05/11.
- CASTRO, S.S. **Micromorfologia de solos- Base para Descrição de Lâminas Delgadas**. Sao Paulo: USP, 2002.
- DELVIGNE, J.E. Atlas of micromorphology of mineral alteration and weathering. **The Canadian Mineralogy**. Special Publication 3 ORSTOM, 1998, 494p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.Ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro:Embrapa Solos, 2006, 306p.

ETCHEBEHERE, M. L. C. Aloestratigrafia – revisão de conceitos e exemplos de aplicação, com ênfase nos depósitos neoquaternários de terraço da Bacia do Rio do Peixe, SP. **Revista da Universidade Guarulhos**, Guarulhos, v. 7, n. 6, p. 15-34, 2002.

FERREIRA, S.S.M.G. **Estratigrafia de Depósitos Quaternários em Cabeceira de Vale (Cerro do Touro, Campo Alegre – SC): Aplicação da Análise Textural e Micromorfológica**. Florianópolis/SC, 2009. 224p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

FETT JÚNIOR, N. **Aspectos morfológicos, estratigráficos e sedimentológicos de depósitos quaternários no curso médio do Rio Pardo (município da Candelária, RS)**. Florianópolis – SC, 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

FLEMMING, B.W. A revised textural classification of gravel-free muddy sediments on the basis ternary diagrams. **Continental Shelf Research**. n. 20, 2000, p. 1125-1137.

GHIBAUDO, G. Subaqueous sediment gravity flow deposits: practical criteria for their field description and classification. **Sedimentology**, v. 39, p. 423-454, 1992.

GIBBARD L. P.; HEAD J.M.; WALKER C.J.M. Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch With a base at 2.58 Ma. **J. Quaternary Sci.**, Vol. 25 p. 96 – 102, 2010.

HERNÁNDEZ – BERNAL, N. *et al.* Identificação das Aloformações Estratigráficas em duas Vertentes do Córrego do Quebra Gouveia/MG. **Ciencia & Natura - UFSM**. Ed. Especial, p.413 – 425, 2004.

HUGHES, P. D. Geomorphology and Quaternary stratigraphy: the roles of morpho-, litho-, and allostratigraphy. **Geomorphology**, n.123, p.189-199, 2010.

LEOPOLD, B.L.; WOLMAN,G.M.; MILLER, P.J. Fluvial Processes in Geomorphology. Dover Publications, INC. New York, 1964.

LEPSCH, IGO. F., **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIMA, G., **Estratigrafia e Palinologia de depósitos turfosos e alúvio – colúviais Quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina**. Florianópolis – SC, 2010 Tese (Doutorado).

MAACK, R. Notas complementares à apresentação preliminar do mapa fitogeográfico do Estado do Paraná (Brasil). **Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas Curitiba**. Arquivos do museu paranaense, v.7, 1949.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: Jose Olympio, 1981, 450p.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, Imprensa Oficial, 2002. 3ª edição. 1ª edição em 1968. 350 p.

MAGALHÃES JR.; MOREIRA, P.F. Eventos de “Desequilíbrio Morfodinâmico” na Evolução Geomorfológica de Minas Gerais – O caso de Teófilo Otoni/Caraí – Região Noroeste do Estado. **Geonomos**, v.6, p. 23-32, s/d.

MANFREDINI, S. *et al.*, **Técnicas em Pedologia**. In: Praticando a Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. Luis Antonio Bittar Venturi (org.). São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MEIS, M.R.M. As unidades morfoestratigráficas neokuaternárias no médio vale do Rio Doce. **Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, 49: 443-459, 1977.

MEIS, M. R. M.; MONTEIRO, A. M. F. Upper quaternary “rampas”: Doce river valley, Southeastern Brazilian plateau. **Z.Geomorph. N.F.**, v.23 , n.2, p.131-151, 1979.

MEIS, M. R. M. & MOURA, J. R. S. Upper Quaternary Sedimentation and Hillslope Evolution: Southeastern Brazilian Plateau. **American Journal of Science**. Vol. 284, p. 241-254, 1984.

MELLO, C.L. *et al.* Estudo faciológico dos depósitos sedimentares holocênicos com base na estrutura deposicional – médio vale do Paraíba do Sul. In: SBJ/RJ, **Anais do Simpósio de Geologia do Sudeste**, 2. São Paulo. p. 19 – 26, 1991.

MELLO, C.L. **Fácies Sedimentares, Arquitetura Depositional e Relação Morfoestratigráfica em um sistema de Leques Aluviais Holocênicos: Aloformação Manso – Médio Vale do rio Paraíba do Sul (SP/RJ)**. Rio de Janeiro, 1992. 188p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, UFRJ.

MELLO, C.L. *et al.* Estratigrafia e relações morfotectônicas da ocorrência de depósitos cenozóicos na área do Cafundo (Barra Mansa, RJ). In: **SBG, Simpósio de Geologia do Sudeste**. 4, Águas de São Pedro. Boletim de Resumos, p. 90, 1995.

MELLO, M.C.; CUCHIERATO,G.;COIMBRA, A.M. Níveis Planálticos da Porção Centro-Leste do Estado de São Paulo e Sedimentação Associada. **Boletim de Geociências, UFPR**, n.46, p.105-116, 1998.

MELLO, M.S; COIMBRA, A.M.; CUCHIERATO,G. Genesis of Quaternary colluvial-eluvial sedimentary covers in southeastern Brazil. **Quaternaire**. v.12, p.179-188, 2001.

MELLO, M.S.; MEDEIROS, C.V.; GIANNINI, P.C.F.; GARCIA, M.J.; PESSEDA, L.C.R. 10. Sedimentação quaternária no espaço urbano de Ponta Grossa, PR. **Geociências, UNESP**, n.22, v.2, p.33-42, 2003.

MELLO, M. S. *et al.* Processos e Produtos Morfogenéticos Continentais. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVIERA, P. E. (eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, Ed. Holos. p. 258-275, 2005.

MELLO,C.L. Aloestratigrafia e Análise de Fácies: “Revoluções” Na Geologia Sedimentar e o Estudo do Quaternário.(s.d).

MENDES, J. C. **Elementos de Estratigrafia**. São Paulo: EDUSP, 1984. 566p.

MOURA, J. R. S.; MEIS, M. R. M. Litoestratigrafia preliminar para os depósitos de encosta do quaternário superior do Planalto SE do Brasil (MG-RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, v.10, p.258-267, 1980.

MOURA, J.R.S. Geomorfologia da Quaternário : Período de transformações Ambientais recentes. Rio de Janeiro: **Bertand Brasil S.A.**, 1994.

MOURA, J.R.S.; MEIS, M.R.M. Contribuição á estratigrafia do quaternário superior no médio vale do rio Paraíba do Sul, Bananal (SP). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.58, n.1, p.89 – 102, 1986.

MOURA, J. R. S.; MELLO, C. L. Classificação aloestratigráfica do Quaternário Superior na região de Bananal (SP/RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, v.23, n.3, p.236-254, 1991.

MOURA, J. R. S. & SILVA, T. M. Complexo de Rampa de Colúvio. In: Guerra, A. J.T. & Cunha, S. B. (Orgs) - **Geomorfologia do Brasil**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p. 143-177, 1998.

MOURA, J.R.S.; SILVA,T.M. Complexo de Rampas de Colúvio, In CUNHA, S.B. & GUERRA, A.T.J. (Eds.) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.143-180, 2001.

MORO, R.S. *et al.*, Paleoclimate of the late Pleistocene and Holocene at Lagoa Dourada, Paraná State, Southern Brazil. *Quaternary International*, V.114, p.87-99, 2004.

MUCHER, H. *et al.* Colluvial and Mass Wasting Deposits. **Elsevier**, Amsterdam, 2010.

MUNSELL SOIL COLLOR CHART. Baltimore, Munsell Collor Company, Tab. 2000.

NACSN. (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature). North American Stratigraphic Code. **Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull.**, Tulsa, v.89, n.11, p.1547 - 1591, 2005.

NARDY, A. J. *et al.* Geologia e Estratigrafia da Formação Serra Geral. **Revista Geociências**, São Paulo, Unesp, 2002. v. 21, nº 112, p. 15 – 32.

NARDY, A.J.R.; MACHADO, F.B.; OLIVEIRA, M.A.F. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. **Geociências**, UNESP, v.38, n.1, p.178-195, 2008.

NICHOLS, G. Sedimentology and stratigraphy. **Blackwell Science**, pp.355, 1999.

OLIVEIRA, M. A.T.; PESSENDA, L.C.A.R.; BEHLING,H.; LIMA, G. L.; FERREIRA, G. M.S.S. Registro de Mudanças Ambientais Pleistocênicas e Holocênicas em depósitos de Cabeceira de Vale: Campo Alegre, Planalto Norte Catarinense (SC). **Revista Brasileira de Geociências**. V.36 (3), p. 474 – 487, 2006.

PAISANI, J. C. **Descontinuidades hidrológicas, escoamento superficial e desenvolvimento de incisões erosivas em áreas de cabeceira de drenagem: estudo de caso na Colônia Quero-Quero, Palmeira (PR)**, 1998. Dissertação (Mestrado em Geografia), UFSC.

PAISANI, J. C. **Estratigrafia, Significado Paleoambiental e Evolução de Rampa Arenosa/Dissipação no Balneário Praia Mole – Ilha de Santa Catarina**, 2004. Tese (Doutorado), UFSC.

PAISANI, J.C. Noções de Estratigrafia, In: Geografia e Ambientes: Perspectivas, interfaces e aplicações. In: ENCONTRO DE GEOGRAFIA, 9, ENCONTRO DE GEOGRAFIA DO SUDOESTE DO PARANÁ, 3, 2004, Fco Beltrão. **Anais...** Fco Beltrão, 2004, 35-37p.

PAISANI, J. C.; PONTELLI, M.E.; ANDRES, J. Superfícies Aplainadas em Zona Morfoclimática Subtropical úmida no Planalto Basáltico da Bacia do Paraná (SW Paraná/ NW Santa Catarina): Primeira Aproximação. **Geociências, UNESP**, n.4, v.27, p.541-553, 2008.

PAISANI, J. C. *et al.* Resultados Preliminares da Caracterização de Seção Pedoestratigráfica em Palmas / PR. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 4, 2009, Mar.Când. Rondon. **Anais...** Mar.Când. Rondon , 2009, 10p. CD-ROM.

PAISANI, J.C; GEREMIA,F. Evolução de Encostas no Planalto Basáltico com base na Análise de Depósitos de Colúvio – Médio Vale do rio Marrecas, SW do Paraná. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 29, n. 3, p. 321-334, 2010.

PAISANI, J.C. *et al.*, Evolução de Bacias de baixa ordem Hierárquica no Planalto de Palmas/Água Doce (Sul do Brasil) nos 41.000 anos AP – O caso da seção HS1. **Mercator**, UFC, submetido a.

PAISANI, J.C. *et al.*, Contribuição para Reconstrução de Paleoperfis de Alteração no Planalto de Palmas/ Água Doce – Sul do Brasil. **Mercator**, UFC, submetido b.

PAISANI, J.C., PONTELLI, M.E. Propriedades micromorfológicas em encosta no médio vale do Rio Marrecas (SW PR) – bases para distinção de formações superficiais alóctones e autóctones em substrato basáltico. **Pesquisas em Geociências**, UFRGS, 2011, no prelo.

PAVAN, M.A. *et al.* Manual de Análises química de solos e controle de qualidade. **IAPAR**, Londrina, p. 40, 1992.

PESSENDA, L. C. R. *et al.* Isótopos de Carbono e suas Aplicações em Estudos Paleoambientais. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVIERA, P. E. (eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, Ed. Holos. pp. 75-93, 2005.

PETRI, S. *et al.* Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 370-376, 1986.

PEULVAST, J.P.; SALES, V.C. Aplainamento e geodinâmica: revisitando um problema clássico em geomorfologia. **Mercator**, UFC, ano 1, n.01, p. 113-150, 2002.

PONTELLI, M.E. **Cartografia das alterações em depósitos de leques aluviais como base para uma estratigrafia relativa. Bacias dos rios Amola faca e Rocinha, Timbé do Sul – SC**. Florianópolis – SC, Novembro de 1998. (Dissertação de Mestrado).

PONTELLI, M.E. **Pedomorfoestratigrafia de Depósitos de Leques Aluviais: Bacia do Rio Itoupava, Sul do Estado de Santa Catarina**. Tese de Doutorado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SAADI, A. *et al.* Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (Org.) **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 211-234, 2005.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Crítérios e Técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

SALUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; STEVAUX, J.C. Proposição Formal do Alogruppo Alto Rio Paraná (SP, PR, MS). In: **Revista do Instituto de Geociências- USP**. São Paulo, v.7, n.2, p.49 – 70, 2007.

SILVA, A.C. Métodos de Quantificação da Matéria Orgânica do Solo. R. Un. Alfenas, **Alfenas**, 5:21-26,1999.

SCHNEIDER, R.L. Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. Anais do XXVIII. **Congresso Brasileiro de Geologia**.1974- p.41-65.

SOUZA, A. KREUZ, C. L.; MOTTA, C. S. Análise de empreendimentos florestais (pinus) como alternativa de renda para o produtor rural na região dos Campos de Palmas. **Revista de Administração da UFLA**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 8-21, 2004.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.1.222p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais ( passado + Presente = Futuro?)**. São Paulo: Paulo's Com. Artes Graf., 362p., 1999.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas, 2001. 336p.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 400p.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2003, 557p.

THOMAS, M. F. Landscape sensitivity to rapid environmental change a Quaternary perspective with examples from tropical areas. **Catena**, n. 55, p. 107-124, 2004.

VOLKMER, S. **Mineralogia e morfologia de coberturas de alteração desenvolvidas em rochas vulcânicas ácidas: os exemplos de Palmas e Pinhão, PR**. São Paulo, 1999. 184 p. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.