

**Organização Pedológica em Depósitos de Leques Aluviais Subtropicais Costeiros com
Diferentes Graus de Alteração – Sul do Estado de Santa Catarina (Brasil)**

**Pedagogical Organization in Coast Subtropical Alluvial Fan Deposits with Different
Degree of Alteration – South of Santa Catarina State (Brazil)**

Marga Eliz Pontelli

Programa de Pós-Graduação em Geografia - Mestrado
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Francisco Beltrão
mepontelli@hotmail.com

Joël R. G. M. Pellerin

Programa de Pós-Graduação em Geografia
Universidade Federal de Santa Catarina
pellerin@cfh.ufsc.br

Julio César Paisani

Programa de Pós-Graduação em Geografia - Mestrado
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Francisco Beltrão
juliopaisani@hotmail.com

ABSTRACT:

The South of Santa Catarina State presents a large plain constitute by deposits of coast and continental sediments of Cenozoic age. The area is drained by two main hydrographic systems, Mampituba and Araranguá rivers, which fountainhead are locate in the scarp of Serra Geral, on the east side of Brazilian Meredional Planalto. The continental deposits are alluvial fans, composed by reduces material, poorly selected and basaltic origin. Mapping made on the Rio Itoupava Basin - System of Ararangua River, from morphological characteristics of pedogenesis materials and from the cortex of clasts alterations, permitted individualized five phases of alteration in the fan deposits, englobing since clasts completely changed until thosecortex poorly developed. One of the referred matters to the representative materials of each alteration class is a need to verify if exist a differentiation in the pedagogical organization between the phases of alteration in terms of the chemical routine, mineralogical of clay fraction and main oxides. Thus, the present study verifies if the phases of alteration, established through the qualitative descriptions in field, presents differentiation in terms of mineralogical and structural transformations of the material. From the morphological description of material in the field soil samples have been collected for granulometric treatments, from the chemical routine and the mineralogy of clay fraction, as well the total chemical (10 main oxides) for the clasts. The results show a latosolic tendency of the soil in the phase of alteration I, with variation in the horizon B, passing from nitic to textural. The intense hydrolytic action allows to define the soil as ferruginous desaturated. In the phase of alteration II the soil presents horizon B incipient, developed from geochemical condition of partial hydrolyses, interpreted as transition fersiliatic and desaturated ferruginous desaturated , confirmed by the enrichment of silica and the decrease of aluminum and ferric iron. Towards the more recent phases (III and IV), respectively clasts poorly altered and with cortex of alteration discolored, the tendency of raising in the concentration is kept, relative, of silica and titanium and the decrease of aluminum and ferric iron. Finally, the analytical determination of the materials, as pedogenesis as chemical of clasts, confirm the individualization of phases of alteration obtained from the morphological characteristic observed in the field.

Key Words: Pedogenesis; alteration phases; subtropical alluvial fans; south of Santa Catarina Coast.

Resumo:

O trabalho apresenta resultados da diferenciação na organização pedológica entre os estágios de alteração, em termos da química de rotina, mineralogia da fração argila e principais óxidos, em depósitos de leques aluviais no sul do Estado de Santa Catarina – Bacia hidrográfica do rio Itoupava. A partir da descrição morfológica dos materiais em campo coletou-se amostras de solo para tratamentos granulométrico, da química de rotina e mineralogia da fração argila, bem como da química total (10 principais óxidos) para os clastos. Os resultados mostram tendência latossólica do solo no estágio de alteração I, com variação no horizonte B, passando de nítico para textural. A intensa atuação hidrolítica permite enquadrar esse solo como ferruginoso dessaturado. No estágio de alteração II o solo apresenta horizonte B incipiente, desenvolvido a partir de condição geoquímica de hidrólise parcial, interpretado como transição entre fersialítico e ferruginoso dessaturado, confirmado pelo enriquecimento de sílica e decréscimo dos teores de alumínio e ferro férrico. Em direção aos estágios mais recentes (III e IV), respectivamente clastos pobremente alterados e com córtex de alteração descolorido, mantém-se a tendência de aumento na concentração, relativa, de sílica e do titânio e diminuição do alumínio e ferro férrico. Enfim, a determinação analítica dos materiais, tanto pedogenética quanto química dos clastos, confirma a individualização de estágios de alteração obtida a partir das características morfológicas observadas em campo.

Palavras Chave: pedogênese; leques aluviais subtropicais; litoral sul-catarinense;

1- Introdução

Leques aluviais constituem tipo específico de depósitos cuja morfologia inclinada lembra segmento de cone com contornos convexos, que se acumulam na base de uma escarpa montanhosa ou de terreno elevado, em contato com uma planície (ex. Drew, 1873; Blissenbach, 1954). Podem se apresentar como depósitos isolados ou formando extensos “*aventais aluviais*” (Bull, 1968) resultantes da coalescência lateral de vários depósitos individuais. Esses tipos de depósitos são descritos em ambientes climáticos variados, desde áridos e semi-áridos a úmidos, podendo a sedimentação ser comandada tanto por eventos de magnitude extrema (catastróficos) quanto moderada (Harvey, 1984; Dorn, 1996; Owen et al., 1997). A frequência de sedimentação dos depósitos, principalmente no caso de um *avental aluvial*, é obtida a partir do seu estudo evolutivo.

O critério mais utilizado no estudo evolutivo de leques aluviais é o litoestratigráfico que, a partir de características sedimentológicas, permite a identificação tanto dos fluxos responsáveis pela formação dos depósitos, quanto das fases de acumulação/dissecação do leque (ex. Harvey, 1978, 1984). No entanto, este critério é de difícil aplicação em ambientes cujos depósitos já apresentam processo de decomposição química dos materiais. Neste caso o levantamento estratigráfico pode ser efetuado com base no critério morfológico.

A alternância de fases de acumulação e dissecação na evolução de depósitos de leques pode resultar na formação de superfícies escalonadas tipo terraços (ex. Ono, 1990). Essa dinâmica resulta, também, na manutenção de setores do leque com maior preservação dos depósitos, o que individualiza áreas com maior desenvolvimento pedogenético ao longo da superfície de leque (Talbot, 1979; Wrigth e Alonso Zarza, 1990; Pontelli, 2005).

No sul do estado de Santa Catarina, parte dos depósitos que compõem a planície costeira constituem leques aluviais com estágios diferenciados de alteração (Pontelli, 1998; 2005). Esses foram individualizados, essencialmente, com base em descrições qualitativas realizadas em campo considerando, sobretudo, a espessura do perfil pedogenético e o desenvolvimento do córtex de alteração dos clastos (Pontelli, 1998). Uma das questões referentes aos materiais representativos de cada estágio de alteração é a necessidade de conhecer a diferenciação na organização pedológica entre os estágios de alteração em termos da química de rotina, mineralogia da fração argila e principais óxidos. Assim, o presente trabalho verifica se os estágios de alteração, estabelecidos através de descrições qualitativas em campo, apresentam diferenciação em termos de transformações mineralógicas e estrutural dos materiais.

2- Área de estudo

O litoral sul do Estado de Santa Catarina é formado por ampla planície constituída por depósitos sedimentares do tipo praias/marinhos e de leques aluviais, de idade Cenozóica (Duarte, 1995). A área de estudo se insere nessa planície, correspondendo a Bacia Rio Itoupava, sistema do Rio Araranguá, cujas nascentes se situam na escarpa da Serra Geral, borda leste do Planalto Meridional Brasileiro (Figura 01). No local, a escarpa apresenta alinhamento geral N-S quase retilíneo com desnível médio de 1000m entre topo e planície.

A borda do Planalto Meridional Brasileiro apresenta, além de relevo escarpado, profundamente dissecado, com vales encaixados na forma de canyons que se abrem para a planície de leques aluviais (Duarte, 1995). Os depósitos de leques aluviais, inicialmente confinados em vales individuais (*fan-bays*) no sopé da Serra Geral, mostram interdigitação lateral – coalescência (Blissenbach, 1954) a partir do setor mediano, originando planície de “avental aluvial” (Bull, 1968). Esses depósitos são compostos por materiais rudáceos, pobremente selecionados e de origem predominantemente basáltica (Duarte, *op. cit.*). Dentre

os clastos aparecem representantes de magmas desde ácidos até básicos e de textura amigdaloidal à vítrea.

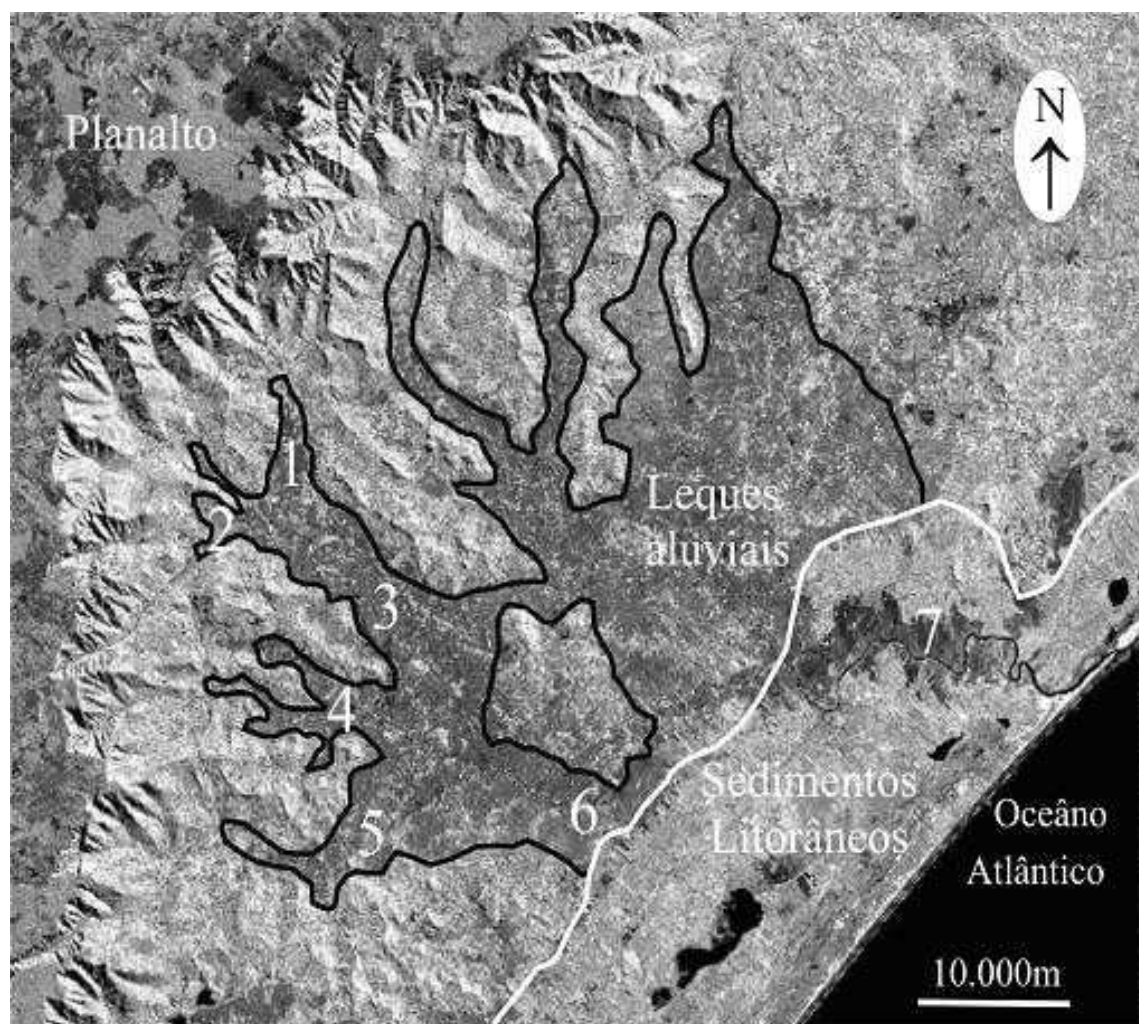


Figura 01 – Distribuição de depósitos de leques aluviais no sul do Estado de Santa Catarina (Imagem Landsat 7, agosto de 1999, canal 4). 1- Rio Rocinha; 2- Rio Figueira; 3- Rio Amola Faca; 4- Rio Pinheirinho; 5- Rio da Pedra; 6- Rio Itoupava; 7- Rio Araranguá.

Ao longo da planície do Rio Itoupava (Figura 01) individualizam-se cinco estágios de alteração nos depósitos de leque (Pontelli, 2005), englobando desde clastos completamente alterados até aqueles com córtex fracamente desenvolvido. O estágio I refere-se aos depósitos que apresentam, em geral, horizonte pedogeneizado com mais de 100 cm de espessura e a alterita com estrutura conservada. Os clastos são completamente alterados, distinguidos apenas pela cor. Em pequenas proporções aparecem blocos com centro inalterado, cujo córtex de alteração mostra-se superior a 5 cm. No estágio II os depósitos apresentam espessura

máxima de 0,5 m de material pedogeneizado até o início da alterita. Os clastos mostram córtex de alteração de 0,5 a 1 cm de espessura, podendo se apresentar envolvidos por película de óxidos. O estágio III apresenta espessura mínima de solo e os clastos, com córtex de alteração inferior a 0,2 cm, estão envoltos em matriz de textura arenosa. No estágio IV nota-se apenas córtex caracterizado por descoloração leve da rocha, enquanto o estágio V corresponde aos materiais que integram o canal atual dos rios. Nesses não é possível se distinguir, a olho nu, o desenvolvimento de córtex de alteração.

3- Metodologia

Após a definição das seções representativas de cada estágio de alteração procedeu-se às descrições morfológicas em campo, coletando-se amostras deformadas para determinação analítica da granulometria, química de rotina, mineralogia da fração argila e química total. Foram efetuadas descrições pedológicas em seções expostas por corte de estradas, individualizando-se horizontes de solo. Estas informações, juntamente com os resultados analíticos, permitiram o estabelecimento da nomenclatura dos horizontes.

A análise granulométrica foi realizada no Lab. Pedologia, Dept^o de Geociências – UFSC, a partir de técnicas convencionais de peneiramento para fração grossa e pipetagem para a fração fina. A análise química de rotina dos principais horizontes de solo das seções foi efetuada no Lab. Físico Químico e Biológico – Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC).

As determinações da mineralogia da fração argila foram efetuadas no Lab. Difractogrametria de Raios-X, Centro de Estudos em Petrologia e Geoquímica – Instituto de Geociências (UFRGS). As amostras foram tratadas sob o Método do Pó, com pasta orientada sob a forma natural, bem como tratadas com etileno-glicol e calcinação a 500°C. As interpretações dos diagramas basearam-se em Guez (1982, *apud* Pontelli, 2005) e Moore & Reynolds (1997, *apud* Pontelli, 2005).

Amostras de clastos representativos de todos os estágios de alteração foram submetidas à determinação dos 10 principais óxidos, do teor de óxido ferroso e da umidade higroscópica. As amostras foram tratadas no Lab. Análises Minerais e Ambientais da Empresa Lakfield Geosol (Belo Horizonte).

4- Resultados e Discussão

A diferenciação na organização pedológica entre os estágios de alteração em termos da química de rotina, mineralogia da fração argila e principais óxidos será apresentada por horizontes diagnósticos, conforme descrição morfológica apresentada por Pontelli (2005).

A tabela 01 apresenta a síntese dos atributos morfológicos, química de rotina e mineralogia da fração argila. De modo geral, percebe-se tendência latossólica do solo no estágio de alteração I, com variação no horizonte B (Figura 02). Por vezes, o topo do horizonte B assume características de B nítico ou mostra incremento de argila, associado ao predomínio de blocos angulares a subangulares, além de outras características que permitem classificá-lo como B textural.

Tabela 01 – Atributos morfológicos, química de rotina e mineralogia de argila dos estágios de alteração I e II. (EA) Estágio de Alteração. (Hz) Horizontes. (Prf) Profundidade. (Tx) Textura. (mt-ar) muito argilosa. (ar) argilosa. (md) média. (Rel S/A) Relação Silte/Argila. (AF/AG) Areia Fina/Areia Grossa. (TrInf) Transição Inferior. (gr) gradual. (cl) clara. (ab) abrupta. (Est) Estrutura. (bs) blocos subangulares. (bsf) blocos subangulares fracos. (gr) granular. (au) ausente. (ba) blocos angulares. (CTC) Capacidade Troca de Cátions. (V) saturação por bases. (m) saturação por alumínio. (MnAr) Mineralogia de Argilas. (K) Caolinita. (G) Gibbsita. (IM) Ilita-Muscovita. (V) Vermiculita. (I) Ilita.

| EA | Hz | Prf (cm) | Cor | Tx | Rel S/A | AF/AG | TrInf | Est | CTC cmol _c /l | V (%) | m (%) | MnAr |
|----|-------|-------------|----------|-------|------------|-------|-------|-----|-----------------------------|-------|-------|-------|
| I | Am | 0-30 | 7,5YR5/6 | mt-ar | 0,36 | 11,72 | gr | bs | - | - | - | - |
| | Bn | 30-80 | 5YR4/6 | mt-ar | 0,35 | 27,27 | cl | bs | 22,32 | 11,25 | 69,05 | K/G |
| | Bw | 80-190 | 5YR4/6 | ar | 0,48 | 5,39 | gr | bsf | 18,80 | 12,07 | 65,45 | IM |
| | Bs | 190-230 | 2,5YR4/6 | ar | 0,52 | 22,41 | ab | gr | 22,28 | 11,10 | 69,39 | - |
| | C | 230-275 | var | md | 1,06 | 8,13 | ab | au | 12,98 | 18,90 | 50,5 | - |
| | Cg | 275-330 | cin | md | - | - | - | au | - | - | - | - |
| II | Bi | 10-60 | 10YR4/4 | ar | 0,55 | 5,66 | cl | bs | 19,25 | 14,12 | 63,83 | K/V/I |
| | 1Cs1* | 60-90 | 10YR4/4 | ar | 0,43 | 1,66 | cl | bsf | 19,33 | 14,47 | 65 | - |
| | 2Cs2 | 90-110 | 7,5YR4/4 | ar | 0,62 | 60 | cl | ba | 19,23 | 14,03 | 69,66 | K/V/I |

* Nesta camada os atributos morfológicos se referem à matriz de finos que envolvem os clastos

Os dados indicam intensa atuação do processo geoquímico de hidrólise, tanto da monossilicização quanto da alitização na formação desse tipo de solo, permitindo enquadrá-lo como *ferruginoso dessaturado*. A elevada alteração do estágio I é confirmada pela análise dos principais óxidos nos clastos que mostra dessaturação em bases e sílica, aliado ao enriquecimento do ferro e alumínio (Tabela 02).

No estágio de alteração II os resultados da caracterização morfológica e química de rotina mostram solo com horizonte B incipiente desenvolvido a partir de condição geoquímica de hidrólise parcial (Figura 03). No entanto, ao contrário dos materiais no estágio

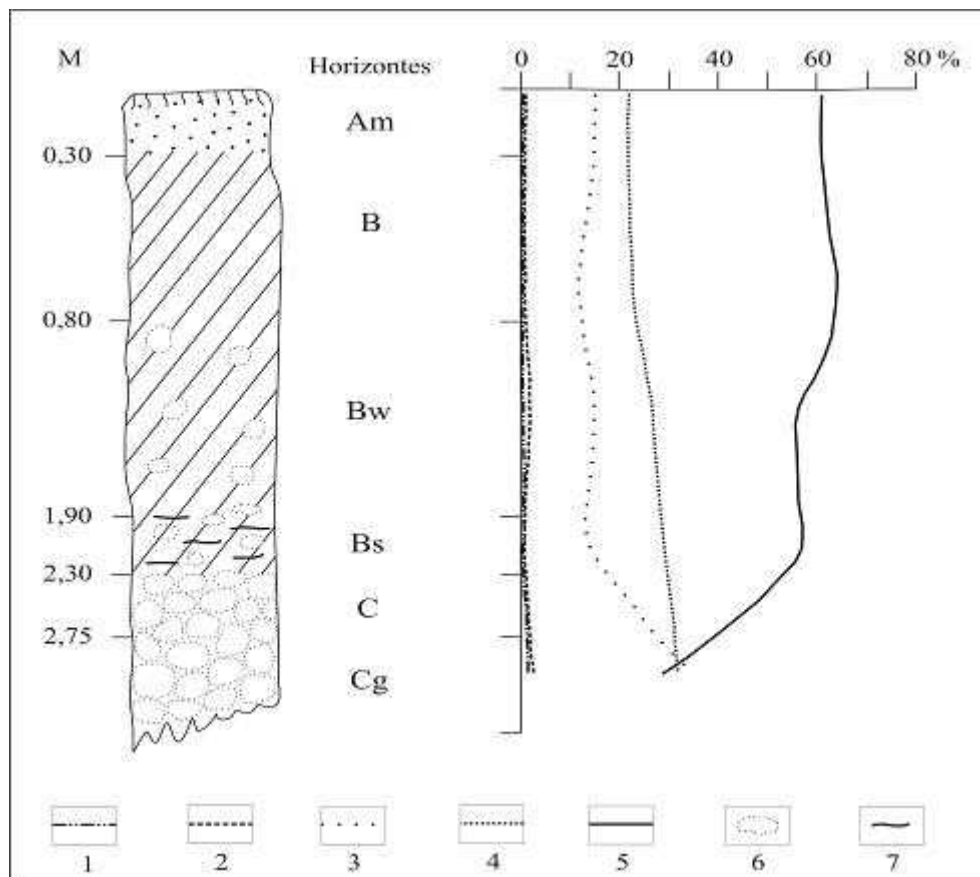


Figura 02 – Horizontes pedogenéticos e granulometria no estágio de alteração I. (1) areia grossa; (2) areia média; (3) areia fina; (4) silte; (5) argila; (6) clasto alterado com estrutura conservada; (7) concentração de óxidos.

Tabela 02 – Composição química total dos clastos, índice e produto de alteração. (EA) Estágio de Alteração. (Prf) Profundidade. (Hr) Horizontes. (sup) superfície. (Ki) Relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. (Kr) Relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$. (PI) Produto Intemperismo.

| Composição Química Total | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------|------|------|------|-----------------------|----------------------|------------------------|-----|----------------------|-------|--------|
| EA | Prf | SiO_2 | Al_2O_3 | Fe_2O_3 | TiO_2 | MnO | MgO | CaO | Na_2O | K_2O | P_2O_5 | FeO | H_2O | PF | Tt |
| I | 250 | 19 | 19,9 | 29,3 | 4,2 | 0,08 | 0,44 | 0,07 | <0,1 | 0,06 | 0,52 | 1,3 | 4,02 | 13,38 | 92,37 |
| II | 80 | 49,3 | 15,7 | 11,2 | 1,3 | 0,15 | 5,5 | 7,4 | 1,8 | 0,88 | 0,18 | 6,3 | 1,19 | 3,18 | 104,08 |
| III | 30 | 51,4 | 13,7 | 10,7 | 1,5 | 0,18 | 4,3 | 7,8 | 1,6 | 1,1 | 0,15 | 8,8 | 0,75 | 2,46 | 104,44 |
| IV | sup | 52,4 | 13,9 | 9,8 | 1,5 | 0,2 | 4,9 | 8,2 | 2,2 | 1,3 | 0,22 | 7,4 | 0,17 | 0,26 | 102,35 |

| Índices de alteração e Produto de alteração | | | | | | |
|---|----------|------|------|------|------|--|
| EA | Prf (cm) | Hr | Ki | Kr | PI | |
| I | 250 | C | 1,62 | 0,84 | 25,8 | |
| II | 80 | 1Cs1 | 5,34 | 3,67 | 58,8 | |
| III | 30 | - | 6,38 | 4,26 | 59,7 | |
| IV | sup | - | 6,45 | 4,44 | 61,7 | |

de alteração I, nesse registra-se indícios tanto da monossilitização (desalcalinização total e formação da caolinita) quanto da bissilitização (desalcalinização parcial e formação de

vermiculitas) - (Tabela 1). No domínio de alteração II o processo de alitização (hidrólise total) é mínimo. Esse solo pode ser interpretado como transição entre *fersialítico* e *ferruginoso dessaturado*, o que é confirmado pelo enriquecimento de sílica e decréscimo dos teores de alumínio e ferro férrico demonstrado pelos principais óxidos presentes nos clastos (Tabela 02).

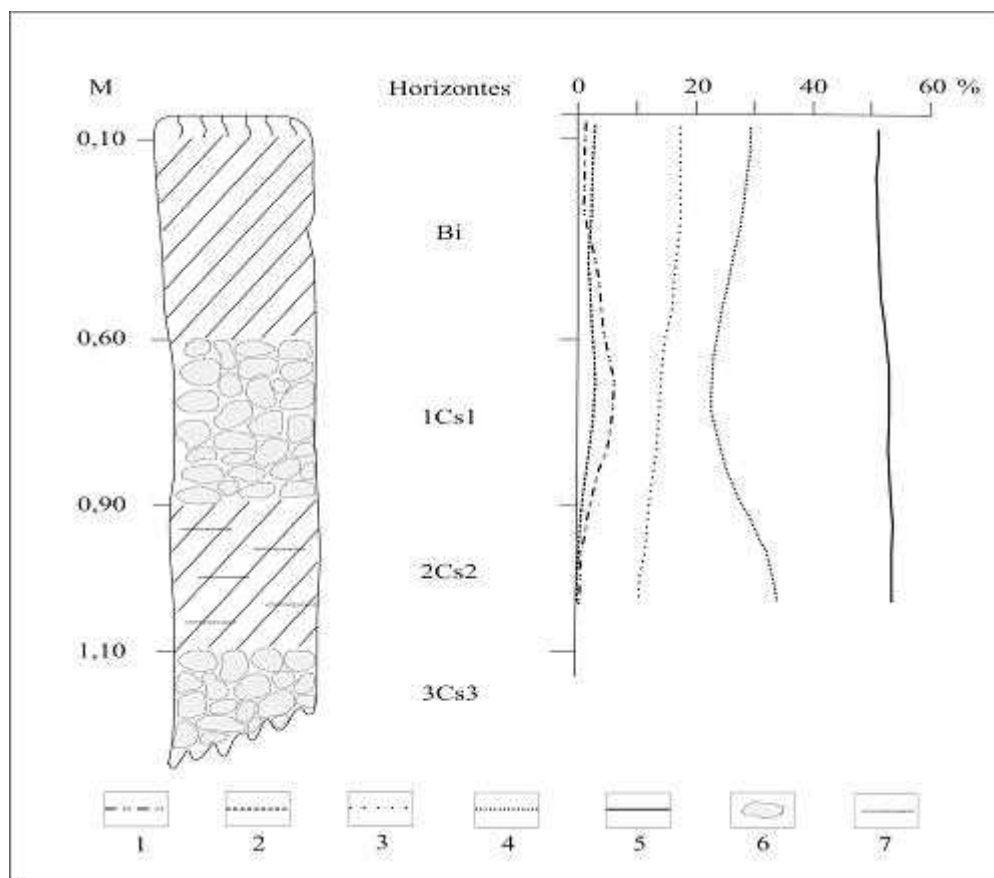


Figura 03 – Horizontes pedogenéticos e granulometria no estágio de alteração II. (1) areia grossa; (2) areia média; (3) areia fina; (4) silte; (5) argila; (6) clasto com alteração moderadamente desenvolvida; (7) níveis de óxidos.

A partir do estágio de alteração II em direção aos estágios com alteração mais recente, III e IV, respectivamente clastos pobremente alterados e com córtex descolorido, mantém-se a tendência de aumento na concentração, relativa, de sílica e do titânio, e diminuição do alumínio e ferro férrico (Tabela 02). Em contrapartida, o ferro ferroso (FeO) aumenta em direção aos clastos menos alterados na mesma proporção que o férrico (Fe₂O₃) diminui. Do mesmo modo que a quantidade de sílica, o teor das bases aumenta para as classes menos alteradas (Tabela 02).

5- Conclusões

Os resultados mostram tendência latossólica do solo no estágio de alteração I, com variação no horizonte B, passando de nítico para textural. A intensa atuação hidrolítica permite enquadrar esse solo como ferruginoso dessaturado. No estágio de alteração II o solo apresenta horizonte B incipiente, desenvolvido a partir de condição geoquímica de hidrólise parcial, interpretado como transição entre fersialítico e ferruginoso dessaturado, confirmado pelo enriquecimento de sílica e decréscimo dos teores de alumínio e ferro férrico. Em direção aos estágios mais recentes (III e IV), respectivamente clastos pobremente alterados e com córtex de alteração descolorido, mantém-se a tendência de aumento na concentração, relativa, de sílica e do titânio e diminuição do alumínio e ferro férrico.

Enfim, a determinação analítica dos materiais, tanto pedogenética quanto química dos clastos, confirma a individualização de estágios de alteração sugerida por Pontelli (1998) obtida a partir das características morfológicas observadas em campo, destacando-se os seguintes aspectos: a) aumento na concentração de sílica e do titânio; b) diminuição do alumínio e ferro férrico; c) aumento do ferro ferroso e do teor das bases, em direção aos clastos menos alterados.

6- Bibliografia

- Blissenbach, E. (1954) Geology of Alluvial Fans in Semiarid Regions. In *Bulletin of the Geological Society of America*. 65:175-190.
- Bull, W.B. (1968) Alluvial Fans. *Journal of Geological Education*, 16(3):101-106.
- Dorn, R. I. (1996) Climatic Hypotheses of Alluvial-fan Evolution in Death Valley are not testable. In Rhoads, B. L. e Thorn, C. E. (Ed.) *The Scientific Nature of Geomorphology*. John Wiley & Sons. 481p.
- Drew, F. (1873) Alluvial and lacustrine deposits and glacial records of the upper Indus basin. *Geological Soc. London Quaternary Journal*. 29:441-471.
- Duarte, G. M. (1995) *Depósitos Cenozóicos Costeiros e a Morfologia do Extremo Sul de Santa Catarina*. Vol.01. USP. 300p. (Tese de Doutorado).
- Duchaufour, P. (1997) *Abrégé de Pédologie – Sol, Végétation, Environnement*. Masson. 291p.
- Harvey, A. M. e Wells, S. G. (1994) Late Pleistocene and Holocene changes in hillslope sediment supply to alluvial fan systems: Zzyzx, Califórnia. In Millington, A.C. & PYE,

K.(Edts.) *Enviromental Change in Drylands. Biogeographical and Geomorphological Perspectives*. John Wiley & Sons. 67-84.

Harvey, A. M. (1978) Dissected Alluvial Fans in Southeast Spain. *Catena*. 05: 177-211.

Ono, Y. (1990) Alluvial Fans in Japan aand South Korea. In Rachocki, A. e Church, M. (Eds). *Alluvial Fans. A Field Approach*. John Wiley & Sons. 91- 107.

Owen, L. A., Windley, B. F., Cunningham, W. D., Badamgarav, J. & Dorjnamjaa, D. (1997) Quaternary alluvial fans in the Gobi of southern Mongolia: evidence for neotectonics and climate change. *Journal of Quaternary Science*. 12 (3):239-252.

Pontelli, M. E. *Pedomorfoestratigrafia de depósitos de leques aluviais: Bacia do Rio Itoupava, sul do Estado de Santa Catarina*. (2005). UFSC. 220p. Tese de Doutorado.

Pontelli, M. E. (1998) *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*. UFSC, Dissertação de Mestrado, 125p.

Talbot, M.R. (1979) Cyclic Alluvial Fan Sedimentation on the Flanks of Fixed Dunes, Janjari, Central Niger. *Catena*. 6:43-62.

Wright, V.P. & Alonso Zarza, A.M. (1990) Pedostratigraphic models for alluvial fan deposits: a tool for interpreting ancient sequences. In *Journal of the Geological Society*. 147:8-10.