

## **PROPRIEDADES MICROMORFOLÓGICAS DE ESTÁGIOS DE ALTERAÇÃO EM LEQUES ALUVIAIS DE AMBIENTE SUBTROPICAL COSTEIRO – SUL DO ESTADO DE SANTA CATARINA (BRASIL)**

PONTELLI, M. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Francisco Beltrão  
Rua Maringá, 1200, Francisco Beltrão (PR) – CEP 85.605-010  
Fone: (0xx) 46 3524-1661; Fax: (0xx) 46 3523-0011  
[mepontelli@hotmail.com](mailto:mepontelli@hotmail.com)

PAISANI, J.C.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Francisco Beltrão  
Rua Maringá, 1200, Francisco Beltrão (PR) – CEP 85.605-010  
Fone: (0xx) 46 3524-1661; Fax: (0xx) 46 3523-0011  
[juliopaisani@hotmail.com](mailto:juliopaisani@hotmail.com)

### **RESUMO**

O sul do Estado de Santa Catarina localiza-se em zona subtropical e apresenta ampla planície constituída por sedimentos costeiros e continentais de idade Cenozóica. A área é drenada por dois sistemas hidrográficos principais, rios Mampituba e Araranguá, cujas nascentes se situam na escarpa da Serra Geral, borda leste do Planalto Meridional Brasileiro. Os depósitos continentais são do tipo leques aluviais, compostos por materiais rudáceos, pobremente selecionados e predominantemente de origem basáltica. Em mapeamento realizado na Bacia do Rio Itoupava – sistema do Rio Araranguá, a partir de características morfológicas dos materiais, observadas em campo, individualiza-se cinco estágios diferenciados de alteração nos depósitos de leque, englobando desde clastos completamente alterados até aqueles com córtex fracamente desenvolvido. Não se conhece a organização interna dos materiais nesses estágios de alteração, principalmente se a diferenciação macroscópica se mantém em escala micromorfológica. Assim, o presente trabalho verifica se os estágios de alteração, estabelecidos através da descrição morfológica dos materiais apresentam diferenciação de organização micromorfológica, tanto no material pedogeneizado quanto na alterita. Utilizou-se a técnica de micromorfologia de solos e rochas para analisar 20 lâminas, tipo petrográficas, representativas de horizontes pedogeneizados, alterita e clastos em processo de alteração. Na organização dos materiais no estágio de alteração I, destaca-se o predomínio de estrutura pédica e porosidade vinculada ao desenvolvimento pedogenético, com a estrutura de base gradando de porfírica para microagregados. Em termos pedológicos indica transformação de solo estruturado para microagregado. A diferença de organização micromorfológica do material se acentua do estágio de alteração I para o II. O material pedogeneizado no estágio de alteração II mostra estrutura pédica bem desenvolvida com presença de minerais primários no esqueleto, tipo piroxênios e feldspatos, parcialmente alterados. Tanto no estágio de alteração I quanto II, o predomínio do plasma bruno escuro (opaco) sob o plasma argílico (bruno avermelhado), formando a base dos agregados, demonstra a gênese ferruginosa dos solos. No estágio de alteração III, os feldspatos e piroxênios se apresentam como alteroplasma na faixa mais externa dos clastos, enquanto na classe IV e V a alteração desses minerais se mostra nas bordas e ao longo dos planos de clivagens. A caracterização microscópica dos materiais, tanto da organização pedogenética quanto dos clastos, confirma a individualização de estágios de alteração obtida a partir das características morfológicas observadas em campo.

Palavras-chave: micromorfologia; estágios de alteração; leques aluviais; zona subtropical; planície costeira sul-catarinense.

## **1. INTRODUÇÃO**

Leques aluviais constituem tipo específico de depósitos que se acumulam na base de escarpa montanhosa ou de terreno elevado, em contato com uma planície (BLISSENBACH, 1954). Esses tipos de depósitos são observados tanto em ambientes de clima desértico e semidesértico quanto em ambiente úmido (KOCHEL e JOHNSON, 1984). No sul do Estado de Santa Catarina, região subtropical, parte dos depósitos que compõem a planície costeira constituem leques aluviais (DUARTE, 1995).

A realização de mapeamento da cobertura superficial na planície sul catarinense, Bacia do Rio Itoupava - sistema hidrográfico do Rio Araranguá, mostrou que os depósitos de leques apresentam estágios diferenciados de alteração (PONTELLI, 1998; 2005). A individualização dos estágios de alteração baseou-se, essencialmente, em descrições realizadas em campo considerando, sobretudo, a espessura do perfil pedogenético e o desenvolvimento do córtex de alteração dos clastos. No entanto, não se sabe se na escala microscópica existe diferença de organização dos materiais para cada estágio de alteração.

O uso de técnicas microscópicas na identificação dos constituintes elementares de solos e rochas alteradas tem sido aplicado para as mais diversas finalidades, abrangendo tanto os processos de formação quanto a interpretação e classificação do material resultante. Assim, o presente trabalho verifica se os estágios de alteração, estabelecidos através da descrição morfológica dos materiais, apresentam diferenciação de organização micromorfológica, tanto no material pedogeneizado quanto na alterita.

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

O sul do Estado de Santa Catarina localiza-se em zona subtropical e apresenta ampla planície constituída por sedimentos costeiros e continentais de idade Cenozóica (DUARTE, op.cit.). É drenada por dois sistemas hidrográficos principais, rios Mampituba e Araranguá, cujas nascentes se situam na escarpa da Serra Geral, borda leste do Planalto Meridional Brasileiro (Figura 1). A Serra Geral é mantida por rochas sedimentares e efusivas que compõem a seqüência Gonduânica da Bacia do Paraná. A partir dos 500m de altitude predominam as rochas vulcânicas, de natureza predominantemente básicas, bem como intermediárias até ácidas no topo, que compõem a Formação Serra Geral (DEMH, 1994).

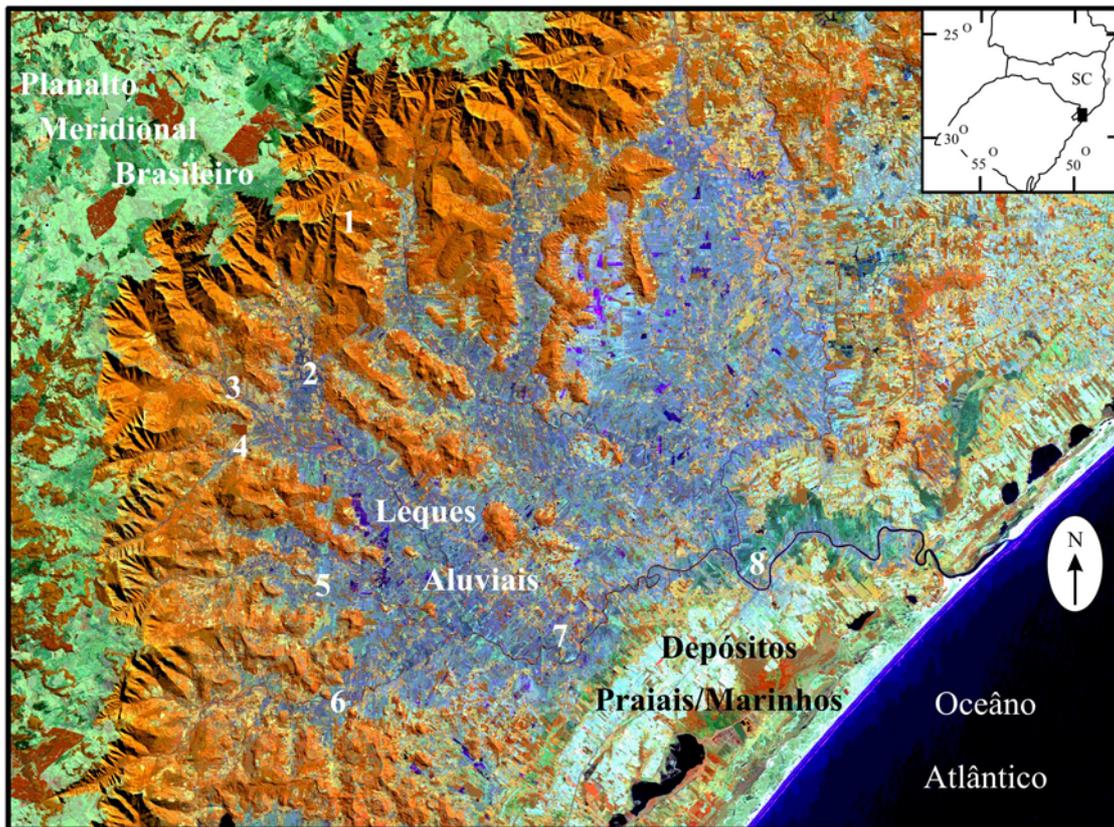


Figura 1 – Aspecto geral da planície costeira sul-catarinense – Bacia do Rio Araranguá. Imagem de Satélite Landsat ETM+ 220-080, 28/09/99, composição colorida bandas 354. 1= Escarpa do Planalto Meridional Brasileiro; 2 = Rio Amola Faca; 3 = Rio Rocinha; 4 = Rio Figueira; 5 = Rio Pinheirinho; 6 = Rio da Pedra; 7 = Rio Itoupava; 8= Rio Araranguá.

O trabalho erosivo dos rios no Rebordo do Planalto Meridional originou relevo escarpado e profundamente dissecado (Figura 1), com desenvolvimento de vales muito encaixados, na forma de verdadeiros *canyons* que se abrem para a planície aluvial (DUARTE, op.cit.).

Os depósitos de leques aluviais na área se encontram inicialmente confinados em vales individuais no sopé da Serra Geral (*fan-bays*), apresentando morfologia superficial de lóbulos que se intercalam com paleo-canais secundários, por vezes reativados. A partir da área não-confinada, os depósitos de leques aluviais se mostram interdigitados lateralmente – *coalescentes* (BLISSENBACH, op.cit.), formando uma planície de *avental aluvial* (BULL, 1968). Os materiais que compõem os depósitos são, em geral, rudáceos pobremente selecionados e predominantemente de origem basáltica (DUARTE, op.cit.). Dentre os clastos de basalto aparecem representantes de todos os tipos de magmas (básicos a ácidos) e de texturas amigdalóide à vítrea.

Ao longo da planície do Rio Itoupava (Figura 1) individualizam-se cinco estágios de alteração nos depósitos de leque (PONTELLI, 2005), englobando desde clastos

completamente alterados até aqueles com córtex fracamente desenvolvido (Figura 2). O estágio I refere-se aos depósitos que apresentam, em geral, horizonte pedogeneizado com mais de 100cm 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 5cm (Figura 2). No estágio II os depósitos apresentam espessura máxima de 0,50m de material pedogeneizado até o início da alterita. Os clastos mostram córtex de alteração de 0,5 a 1cm 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 0,2cm, 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**

Coletou-se 16 amostras indeformadas dos horizontes pedogenéticos individualizados nos perfis descritos em seções representativas de cada estágio de alteração (Figura 2), utilizando-se caixas de cartolina, de tamanho 10 x 5cm. A amostragem obedeceu à ordem dos horizontes definidos em campo até o nível da alterita. Impregnou-se as amostras no Laboratório de Laminação do Depto. de Geociências – UFSC, utilizando-se resina poliéster, conforme CASTRO (1985). Confecionou-se um total de 20 lâminas delgadas, tipo petrográficas, no Laboratório de Laminação, Instituto de Geociências – USP, representantes de horizontes pedogeneizados, alterita e clastos em processo de alteração.

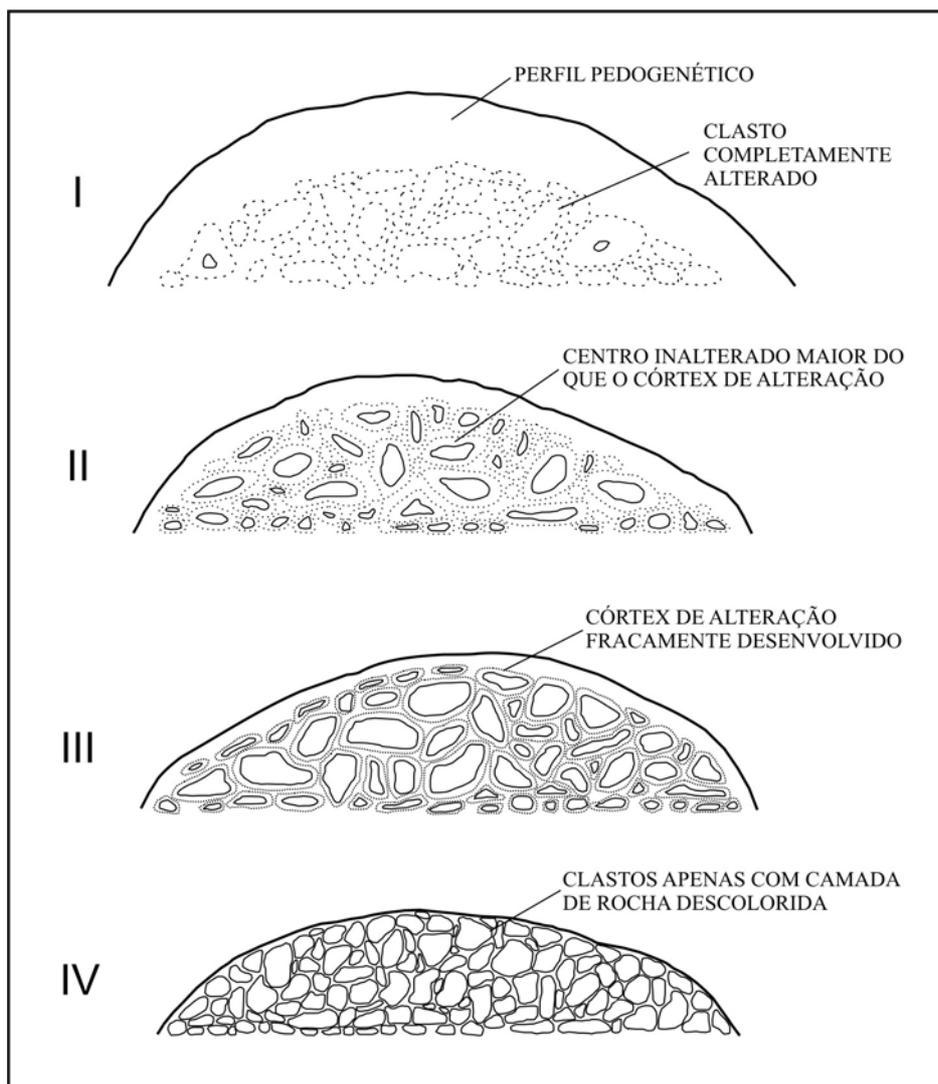


Figura 2 – Estágios de alteração identificados na planície aluvial do Rio Itoupava, segundo PONTELLI (1998). O estágio V (materiais do canal atual) não foi representado.

Na análise das lâminas utilizou-se microscópio óptico e fotomicroscópio óptico, ambos do Laboratório de Microscopia Ótica, do Depto. de Geociências - UFSC, seguindo-se os roteiros descritivos para solos (CASTRO, 1989) e para alteritas (DELVIGNE, 1998). Nos horizontes pedogeneizados descreveu-se: a) tamanho, forma e arranjo dos agregados; b) as características dos componentes: plasma, esqueleto e poros; sua distribuição relativa, estabelecida através da frequência no campo visual; sua organização e estrutura de base; c) os tipos e dimensões dos poros; d) as estruturas plásmicas e existência de feições pedológicas; e) a presença e distribuição relativa de litorelíquias (FITZPATRICK, 1984; BREWER, 1976; CASTRO, 1989). Na alterita e nos clastos apresentando córtex de alteração descreveu-se: porosidade secundária, incluindo arranjo de poros e produtos secundários, sua forma e classificação; tipo de plasma; presença de minerais primários e

sua distribuição relativa; grau de alterabilidade e localização da alteração nos minerais primários (DELVIGNE, op.cit.).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nos estágios de alteração I e II descreveu-se as principais características da organização micromorfológica tanto do perfil pedológico quanto da alterita. As classes restantes III, IV e V não apresentam desenvolvimento de material pedogeneizado, sendo analisado apenas as características micromorfológicas dos clastos.

##### **4.1 Organização do material no estágio de alteração I**

A análise das lâminas do perfil pedológico no estágio de alteração I (Figura 2) mostrou material pedogeneizado apresentando estrutura pédica moderadamente desenvolvida, manifestando extinção sépica (em ilhas) e porosidade vinculada à evolução pedogenética. Em direção ao horizonte B observa-se início de dismantelamento em agregados menores, com pequeno aumento de plasma (Figura 3-A). Por vezes, os pedes granulares menores aparecem preenchendo pequenas cavidades, apresentando estrutura de base aglomeroplásmica, o que sugere perda de matéria. Reforçam esta idéia a existência de feições pedológicas do tipo cutã de iluviação em poro fissural, e pedotúbulo (Figura 3-B). A presença de porosidade fissural no interior dos agregados, ligada a áreas com predomínio de plasma vermelho-escuro, mostra relação do material com processos de esforços e tensões, possivelmente pela alternância de fases de ressecamento e umedecimento do material (Figura 3-C). Na alterita de depósito de clastos de basalto destaca-se, primeiramente, a ausência de minerais primários preservados na massa alterada dos clastos. Esses, quando mantêm a estrutura conservada, mostram material predominantemente tipo alteroplasma, de cor bruno escura. Em menor quantidade aparece pequenos domínios de plasma amarelo-avermelhado (argílico), bem como percentual pequeno (10%) de esqueleto e de poros (Figura 3-D).

##### **4.2 Organização do material no estágio de alteração II**

No estágio de alteração II (Figura 2) o perfil pedogeneizado apresenta características pédicas fortemente desenvolvidas em agregados poliédricos grandes, com paredes onduladas a rugosas (textura média). O formato geral é sub-angular, com distribuição porfírica e estrutura plásmica sépica vossépica. Exibe aproximadamente 60% de plasma, 25% de esqueleto e 15% de poros. Sob luz natural, o plasma apresenta cores

bruna amarelada escura e amarela avermelhada. O primeiro é predominante (80%), distribuindo-se como massa pastosa no interior dos agregados, com muitos pontos escuros e amarelos (Figura 4-A). Em geral é opaco, apenas mostrando extinção pontuada em pequenas estrias, o que desenvolve estrutura plásmica inséptica. Já o plasma amarelo avermelhado constitui domínios mineralógicos em manchas no interior dos agregados, resultando extinção estriada tipo mossépica. No entanto, sua maior ocorrência relaciona-se a domínios vinculados a poros, tanto no interior dos agregados quanto em suas bordas (Figura 4-B). A origem desse plasma pode estar relacionada tanto a perda de óxidos (depleção) quanto por transformação do material por hidratação. O esqueleto apresenta predomínio de minerais primários (aproximadamente 70%), tipo quartzo, ao longo de toda a extensão do horizonte. São grãos de tamanho areia fina, totalmente idiomorfos, subarredondados a subangulares, e bem selecionados. Distribui-se aleatoriamente no interior dos agregados. O restante do esqueleto (30%) corresponde a litoreliquias já alterados e nódulos de ferro.

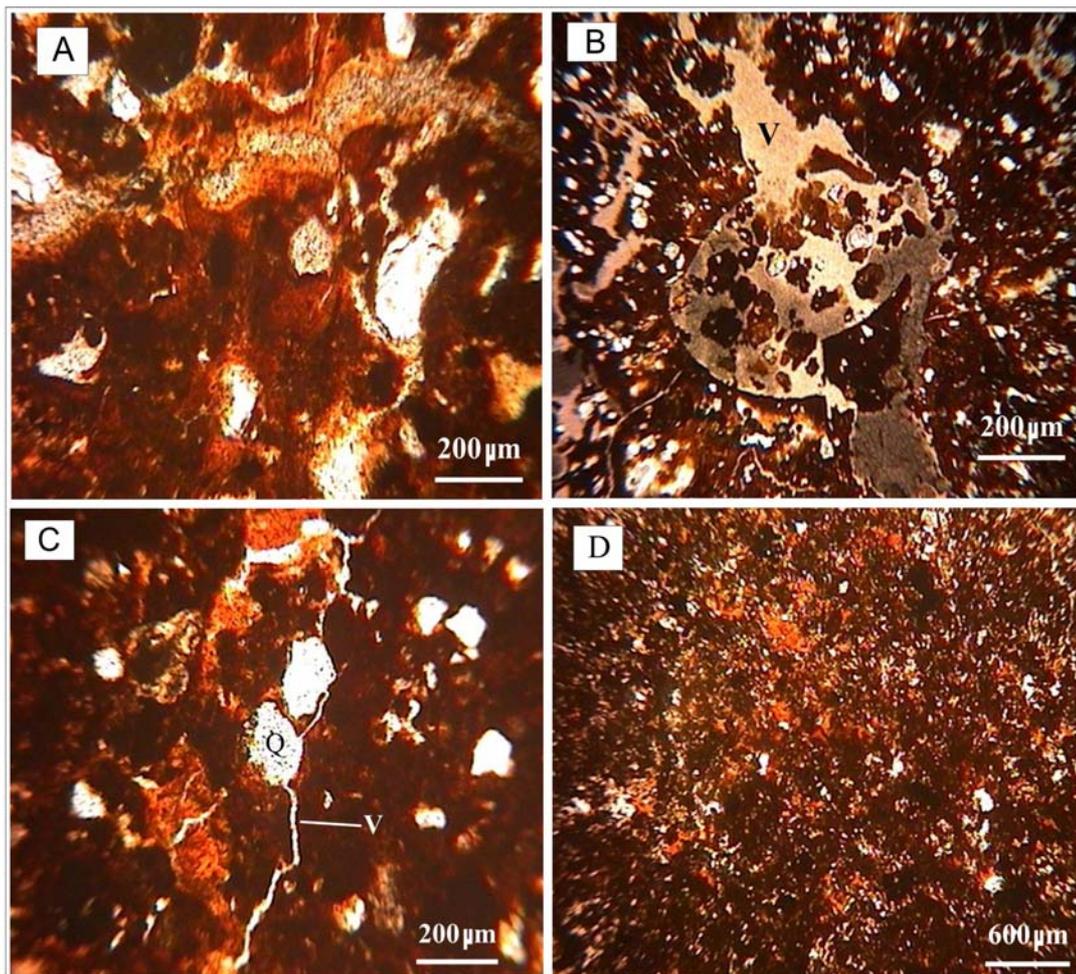


Figura 3 – Imagens micrográficas do material no estágio de alteração I (V = poros; Q = quartzo).

A porosidade mostra-se relativamente pouco freqüente (15%) na base do horizonte, aumentando consideravelmente em direção ao topo (50%). Nos dois casos predomina a porosidade formada entre os pedes (60%) que se mostra com macroporos muito finos, tipo ortocavitários, metacavitários e mesoporos muito finos tipo rachaduras. No topo as rachaduras apresentam tamanho macro (Figura 4-B). No interior dos pedes a porosidade mostra predomínio de macroporos finos tipo ortocavitários e muito finos tipo fissurais. Essa porosidade indica o processo atual de microagregação a que o material tem sido submetido.

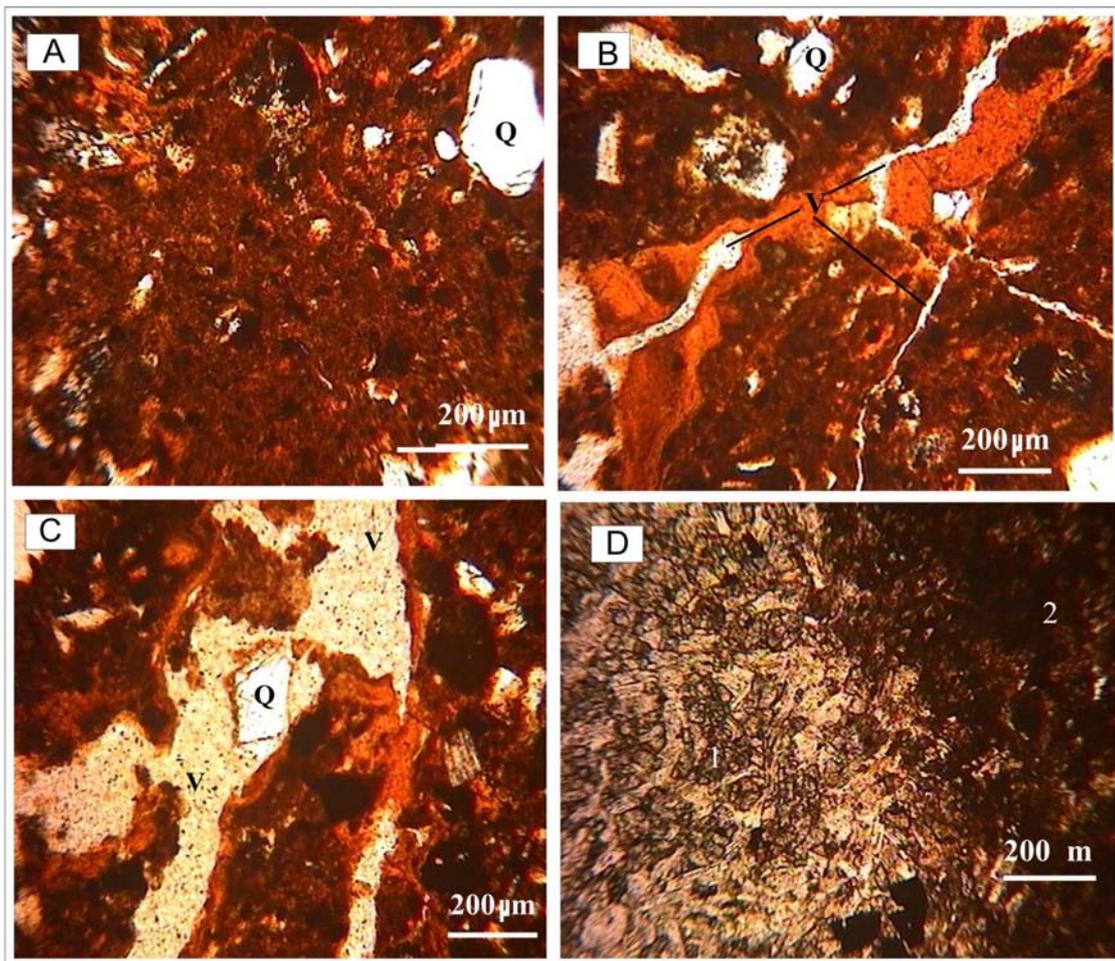


Figura 4 – Imagens micrográficas do estágio de alteração II (Q= quartzo; V= poros; 1 = faixa interna, minerais primários; 2 = faixa externa, alteroplasma).

Os clastos, moderadamente alterados, apresentam três faixas concêntricas. Uma interna, com domínio de minerais primários formando o esqueleto, com alteroplasma nos planos de clivagem, principalmente nos feldspatos. Os piroxênios e augitas apresentam maior área alterada e de cor vermelha-escura.. Na faixa intermediária aparece 10% de alteroplasma, alteração nos planos de clivagem dos minerais primários e dissolução nas

bordas dos piroxênios. No domínio externo mais de 90% constitui alteroplasma, enquanto apenas 5% é representado por esqueleto (Figura 4-C).

### 4.3 Organização micromorfológica no estágio de alteração III

Nos clastos integrantes do estágio de alteração III é possível distinguir, microscopicamente, três faixas concêntricas. Na faixa interna observa-se textura tragnítica (Figura 5-A), com minerais primários apresentando concentração de óxidos nas bordas, e porosidade tipo fraturas. A mesma textura é observada na faixa intermediária, cujos minerais primários do tipo piroxênios já se apresentam alterados, embora preservando a forma. Observa-se porosidade fissural e diminuição na concentração de óxidos. Na faixa mais externa, 90% do material apresenta constituição de alteroplasma, com muitos pontos de concentração de óxidos (Figura 5-B). Os outros 10% correspondem a predomínio de minerais tipo magnetita/ilmenita.

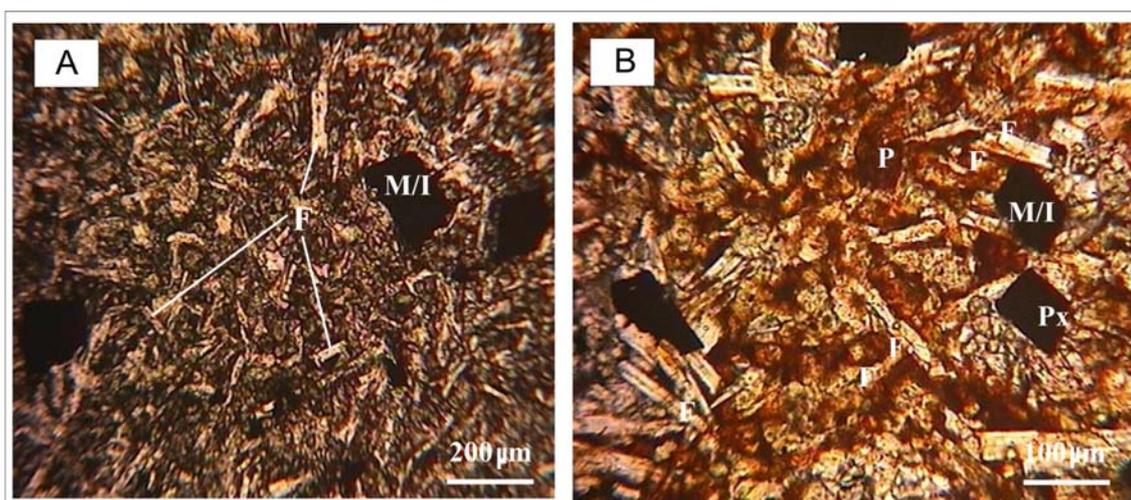


Figura 5- Imagens micrográficas de clasto no estágio de alteração III (F= feldspato; M/I= magnetita/ilmenita; P= piroxênio).

### 4.4 Organização micromorfológica nos estágios de alteração IV e V

No estágio de alteração IV a camada de rocha descolorida (Figura 2) corresponde ao processo inicial de alteração dos piroxênios, que se inicia pelas bordas do mineral, com variedade de cores e concentração de óxidos. Nos feldspatos a alteração apresenta cor amarelo-ouro, com extinção manchada fraca, concentrando-se ao longo dos planos de clivagens (Figura 6-A). Observa-se presença de alteroplasma com pequenos domínios de cor amarela avermelhada. No estágio de alteração V (Figura 6-B) observam-se as mesmas características de alteração dos minerais primários (feldspatos e piroxênios). A única diferença neste estágio de alteração é a ausência de alteroplasma.

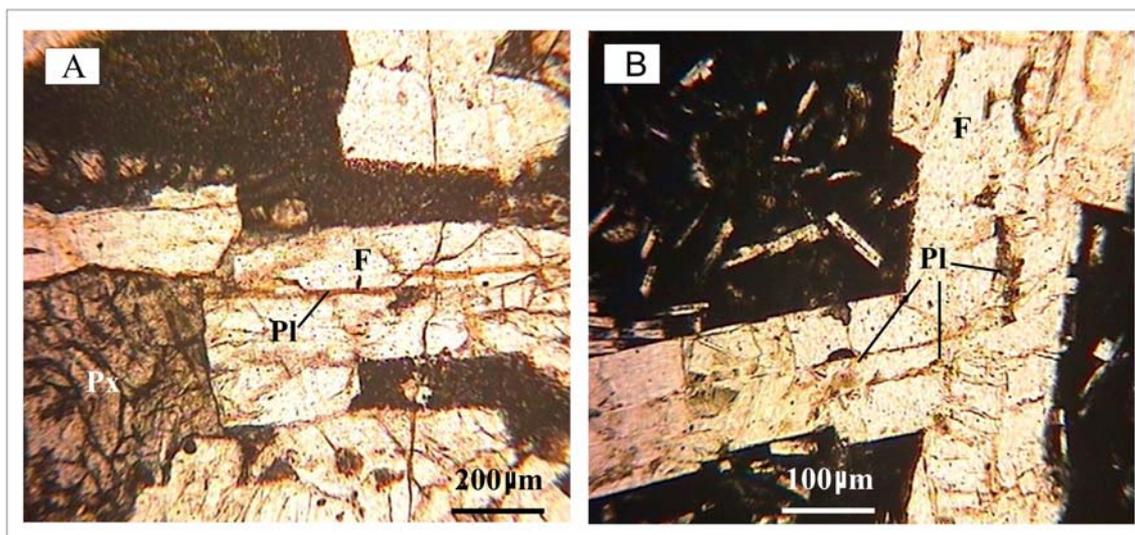


Figura 6- Imagens micrográficas de clasto no estágio de alteração IV (A) e V (B). (F=feldspato; Pl= plasma; Px = piroxênio).

## 5. CONCLUSÕES

A caracterização microscópica dos materiais, tanto da organização pedogenética quanto dos clastos, confirma a individualização de estágios de alteração obtida a partir das características morfológicas observadas em campo. Na organização dos materiais no estágio de alteração I, destaca-se o predomínio de estrutura pédica e porosidade vinculada ao desenvolvimento pedogenético, com a estrutura de base gradando de porfírica para microagregados. Em termos pedológicos indica transformação de solo estruturado para microagregado. A diferença de organização micromorfológica do material se acentua do estágio de alteração I para o II. O material pedogeneizado no estágio de alteração II mostra estrutura pédica bem desenvolvida com presença de minerais primários no esqueleto, tipo piroxênios e feldspatos, parcialmente alterados. Tanto no estágio de alteração I quanto II, o predomínio do plasma bruno escuro (opaco) sob o plasma argílico (bruno avermelhado), formando a base dos agregados, demonstra a gênese ferruginosa dos solos.

No estágio de alteração III, os feldspatos e piroxênios se apresentam como alteroplasma na faixa mais externa dos clastos, enquanto na classe IV e V a alteração desses minerais se mostra nas bordas e ao longo dos planos de clivagens.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLISSENBACH, E. Geology of Alluvial Fans in Semiarid Regions. In: *Bulletin of the Geological Society of America*, Vol.65, 1954, p.175-190.
- BREWER, R. *Fabric and analysis of soils*. Robert Krieger Publs. Co. Hungston. Nova York, 1976, 482p.
- BULL, W.B. Alluvial Fans. In: *Journal of Geological Education*, Vol.16,1968, p.101-106.
- CASTRO, S. S. *Micromorfologia de solos – pequeno guia para descrição de lâminas delgadas*. DG-USP/IPT, 1989, 87p.
- CASTRO, S.S. Impregnação de amostras de solo para confecção de lâminas delgadas. Campinas: *Boletim Informativo da SBCS*, 15, 1985, p. 44.
- DELVIGNE, J.E. *Atlas of Micromorphology of Mineral Alteration and Weathering*. Canadá: The Canadian Mineralogist, Special Publication 3, 1998, 495p.
- DEMH – Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina. *Coluna White Estratigráfica da Bacia do Paraná no Sul de SC–Brasil*. 1994, N° 04.
- DUARTE, G. M. *Depósitos Cenozóicos Costeiros e a Morfologia do Extremo Sul de Santa Catarina*. Vol.01. 1995, 300p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP.
- FITZPATRICK, E. A. *Micromorphology of Soils*. Chapman and Hall, 1984, 433p.
- KOCHEL,R.C.; JOHNSON,R.A. Geomorphology and Sedimentology of humid-Temperate Alluvial Fans, Central Virginia. In: KOSTER, E.H.; STEEL, R.J. (Eds) *Sedimentology of Gravels and Conglomerates*. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 10, 1984, p.109-122.
- PONTELLI, M. E. *Pedomorfoestratigrafia de depósitos de leques aluviais: Bacia do Rio Itoupava, sul do Estado de Santa Catarina*. 2005, 220p. Tese de Doutorado, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
- 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*. 1998 , 125p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.