

**JOÃO BOSCO PAES SOBRINHO**

**MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DE SOLOS DAS SERRAS DO  
LESTE CATARINENSE**

**LAGES - SC**

**2005**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**JOÃO BOSCO PAES SOBRINHO**

**MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA DE SOLOS DAS SERRAS DO  
LESTE CATARINENSE**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Curso de Mestrado em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador: Dr. Jaime Antonio de Almeida.

**LAGES-SC.**

**2005**

**FICHA CATALOGRAFICA**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

## AGRADECIMENTOS

Ao povo brasileiro, que através de sua agência de fomento à pós-graduação (CAPES), permitiu com a bolsa e recursos, a realização deste trabalho.

Em especial ao povo catarinense, que por intermédio da UDESC, e pela segunda vez, possibilita a realização de um sonho.

Ao professor Jaime, pela orientação e amizade.

À minha família, pelo apoio, carinho e compreensão.

A todos os professores, de graduação e de mestrado, que através do seu esforço e determinação conseguiram tornar o curso de agronomia do CAV uma referência.

Aos colegas, pela convivência, especialmente ao Olmar e ao Fernando, pela socialização das mágoas e alegrias.

Ao professor Álvaro Mafra, pela participação na coleta e descrição dos solos.

Aos bolsistas de iniciação científica, Kramer e Joni, pela ajuda nas análises.

Aos laboratoristas, Alcir e Henrique, pela readaptação aos equipamentos.

Aos funcionários, que possibilitam o bom funcionamento da instituição.

A todos, que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

Dados sobre a composição mineralógica dos solos de Santa Catarina são escassos. Nas serras litorâneas do Sul Catarinense praticamente inexitem informações sobre a gênese dos solos e sua composição mineralógica. O presente trabalho objetivou caracterizar, do ponto de vista morfológico, físico e químico, perfis de solo representativos desta região, bem como identificar os componentes mineralógicos desses solos e estabelecer relações entre as propriedades químicas dos solos com sua composição mineralógica. Selecionou-se sete perfis, notadamente de Argissolos (Podzólicos), contemplando materiais de origem diferenciados. Os perfis foram descritos quanto à morfologia e aspectos do meio físico. Na TFSA, efetuaram-se análises físicas e químicas, para caracterização dos solos. Na argila fez-se pré-tratamentos de saturação com K, Mg e Mg + etileno glicol para análises mineralógicas por difratometria de raios X (DRX). O silte foi analisado na forma de pó. A maioria dos perfis apresenta reação ácida, médios a baixos teores de carbono orgânico e baixos valores de soma e saturação por bases, indicando tratar-se de solos lixiviados e muito intemperizados. A mineralogia da fração argila dos solos foi similar entre os perfis, com caulinita como argilomineral dominante, seguida de proporções baixas de illita, vermiculita com polímeros de Al entrecamadas, e interestratificados illita-vermiculita. Óxidos de alumínio do tipo gibbsita, bem como quartzo, também foram constatados em alguns perfis. Apesar da proporção expressiva de argilominerais 2:1 em vários solos, a CTC da fração argila dos solos foi baixa, provavelmente porque os referidos argilominerais apresentam intercalação com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, que reduziram a CTC dos mesmos.

**Palavras-chave:** Argissolos. Mineralogia. Gênese. Propriedades químicas.

## ABSTRACT

Information about mineralogical composition of Santa Catarina soils is scarce. In the south coast mountains of Santa Catarina state, studies about soil mineralogy and genesis are rare. The objectives of this work were to characterize the morphology, chemical, physical and mineralogical attributes of representative soil profiles of this region, to identify soil mineralogical composition and make relationships between soil chemical properties with mineralogical data. Five ultisols, one cambisol and one entisol derived from different lithologies were selected for this study. Morphology and physical aspects of the environment were described. To characterize the soil horizons of each profile physical and chemical routine analyses were performed in the fine earth. In the clay fraction, samples were saturated with K, Mg and Mg plus ethylene glycol and analysed by X Ray diffractometry. Silt was analysed in powder. Soil profiles are acid, with low organic carbon and low sum of bases and base saturation, to indicate that soils were highly weathered and leached. Clay soil composition was very similar between the soils. Kaolinite was the clay mineral absolutely dominant, with minor proportions of illite, vermiculite with hydroxy-Al interlayers and interstratified illite-vermiculite. Aluminum oxide (gibbsite) and quartz, were also detected in some profiles. Despite the fact that 2:1 clay minerals were high in some soils, CTC of clay is low, probably because these clay minerals have high hydroxy-Al interlayers, that reduce soil CTC.

**Keywords:** Soils. Mineralogy. Genesis. Chemical properties

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 01.....	33
Quadro 2 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 02.....	35
Quadro 3 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 03.....	37
Quadro 4 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 04.....	39
Quadro 5 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 05.....	41
Quadro 6 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 06.....	43
Quadro 7 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 07.....	45
Quadro 8 – Estimativa da contribuição da fração argila e do carbono para a CTC do solo segundo o método de Bennema (1966) e de acordo com a fórmula de cálculo, considerando ou não a contribuição do carbono para a CTC.....	46
Quadro 9 - Relação percentual entre a área dos picos da caulinita (A 1:1) e área dos picos de argilominerais 2:1 de 10 e 14 Å (A 2:1) comparados com a área total dos argilominerais 1:1 e 2: 1 (A 7,2 +A 10+A 14).....	50

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Difrátogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e C do perfil AG01, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg). Espaçamentos em angstrom (Å).....49
- Figura 2 - Difrátogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e C do perfil AG02, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg EG). Espaçamentos em angstrom (Å).....52
- Figura 3 - Difrátogramas da fração argila orientada dos horizontes A, C e Cr do perfil AG03, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg). Espaçamentos em angstrom (Å).....54
- Figura 4 - Difrátogramas da fração argila orientada dos horizontes A1, Bi e C2do perfil AG04, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg). Espaçamentos em angstrom (Å).....57
- Figura 5 - Difrátogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e C1 do perfil AG05, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg EG). Espaçamentos em angstrom (Å).....59
- Figura 6 - Difrátogramas da fração argila orientada dos horizontes A2, B2 e Cr do perfil AG06, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg EG). Espaçamentos em angstrom (Å).....61

- Figura 7 - Difractogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e Cr do perfil AG07, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg EG). Espaçamentos em angstrom (Å).....64
- Figura 8 - Difractograma demonstrando a composição mineralógica da fração silte dos horizontes B e C de solos estudados.....67

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	11
1.1 HIPOTESE	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	14
2.1 GEOLOGIA	14
2.2 GEOMORFOLOGIA	15
2.3 RELEVO	15
2.4 CLIMA	15
2.5 GÊNESE DO CONTRASTE TEXTURAL EM SOLOS	16
2.6 MATERIAIS DE ORIGEM DOS SOLOS	18
2.7 INTEMPERISMO	20
2.8 MINERAIS PRIMÁRIOS	21
2.9 MINERAIS SECUNDÁRIOS	23
2.9.1 Caulinita	23
2.9.2 Vermiculita	24
2.9.3 Vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas (VHE)	25
2.9.4 Argilominerais interestratificados	25
2.9.5 Mineralogia da fração argila de solos derivados de granitos, gnaisses e rochas sedimentares	26
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	32
4.1 DESCRIÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	32
4.1.1 Perfil AG 01 – Águas Mornas	32
4.1.2 Perfil AG 02 – São Bonifácio	34
4.1.3 Perfil AG 03 – Sangão	36
4.1.4 Perfil AG 04 – São Sebastião	38
4.1.5 Perfil AG 05 – São Gabriel.	40
4.1.6 Perfil AG 06 – Içara	42
4.1.7 Perfil AG 07 –Lauro Müller.	44

4.2 CONTRIBUIÇÃO DO CARBONO E DA FRAÇÃO ARGILA NA CTC DOS SOLOS	46
4.3 MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA	48
4.3.1 Perfil 01- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	48
4.3.2 Perfil 02 – Argissolo Amarelo distrófico	51
4.3.3 Perfil 03 – Neossolo Regolítico eutrófico	53
4.3.4 Perfil 04 – Cambissolo Háptico distrófico	56
4.3.5 Perfil 05 – Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico	58
4.3.6 Perfil 06	60
4.3.7 Perfil 07	62
4.4 MINERALOGIA DA FRAÇÃO SILTE	65
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A intensa ocupação e utilização dos solos catarinenses, aliada a necessidade de exploração sustentável dos recursos naturais nos remete a importância do conhecimento pormenorizado das características básicas de nossos solos.

Nos levantamentos de solos de Santa Catarina (UFSC & SUDESUL, 1973; ATLAS, 1986) a descrição e caracterização dos perfis representativos das classes de solo restringem-se a descrição geral, morfológica e análises físicas e químicas, não havendo, como nos demais levantamentos de solos dos estados brasileiros, informações sobre a mineralogia tanto das frações grosseiras quanto das frações coloidais. Além disso, informações sobre a mineralogia da fração argila dos solos são encontradas apenas para alguns solos ocorrentes em regiões específicas do estado, principalmente aquelas constantes em algumas dissertações e trabalhos de pesquisa (ALMEIDA et al., 1997; BOGNOLA, 1995; CORRÊA, 2003, ALMEIDA, 2003). Estes trabalhos foram realizados sobre solos desenvolvidos de basalto e de rochas sedimentares do Alto Vale do Itajaí e Planalto de Lages. Nas demais regiões do estado, a mineralogia da fração argila dos solos é praticamente desconhecida.

A unidade geomorfológica Serras do Leste Catarinense abrange expressiva porção do estado de Santa Catarina, correspondendo a uma área alongada no sentido norte-sul, que se estende aproximadamente desde a Serra Dona Francisca, no extremo norte do estado, até as proximidades de Criciúma, no extremo sul. Nesta região domina o relevo forte ondulado, correspondendo ao domínio da Mata Atlântica (ATLAS, 1986). Com base no sistema de classificação de solos em vigor (EMBRAPA, 1999), os solos dominantes nessa região são Argissolos, seguidos de Cambissolos e Neossolos litólicos, sendo desenvolvidos de diferentes

litologias, notadamente de granitos, gnaisses, migmatitos, arenitos e rochas pelíticas (ATLAS, 1986). Nesta região inexistem informações sobre a gênese dos solos e sua composição mineralógica.

Nessa unidade geomorfológica predominam atividades agrícolas diversificadas desenvolvidas por pequenos e médios produtores rurais, que em grande parte utilizam intensivamente o solo, em níveis acima de sua capacidade de uso, devido à forte limitação representada pelo relevo.

Devido às altas precipitações pluviométricas verificadas no Estado de Santa Catarina, o intemperismo dos seus solos foi geralmente alto, resultando em intensa lixiviação das bases, culminando com a formação de solos ácidos e com altos teores de alumínio trocável (ERNANI & ALMEIDA, 1986). Dependendo do clima, do material de origem, posição no relevo e idade, podem ocorrer variações significativas na fertilidade química dos solos, bem como na expressão dos seus componentes mineralógicos (MONIZ, 1975).

Desse modo, espera-se que os constituintes mineralógicos da fração argila dos solos das Serras do Leste Catarinense sejam distintos dos encontrados em outras regiões do estado, uma vez que principalmente nos granitos, gnaisses e migmatitos predominam minerais como quartzo, feldspatos, anfibólios e micas, diferentes portanto dos minerais essenciais encontrados no basalto, por exemplo. Aliado a isto, existem diferenças climáticas sensíveis entre os locais onde foram realizadas as amostragens nos diversos trabalhos, que podem resultar em modificações no tipo e na intensidade das reações de intemperismo, conduzindo a gênese de solos com mineralogia diferenciada.

Nesse sentido, a falta de conhecimento sobre a mineralogia dos solos da porção sul das Serras do Leste Catarinense, notadamente dos Argissolos Vermelhos, Vermelho-Amarelos e Amarelos, que constituem a parcela dominante dos solos, motivou a execução deste trabalho, cujo principal objetivo foi descrever, caracterizar física e quimicamente e identificar os

componentes mineralógicos presentes nestes solos, relacionando esta mineralogia com outros atributos.

### 1.1 HIPÓTESE

Solos das Serras do Leste Catarinense, derivados de diferentes litologias, possuem composição mineralógica distinta de outros solos, desenvolvidos do mesmo material de origem, ocorrentes em outras regiões climáticas brasileiras.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os solos são a resultante da ação conjunta de cinco fatores básicos de formação, teoria clássica elaborada por Dokuchaev em fins do século XIX e mais tarde aperfeiçoada por Jenny (1941), onde o clima, agentes biológicos, relevo e o tempo atuando sobre o material de origem, causariam neste, transformações físicas, químicas, translocações e incorporações de materiais, onde a interação destes fatores produziriam um solo com característica própria do momento de sua formação.

### 2.1 GEOLOGIA

O material de origem dos solos das Serras do Leste Catarinense, na sua porção sul, inclui uma grande variação de tipos de rochas, pertencentes a diferentes formações geológicas, tais como: a) Suíte Intrusiva Pedras Grandes, que é basicamente composta por granitóides não deformados com domínios sub-alcalinos e per-alcalinos, em geral abióticos; b) Complexo Tabuleiro, na faixa granito-gnáissica Santa Rosa de Lima/Tijucas, contendo granitóides foliados de composição diversa incluindo tonalitos a granitos “strictu sensu” com xenólitos anfibolíticos, apresentando características de injeção polifásica e c) Grupo Guatá, representado pelas formações Rio Bonito e Palermo, que são rochas sedimentares de origem marinha, compreendendo siltitos, folhelhos, argilitos e arenitos (UFSM & SUDESUL, 1973; DNPM, 1986).

## 2.2 GEOMORFOLOGIA

Estendendo-se na direção N-S desde as proximidades de Joinville até Laguna, a unidade geomorfológica Serras do Leste Catarinense tem uma área de 13143 Km<sup>2</sup>, o que corresponde a 13,69% da área total do estado. As cotas de altitude variam bastante na unidade, pela proximidade com a costa, apresentando cotas mais baixas em direção ao litoral, atingindo próximo a linha da costa altitudes inferiores a 100m, até cotas bastante elevadas na Serra do Tabuleiro, onde ultrapassam 1200 m em alguns pontos. Uma característica geral do relevo da unidade é dada pela intensa dissecação, que se acha, em grande parte, controlada estruturalmente, com vales profundos, encostas íngremes e sulcadas (ATLAS, 1986).

## 2.3 RELEVO

O relevo varia de ondulado a montanhoso (UFSM, 1973; ATLAS, 1986), e como a maioria dos produtores possuem minifúndios, dependendo da área para seu sustento, a exploração dos solos ocorre, na maioria dos casos, em condições acima do suportável pelo sistema, tanto do ponto de vista químico como físico.

As características de relevo condicionam a evolução dos solos (RESENDE et al., 2002), onde na região, se distribuem de acordo com sua posição no relevo microrregional, ocorrendo desde solos profundos e bem desenvolvidos até solos rasos e pouco desenvolvidos.

## 2.4 CLIMA

Segundo o sistema de classificação climática de Köeppen a região em questão se enquadra no tipo Cfa (clima mesotérmico – C, com temperaturas médias do mês mais frio abaixo de 18°C e acima de 3°C; ao tipo úmido – f, sem estação seca distinta, e de verão quente – a, com as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22 °C). A

precipitação média anual nas Serras do Leste Catarinense varia de 1600 a 1800 mm por ano (ATLAS, 1986).

## 2.5 GÊNESE DO CONTRASTE TEXTURAL EM SOLOS

O gradiente textural é um dos principais parâmetros levados em conta na classificação dos solos, em vários sistemas taxonômicos atualmente em uso. Muitas classes de solo apresentam um incremento de argila em profundidade, normalmente associado à presença de cerosidade.

No atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), Argissolos e Luvisolos devem apresentar e Chernossolos e Plintossolos podem ou não apresentar B textural.

A definição de horizonte B textural do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) é resultante de modificações e adequações do “argilic horizon” da Soil Taxonomy (EUA, 1975). Trata-se de um horizonte mineral subsuperficial com textura franco arenosa ou mais fina, cujas características principais referem-se ao expressivo aumento de argila do horizonte A para o horizonte B e/ou estrutura mais desenvolvida do que a dos Latossolos, associado a presença de cerosidade. No entanto, a cerosidade pode se formar devido a uma única chuva ou inundação, por esta razão, a cerosidade num horizonte B textural deverá estar presente em diferentes faces das unidades estruturais e não exclusivamente nas faces verticais (EMBRAPA, 1999).

A gênese do contraste textural dos Argissolos, antigos Podzólicos, tem sido freqüentemente atribuída a processos de argiluviação (McCALEB, 1959; GAMBLE, 1970; CABRERA-MARTINEZ, 1988). BREWER (1968), entretanto, concluiu que outros processos também podem estar envolvidos, dependendo das condições em que esses solos foram formados. Assim o gradiente textural dos Argissolos pode ser originado também por perda de

argila por fluxo subsuperficial lateral de água ao longo dos declives ( HUGGET, 1976; ALMEIDA, 1992), descontinuidades litológicas (ARNOLD, 1968) ou destruição da argila nos horizontes superiores em solos sujeitos a encharcamento temporário de água, processo denominado de ferrólise (BRINCKMAN, 1979).

Para referir-se aos processos envolvidos no transporte de argila entre os horizontes vários termos são utilizados, tais como eluviação/iluviação, argiluviação, lessivagem, podzolização, etc. Eluviação e iluviação são termos genéricos utilizados para descrever respectivamente, quaisquer processos de perda e ganho de materiais tais como compostos orgânicos, organo-metálicos, ou inorgânicos. A migração mecânica de argila em suspensão é normalmente referida por termos mais específicos, como lessivagem (BELOBROV, 1978; RODE, 1964; BUOL et al., 1973) ou argiluviação (BUOL et al., 1973), O termo Podzolização, embora seja ainda utilizado com uma conotação similar aos anteriores, qualifica um processo específico, que envolve a migração de compostos organo-metálicos em solução (MOOKMA & BURMANN, 1982; LUNDSTRÖM et al., 2000).

McCALEB (1959), utilizando resultados de pesquisas com Podzólicos Vermelho-Amarelos da Carolina do Norte, considera que, embora a formação de argila não possa ser descartada, o processo de transporte vertical de argila e sua deposição no horizonte B exerce grande influência na diferenciação textural destes solos, o que seria evidenciado pela presença de argilas na superfície dos agregados daquele horizonte.

Vários estudos tem demonstrado que o transporte vertical de argila através de poros e fendas, e sua imobilização no horizonte B de muitos solos é um fato incontestável. Em termos quantitativos, entretanto, parecem responder pouco pelo alto contraste textural observado em muitos solos. Trabalhos realizados por BREWER (1968) com seis Terras Bruno-Avermelhadas e cinco Podzólicos Vermelhos da Austrália, nos quais foram quantificadas as proporções da argila formada “in situ” e iluviada no horizonte B, demonstrou que a argila

iluviada não contribuiu significativamente para o total da argila presente no horizonte B, em qualquer solo examinado. O autor concluiu que outros processos, além do transporte mecânico de argila, deviam estar envolvidos sugerindo possíveis mecanismos de intemperismo diferenciados entre os horizontes A e B. Esta conclusão reforça a hipótese de SIMONSON (1949), e é compartilhada por OERTEL (1968), segundo o qual “ a translocação vertical de argila pode ser um processo pedogenético importante, mas parece não haver qualquer evidência inquestionável de que seja o principal processo envolvido na formação de horizontes com máxima acumulação de argila no perfil”.

O intemperismo “in situ”, assim como o transporte e deposição de material inconsolidado, podem contribuir para a acumulação do material de origem. Diferenças texturais entre os horizontes podem ter causas ligadas a descontinuidade litológica (ARNOLD, 1968), devido a eventual deposição de material de textura mais arenosa sobre a superfície durante os eventos geológicos. ALMEIDA (1992) trabalhando com Podzólicos Vermelho-Amarelos do Rio Grande do Sul, observou a influência de processos de lessivagem, evidenciados pela presença de horizontes iluviais, pelo aumento da relação argila fina/argila total em profundidade e pela quantidade expressiva de cerosidade nos horizontes de máxima acumulação, entretanto os ganhos dos horizontes deposicionais foram inferiores às perdas dos horizontes superficiais, o que evidencia uma perda das frações coloidais além dos limites estudados. Estas evidências apontam a possibilidade de que outros processos concorram para a gênese do contraste textural do solo.

## 2.6 MATERIAIS DE ORIGEM DOS SOLOS

Os granitos representam parcela expressiva da litologia subjacente aos solos do Sul das Serras do Leste Catarinense. O granito é uma rocha de coloração clara, composta essencialmente de quartzo e feldspatos, com pequenas quantidades de outros minerais,

principalmente mica e anfibólio (em geral hornblenda). Os granitos encontram-se expostos na superfície pela erosão das cadeias de montanhas, nos lugares onde as rochas metamórficas foram mais profundamente erodidas, pois supõe-se que as rochas graníticas derivem de magmas produzidos pelo aquecimento e fusão parcial das rochas da crosta. Quando as placas tectônicas se movimentaram o magma foi comprimido em direção à superfície e após resfriar, no interior da crosta, constituíram o núcleo de antigas cadeias de montanhas (BIGARELLA, 1996). Devido a sua textura fanerítica, o intemperismo dos granitos geralmente dá origem a solos com textura superficial grosseira, onde predominam os cristais de quartzo e alguns feldspatos (VIEIRA, 1975).

As rochas sedimentares originaram-se a partir da remoção e acumulação dos produtos resultantes do intemperismo de qualquer tipo de rocha, bem como da deposição de qualquer material proveniente da atividade animal ou vegetal, e representam a ação dos processos geológicos naturais através dos tempos (BIGARELLA, 1996). Após consolidarem pela ação de agentes cimentantes tais como óxidos, compostos de sílica e carbonatos dão origem a diferentes tipos de rochas, normalmente classificadas em três grupos: químicas, clásticas e orgânicas. A composição de uma rocha sedimentar depende do modo de sua formação e do material contribuinte. Podem ser constituídas de minerais que resistiram ao intemperismo, minerais formados pelos processos de intemperismo, produtos de precipitação e produtos orgânicos, dando origem a solos variados em função de sua formação heterogênea (BIGARELLA, 1996).

Rochas que sofreram algum tipo de transformação são denominadas metamórficas, sendo formadas pelo metamorfismo de rochas pré-existentes. Processos metamórficos tiveram lugar no interior da crosta terrestre, onde as rochas sofreram transformações mineralógicas devido a altas temperaturas, elevadas pressões e ações de fluidos químicos. Os gnaisses formam-se sob condições de temperaturas e pressões bastante elevadas, geralmente ao redor

das grandes massas ígneas. São rochas de granulação média a grosseira, de aspecto listrado, com os componentes minerais segregados em faixas, que consistem em alternância de minerais de coloração escura (biotita, hornblenda e piroxênio) e clara (quartzo, muscovita e feldspato) (BIGARELLA, 1996), dando xistosidade à rocha. Os migmatitos são rochas mistas, constituídas por um componente antigo(geralmente xisto ou gnaisse) e um componente granítico. A porção escura dos migmatitos é formada por minerais próprios dos xistos e gnaisses, e a parte clara é composta essencialmente por feldspatos e quartzo.

## 2.7 INTEMPERISMO

A rocha, submetida à ação dos agentes do intemperismo, constitui a matriz dos solos (WAMBEKE, 1962; MELFI e PEDRO, 1978). Os constituintes do solo dependem das características da rocha matriz, ou do sedimento que lhe deu origem (físicas e químicas) e dos agentes de intemperismo, principalmente água e temperatura. Portanto, intemperismo pode ser entendido como o conjunto de processos físicos e químicos que atuam na decomposição das rochas, promovendo uma alteração na composição química de seus minerais e dando origem a solos com características herdadas do material de origem. A atuação dos fatores do intemperismo depende da sua intensidade, que é relação direta dos fluxos horizontal e vertical de água, intensidade, periodicidade e fluxo da pluviosidade, condições do meio (pH, concentração de nutrientes) e das temperaturas ao longo do desenvolvimento do perfil de solo (MELFI e PEDRO, 1978). Todos os fatores juntos, ao longo do tempo, imprimem características intrínsecas de uma unidade de solo específica. O solo é resultado das ações acima citadas, das quais resultam suas características químicas, físicas e mineralógicas específicas (JACKSON e SHERMAN, 1953; WAMBEKE, 1962; ESWARAN e DE CONINCK, 1971; MELFI e PEDRO, 1977; MELFI e PEDRO, 1978).

Nas regiões tropicais e subtropicais, após a ação do intemperismo físico, através da fragmentação das rochas, o intemperismo químico age com maior intensidade, e o mecanismo essencial de alteração é a hidrólise (MELFI e PEDRO, 1977). De acordo com a intensidade da hidrólise e a lixiviação ocorrida, didaticamente podemos dividi-la em três graus: bissialitização, monossilalitização e alitização. Quando ocorre a hidrólise parcial, e a lixiviação é fraca, a dessilicação é limitada, mantendo silício suficiente no sistema para a formação de argilominerais 2:1, nos quais parte dos cátions básicos permanecem no sistema, ocupando as estrechadas do argilomineral; a este processo denomina-se bissialitização ou margalitização (MELFI e PEDRO, 1977; RESENDE et al., 2002). Ocorrendo hidrólise parcial com lixiviação mais forte, permitindo uma dessilicação moderada, o silício remanescente formará argilominerais do tipo 1:1 ou caulinita; processo este chamado de monossilalitização ou caulinitização (MELFI e PEDRO, 1977; RESENDE et al., 2002). Sendo o ambiente de formação do solo com fluxo de percolação vertical intenso ocorre uma lixiviação muito forte permitindo a dessilicação completa, mantendo no sistema somente o alumínio que precipitará na forma de óxidos, posteriormente cristalizando na forma de gibbsita; este processo de perda drástica de cátions básicos é denominado alitização (MELFI e PEDRO, 1977; RESENDE et al., 2002).

## 2.8 MINERAIS PRIMÁRIOS

Os minerais primários são aqueles herdados da rocha matriz ou do sedimento que lhe deu origem. Geralmente se encontram nas frações grosseiras do solo, e sua identificação reveste-se de apreciável importância, dado que o conhecimento qualitativo e quantitativo de tais constituintes fornece-nos indicações muito úteis em relação ao grau de evolução do solo, sendo uma fonte direta de elementos nutritivos essenciais para o desenvolvimento das plantas. O conhecimento dos minerais primários existentes nos solos, tem portanto um elevado valor

pedogenético e agronômico e pode indicar uma reserva de nutrientes a longo prazo (SCHULTZE, 1989; ALLEN e HAJEK, 1989), além de indicar o grau de alteração sofrido pela rocha para a formação do solo (MELFI e PEDRO, 1977; MELFI e PEDRO, 1978).

Os principais minerais primários ocorrentes na região do estudo são do grupo do: quartzo, feldspatos, micas, anfibólios (principalmente hornblenda), e piroxênios.

O quartzo é um exemplo de mineral primário altamente resistente ao intemperismo, dada a ausência de substituições isomórficas durante sua formação, ao forte caráter das ligações covalentes, conferindo ao mineral um balanço de cargas nulo e uma alta estabilidade, sendo quimicamente inativo. Ocorre na maioria dos solos, freqüentemente constituindo entre 50 e 95% da fração areia dos mesmos, e forma o chamado “esqueleto” do solo, diluindo a intensa atividade dos argilominerais e da matéria orgânica. Possui área superficial específica de  $2-3 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$  (TAN 1982). É raro o solo sem presença de quartzo, pois este é o componente mais comum da fração silte e areia, e também da argila grossa.

Os feldspatos são aluminossilicatos, e subdividem-se em feldspatos alcalinos e feldspatos plagioclásios, do tipo tectosilicatos, sendo fontes importantes de potássio, sódio e cálcio para o solo. Possuem uma ampla variação que vai desde a albita (essencialmente sódica), ortoclásio (essencialmente potássico) até a anortita (essencialmente cálcica) (ALLEN e HAJEK, 1989; HUANG, 1989;)

As micas são aluminossilicatos do grupo filossilicatos, tipo 2:1, não hidratados, sendo importante fonte de potássio para o solo, de coloração clara ou escura. Os tipos de mica existentes nas rochas ou sedimentos de origem são a biotita e a muscovita. A biotita é mais suscetível ao intemperismo, tornando-a praticamente ausente no solo (ALLEN e HAJEK, 1989; FANNING et al., 1989).

Os piroxênios são minerais de coloração verde escura a preta, do tipo inossilicatos, cujo principal representante é a augita, fonte importante de cálcio, magnésio e elementos traços (ALLEN e HAJEK, 1989; HUANG, 1989).

## 2.9 MINERAIS SECUNDÁRIOS

### 2.9.1 Caulinita

A caulinita pode ser considerada um dos argilominerais de mais ampla ocorrência em solos, sobretudo naqueles de domínio tropical. Esta frequência de distribuição é atribuída a sua formação a partir de uma grande variedade de materiais de origem, podendo ser herdada do material de origem ou produzida por neogênese (JACKSON e SHERMAN, 1953; ESWARAN e DE CONINCK, 1971).

É um mineral do grupo dos filossilicatos, formado por uma camada constituída por uma lâmina de tetraedros de silício e uma de octaedros de alumínio, ou do tipo 1:1; é dioctaedral, com cerca de dois terços de seus octaedros ocupados pelo alumínio. Mineral não expansivo, possui o espaçamento basal fixo em torno de 7,2 Å. Sua fórmula estrutural mínima é  $\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}$ . Possui uma pequena área superficial específica, em torno de 10 a 20  $\text{m}^2\text{g}^{-1}$  de argila, e por ter pouca substituição isomórfica, a sua capacidade de troca de cátions é baixa, de cerca de 3 a 10  $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$  de argila (carga permanente) (KLAMT e MEURER, 2000; WILSON, 1987; TAN, 1982; DIXON, 1989).

As caulinitas de solo, por terem sua formação predominantemente por neogênese, apresentam em geral, elevada desordem estrutural (HUGHES, 1980; APARICIO e GALÁN, 1999), que resulta de um empilhamento desordenado das camadas, e estas podem possuir distorções em um ou mais planos do cristalito (JACKSON, 1965; CULLITY, 1978; BRINDLEY e BROWN, 1980). A caulinita desordenada analisada por difratometria de raios

X apresenta picos mais largos e assimétricos, com menor intensidade (WILSON, 1980; APARICIO e GÁLAN, 1999)

A caulinita ocorre preferencialmente em solos formados em climas quentes e úmidos, onde há acentuada lixiviação de bases, pH baixo e dessilicação parcial durante o intemperismo da rocha matriz (MELFI e PEDRO, 1977). Os minerais que podem dar origem a caulinita por neogênese são olivinas, micas, piroxênios, plagioclásios e feldspatos alcalinos; é geralmente o argilomineral dominante nos solos tropicais e subtropicais, mesmo nos mais jovens (ALLEN e HAJEK, 1989; DIXON, 1989).

### 2.9.2 Vermiculita

A vermiculita é constituída de duas camadas de tetraedros de silício e uma de octaedros de alumínio, com estrutura básica de camadas 2:1, similar à da mica, porém mostra capacidade de expansão em água e líquidos orgânicos. A composição química das vermiculitas é muito similar à de seus materiais de origem. Vermiculitas trioctaedrais e dioctaedrais são originadas, respectivamente da transformação da biotita e da muscovita (DOUGLAS, 1989).

As vermiculitas distinguem-se das micas principalmente pela menor carga negativa na camada, pela característica de expansividade de suas camadas, e pela ocupação do espaço entrecamadas por outros cátions além do K (Mg, Ca, Na), além de moléculas de água (KÄMPF & CURI, 2003). Devido a alta substituição isomórfica, principalmente nas lâminas tetraedrais, a CTC das vermiculitas tem uma amplitude de 115 a 250  $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$  (DOUGLAS, 1989).

A identificação e distinção das vermiculitas e esmectitas pode ser feita após saturação da argila com cátions e compostos orgânicos apropriados; quando saturadas com Mg e impregnadas com etileno glicol ou glicerol as vermiculitas se expandem de 14 até

aproximadamente 15.5 Å, ao passo que as esmectitas se expandem até 17-18 Å. Saturadas com K as vermiculitas se contraem a 10 Å, já as esmectitas mantêm espaçamento de 12 a 15 Å, contraindo-se mediante aquecimento (KÄMPF & CURI, 2003).

### 2.9.3 Vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas (VHE)

Argilominerais 2:1 com hidróxi-Al entrecamadas são minerais pedogênicos formados em ambientes ácidos pela intercalação de polímeros de Al no espaço entrecamadas das estruturas 2:1. Os polímeros de Al modificam significativamente as propriedades físico-químicas dos minerais, proporcionalmente ao grau de preenchimento da entrecamada e a estabilidade dos componentes (KÄMPF & CURI, 2003).

Este processo aumenta a estabilidade termodinâmica do argilomineral, que assim se torna menos susceptível ao intemperismo (KARATHANASIS, 1988), além de dificultar a expansão e contração dos argilominerais e a diminuir a capacidade de troca de cátions por neutralização das cargas das camadas pelos polímeros (BARNHISEL & BERTCH, 1989).

Na DRX, os minerais não apresentam um comportamento padrão, pois a variabilidade vai ser decorrente do ambiente de intemperização, assim as propriedades desse mineral podem variar entre solos e mesmo entre os horizontes do perfil. As VHE mostram reflexo a 14 Å, ligeira expansão no tratamento com glicerol e colapso gradativo e geralmente incompleto a 10 Å por aquecimento até 550 °C (WHITTIG & ALLARDICE, 1986).

### 2.9.4 Argilominerais interestratificados

Apresentam-se no solo como produtos parciais de um processo de síntese ou intemperismo de filossilicatos, e por isto apresentam características que são comuns a dois ou mais minerais de argila (micas, vermiculita, esmectita, caulinita).

São muito comuns nos solos, mas sua identificação é difícil, por ocorrerem, normalmente, em pequenas quantidades (SAWHNEY, 1989). Há dificuldade em separar esses argilominerais dos demais componentes da fração argila, em especial os não regulares (JACKSON, 1969). Quando o cristalito é muito pequeno, ou há vários estágios de interstratificação na amostra, os reflexos no difratograma podem ser pouco expressivos, o que muito prejudica a identificação precisa tanto da morfologia do interstratificado (proporção de cada mineral), quanto da quantidade e tamanho de cristalitos da amostra (CULLITY, 1978).

#### 2.9.5 Mineralogia da fração argila de solos derivados de granitos, gnaisses e rochas sedimentares

Dentre as informações existentes sobre a mineralogia de solos com características semelhantes existentes no Brasil, podemos citar PEREZ et al. (1993), que trabalharam com dezoito Podzólicos de diversas regiões brasileiras e constataram o predomínio de caulinita, com quantidades menores de illita e interstratificados illita-vermiculita. LACERDA et al. (2001) em solos derivados de granito em Minas Gerais encontraram caulinita, gibbsita, óxidos de ferro e VHE. MONIZ et al. (1990), trabalhando com solos originados de gnaiss no Rio de Janeiro, encontrou caulinita e esmectita, enquanto DUARTE et al. (1996) trabalhando com solos da mesma região encontrou caulinita e óxidos de alumínio.

A grande maioria dos Podzólicos (atuais Argissolos) derivados de granitos encontrados no Brasil possui baixa fertilidade natural, com predomínio de caulinita na fração argila (LACERDA et al., 2001). Já os Podzólicos derivados de gnaiss podem apresentar fertilidade variada, de acordo com as variações do clima. Podzólicos de gnaiss de regiões com menor índice pluviométrico são geralmente mais férteis, com uma maior proporção de esmectitas (MONIZ et al., 1990), já os ocorrentes em clima mais úmido são menos férteis

(DUARTE et al., 1996).O mesmo foi constatado nos Podzólicos derivados de rochas pelíticas em trabalho de VIDAL-TORRADO et al. (1999).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Devido a ocorrência de diferentes materiais de origem na porção sul das Serras do Leste Catarinense, tais como granitos, migmatitos, gnaisses e siltitos, assim como outros em menores proporções, buscou-se uma amostragem que fosse representativa, selecionando-se sete perfis das principais classes de solo da região. Por se tratar do material mais recorrente, foram selecionados solos derivados de granito com graus de evolução diferentes, representados por um Argissolo Vermelho-Amarelo, um Cambissolo e um Neossolo. Sobre migmatitos e gnaisses coletaram-se dois perfis, derivados de siltitos e argilitos um perfil e finalmente um perfil desenvolvido de mistura de arenitos e siltitos. A localização aproximada dos perfis é mostrada na figura 1. A descrição geral e morfológica dos mesmos encontra-se no ANEXO A.

A vegetação original dominante na porção sul das Serras do Leste Catarinense enquadra-se como Floresta subtropical subperenifólia (EMBRAPA, 1999) pertencente a mata atlântica.

Segundo a classificação de Köppen, a área em estudo se enquadra no clima Cfa, não havendo período seco, com precipitações médias anuais de 1600 mm ano.

Os solos foram descritos e amostrados de acordo com Lemos & Santos (2002). As análises de caracterização, tais como descrição da paisagem, relevo, vegetação, além da descrição morfológica dos perfis foram realizadas no local de amostragem. Nos Laboratórios do Departamento de Solos do CAV - UDESC as amostras foram secas ao ar, destorroadas, moídas e peneiradas em malha de 2mm, separando-se as frações grosseiras (>2,00 mm) e a

terra fina (TFSA). As análises laboratoriais foram divididas em físicas, químicas e mineralógicas.

A separação das frações granulométricas das amostras foi feita por peneiramento separando-se frações grosseiras tais como cascalho e calhaus, da TFSA, sendo realizada estimativa de participação do cascalho e calhaus na massa do solo na composição da amostra.

A fração TFSA, após agitação e dispersão com NaOH 1M foi submetida a peneiramento úmido e separada a fração areia, sendo essa quantificada por pesagem. A argila foi quantificada pelo método do densímetro de Boyuoucus e o silte por diferença. A fração areia total foi fracionada em areia muito grossa, grossa, média fina e muito fina, e reservada para análises mineralógicas.

O silte foi separado da argila por sedimentação, com base na lei de Stokes. As frações silte e argila foram armazenadas na forma seca e em suspensão, para tratamentos posteriores destinados as análises mineralógicas.

Em parte das amostras em suspensão foram procedidos pré-tratamentos de saturação com K e Mg para análises mineralógicas por difratometria de raios X de acordo com Wittig & Allardice (1986).

Na TFSA determinou-se o pH em água e em solução de KCl 1 M, na relação de solo :solução de 1:1, utilizando-se potenciometria.

O carbono orgânico foi determinado por oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio ácido ( $H_2SO_4$ ) com posterior titulação do excesso de dicromato com sulfato ferroso em presença de ferroín (TEDESCO et al., 1995).

O alumínio foi extraído com solução de KCl 1 M e quantificado por titulometria de neutralização com base (NaOH) padronizada em presença de fenolftaleína.

O cálcio e o magnésio também foram extraídos com KCl 1 M e determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

O potássio e o sódio foram extraídos com acetato de amônio 1 M e quantificados por fotometria de chama.

A acidez potencial (H+Al) foi extraída com acetato de cálcio tamponado a pH 7, sendo seus teores quantificados por titulometria de neutralização com base padronizada em presença de fenoltaleína. Todas essas análises foram realizadas seguindo o Manual de Métodos de Análises da EMBRAPA (1979).

Com base nos resultados calculou-se soma de bases(S), CTC efetiva, CTC a pH 7, saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m). A soma de bases (S) foi calculada pelo somatório do cálcio, magnésio, sódio e potássio. A CTC efetiva foi obtida através da soma de bases mais alumínio trocável (S+Al). A CTC a pH 7 é a soma de bases adicionada à acidez potencial (S + (H+Al)). A saturação por bases V% é a participação percentual de bases na CTC a pH 7 e a saturação por alumínio m% é a contribuição percentual do alumínio na CTC efetiva do solo.

De acordo com o trabalho de Bennema (1966), foi feita a estimativa da contribuição da fração argila e do carbono na CTC. Para isto foi realizada uma regressão linear simples entre porcentagem de carbono convertido para 100g de argila e a CTC a pH 7 convertida para 100g de argila nos vários horizontes de cada perfil. O referido método foi idealizado para latossolos, mas foi tentativamente aplicado em solos com gradiente textural.

Para as análises mineralógicas utilizou-se um difratômetro PHILIPS automatizado, dotado de goniômetro vertical e monocromador de grafite, sendo utilizado o tubo de  $\text{CuK}\alpha$ . As análises mineralógicas foram procedidas tanto em amostras do pó como em lâminas de argila orientada, sendo os resultados interpretados com base nos parâmetros descritos por Brown & Brindley (1980) e Wittig & Allardice (1986).

A argila total de horizontes selecionados de cada perfil foi analisada por DRX após ter sido submetida a três tratamentos, saturação com potássio, saturação com magnésio e

impregnação das amostras saturadas com magnésio com etileno glicol. Para tanto, parte da suspensão de argila total foi inicialmente saturada com solução de KCl 1 M e parte com solução de  $MgCl_2$  0,5 M, sendo o excesso de sais eliminado após submeter as amostras saturadas, acondicionadas em sacos de diálise, a sucessivas lavagens com água destilada.

As suspensões de argila saturadas com K e Mg foram irradiadas a temperatura ambiente, após secagem das amostras acondicionadas em lâmina de vidro.

As amostras saturadas com K foram igualmente analisadas após aquecimento das lâminas em temperaturas de 100, 350, e 550 °C.

As amostras saturadas com Mg foram também analisadas após submeter as suspensões de argila úmidas a uma atmosfera saturada com vapor de etileno glicol 50% em frasco dessecador acondicionado em estufa mantida a 65 °C por 24 horas.

Amostras das frações areia e silte de horizontes selecionados de cada perfil também foram analisados por DRX, na forma de pó

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DESCRIÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

#### 4.1.1 Perfil AG 01 – Águas Mornas.

Descrito às margens da BR 282, entre Rancho Queimado e Águas Mornas, o perfil AG01 (ANEXO A) é desenvolvido de migmatitos, relacionados a Faixa Granito-Gnáissica Santa Rosa de Lima – Tijucas (DNPM, 1986), sendo um solo muito profundo, cuja espessura do “solum” é de 186/206 cm. O horizonte diagnóstico A é do tipo moderado devido principalmente às restrições da cor úmida (muito clara) e baixa saturação com bases; a espessura dos horizontes A+AB é de 45cm. O horizonte B apresenta textura argilosa e a relação textural B/A é muito baixa (r.t.= 1,07), com estrutura variando de fraca a moderada e cerosidade descrita como fraca e pouca. A cor dominante no horizonte B é vermelho-amarelada, nos matizes 5 YR e 4 YR.

Do ponto de vista químico, o perfil apresenta reação ácida nos horizontes A e B, com pH variando de 4,4 a 4,8. A soma de bases (S) é inferior a  $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  em todo o perfil e os teores de alumínio trocável, em valor absoluto, não são muito elevados, variando de 0,5 a 1,5  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , mas apesar disso a saturação por alumínio (m%) é superior a 50% (Quadro 1). Apresenta argila de atividade baixa e baixa saturação de bases ao longo de todo perfil, sendo caracterizado como distrófico.

Considerando o baixo gradiente textural deste solo, mas ao mesmo tempo a presença de estrutura moderada nos subhorizontes do B, associada e presença de cerosidade fraca e comum, o horizonte B foi considerado como do tipo textural, o que em conjunto com as

**Quadro 1 – Localização e caracterização química e física do perfil AG 01****LOCALIZAÇÃO:** BR 282 trecho R. Queimado – Águas Mornas +- 1.5 km após entrada de Sta Izabel - lado direito**CLASSIFICAÇÃO:** ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Latossólico.

Horiz.	Prof. Cm	Cor	GRANULOMETRIA						Relação Silte/Argila	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C%
			Cascalho e Calhaus	Areia	Silte	Argila	Argila dis- persa H <sub>2</sub> O					
			----- % -----									--- % ---
A	0-24	(7.5YR 4/3)	2,1	37	18	45	10	0,40	4,37	3,73	2,1	
AB	24-45	(5YR 5/6)	3,4	34	17	49	2	0,35	4,58	3,97	0,9	
B1	45-100	(5YR 5/8)	3,6	31	20	49	0	0,41	4,77	3,99	0,4	
B2	100-126	(4.0YR 5/8)	2,5	31	17	52	0	0,33	4,74	4,01	0,3	
BC	126-186	(10R 5/8)	1,6	38	12	50	0	0,24	4,75	4,04	0,1	
C	186-270	(10R 4/8)	1,4	39	29	32	0	0,90	4,94	4,13	0,1	
Cr	270-290	(10R 4/8)	3,2	52	23	25	0	0,92	5,16	4,17	0,0	
Cr man	290-+		5,3	58	20	22	0	0,91	5,2	4,25	0,0	

**Ataque Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1)**

Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Na	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	CTC pH 7,0	V	m
	----- % -----				----- cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> -----							----- % -----		
A					0,17	0,09	0,27	0,16	1,43	5,96	0,69	6,65	9	67
AB					0,17	0,02	0,06	0,09	0,96	3,04	0,34	3,38	8	74
B1					0,18	0,01	0,01	0,09	0,99	2,49	0,29	2,78	8	77
B2					0,18	0,01	0,01	0,09	0,86	2,24	0,30	2,54	9	74
BC					0,20	0,01	0,01	0,08	0,73	1,78	0,30	2,08	11	71
C					0,14	0,01	0,01	0,07	0,70	1,55	0,23	1,78	9	75
Cr					0,20	0,04	0,06	0,19	0,47	0,99	0,49	1,48	25	49
Cr man					0,17	0,04	0,06	0,10	0,65	0,52	0,37	0,89	24	63

demais características permitiu, tentativamente, classificar o solo como um **Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico**.

#### 4.1.2 Perfil AG 02 – São Bonifácio

Localizado na estrada entre Bonifácio e Rio Fortuna, o perfil AG02 (ANEXO A) é desenvolvido de migmatitos, relacionados às Rochas do Complexo Tabuleiro (DNPM, 1987). É um solo profundo, cuja espessura do “solum” é de 180 cm. O horizonte diagnóstico A é do tipo moderado devido principalmente às restrições da cor úmida (muito clara) e baixa saturação com bases; a espessura dos horizontes A+AB é de 26cm. O horizonte B apresenta textura argilosa e a relação textural B/A é baixa (r.t.= 1,23), com estrutura variando de fraca a moderada, e com cerosidade descrita como fraca e pouca. A cor dominante no horizonte B é vermelho-amarelada, nos matizes 7.5 YR e 6.5 YR.

Do ponto de vista químico, o perfil apresenta reação ácida nos horizontes A e B, com pH variando de 4,8 a 5,0. O conteúdo de bases é baixo, apresentando valores de soma de bases (S) de  $2,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  no horizonte A, e no restante do perfil valores inferiores a  $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Os teores de alumínio trocável, em valor absoluto, não são muito elevados, variando de 1,0 a  $1,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , mas apesar disso a saturação por alumínio (m%) é superior a 60%, com exceção do horizonte A (27%) (quadro 2), o que leva a crer que possa ter ocorrido alguma atividade antrópica na superfície do perfil. Apresenta argila de atividade baixa e baixa saturação de bases ao longo de todo perfil, sendo caracterizado como distrófico.

Considerando o baixo gradiente textural deste solo, mas ao mesmo tempo a presença de estrutura moderada nos subhorizontes do B, associada e presença de cerosidade fraca e comum, o horizonte B foi considerado como do tipo textural, o que em conjunto com as demais características permitiu, tentativamente, classificar o solo como um **Argissolo Amarelo distrófico latossólico**.

Quadro 2 – Localização e caracterização química e física do perfil **AG02**

**LOCALIZAÇÃO:** Estrada S. Bonifácio-Rio Fortuna a +- 4.5 Km da igreja matriz, na entrada do lixão da cidade

**CLASSIFICAÇÃO:** ARGISSOLO AMARELO Distrófico Latossólico

Horiz.	Prof. Cm	Cor	GRANULOMETRIA						Relação Silte/Argila	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C%
			Cascalho e Calhaus	Areia	Silte	Argila	Argila dis- persa H <sub>2</sub> O					
			----- % -----									--- % ---
A	0-15	(10YR 5.5/2)	9,0	29	32	37	14	0,86	4,76	3,95	3,3	
AB	15-26	(10YR 4/4)	9,6	35	19	47	14	0,40	4,70	3,88	1,5	
BA	26-50	(10YR 4.5/6)	7,0	34	18	48	14	0,38	4,70	3,86	1,0	
B1	50-78	(7.5YR 5/6)	5,1	35	14	52	0	0,27	4,72	3,77	0,5	
B2	78-136	(7.5YR 5/8)	5,5	27	18	55	0	0,33	4,98	3,81	0,4	
BC	136-180	(6.5YR 5/8)	5,8	36	16	48	0	0,33	5,00	3,93	0,3	
C	180-200	(2.5YR 4/8)	5,2	33	36	32	0	1,12	5,00	3,86	0,2	

Ataque Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1:1)														
Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Na	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	CTC pH 7,0	V	m
	----- % -----				----- cmol.kg <sup>-1</sup> -----							----- % -----		
A					0,13	1,24	0,91	0,33	0,96	6,36	2,61	8,97	26	27
AB					0,17	0,11	0,28	0,17	1,20	4,84	0,73	5,57	11	62
BA					0,13	0,06	0,19	0,11	1,23	3,94	0,49	4,43	9	71
B1					0,11	0,03	0,09	0,11	1,26	3,43	0,34	3,77	7	79
B2					0,17	0,03	0,11	0,18	1,33	3,40	0,49	3,89	9	73
BC					0,16	0,03	0,14	0,11	1,03	3,02	0,44	3,46	10	70
C					0,16	0,01	0,21	0,09	1,23	2,80	0,47	3,27	10	73

#### 4.1.3 Perfil AG 03 – Sangão

Descrito no trecho São Gabriel-Sangão, o perfil AG03 (ANEXO A) é desenvolvido de granito, relacionado a Suíte Intrusiva Pedras Grandes (DNPM, 1986), sendo um solo profundo cuja espessura do “solum” é de 111 cm. O horizonte diagnóstico A é do tipo moderado devido principalmente às restrições da cor úmida (muito clara) e baixa saturação com bases; a espessura dos horizontes A+AC1 é de 67 cm. A textura é média e a estrutura é fraca. A cor dominante no horizonte C é vermelho-amarelada, nos matizes 7.5 YR e 5 YR.

Do ponto de vista químico, o perfil apresenta reação ácida nos horizontes A e AC, com pH variando de 4,7 a 5,7. O conteúdo de bases é baixo, com valores de soma de bases (S) inferior a  $2,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  em todo o perfil. Os teores de alumínio trocável, em valor absoluto, não são muito elevados, variando de 0,4 a  $0,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , mas a saturação por alumínio (m%) chega a ser superior a 30% (Quadro 3) em alguns horizontes. Apresenta argila de atividade baixa mas a saturação por bases é superior a 50 % na maior parte do perfil, sendo caracterizado como eutrófico.

Solo pouco evoluído e sem horizonte B diagnóstico, com o horizonte A sobrejacente a horizonte C com textura arenosa em todos os horizontes, com a presença de estrutura fraca por todo o perfil, o conjunto de características permitiu, tentativamente, classificar o solo como um **Neossolo Regolítico eutrófico típico**.

**Quadro 3 – Localização e caracterização química e física do perfil AG03****LOCALIZAÇÃO:** Trecho São Gabriel – Sangão - aprox. 7 Km após S. Gabriel, no topo da elevação**CLASSIFICAÇÃO:** NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico típico

Horiz.	Prof. Cm	Cor	GRANULOMETRIA						Relação Silte/Argila	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C%.
			Cascalho e Calhaus	Areia	Silte	Argila	Argila dis- persa H <sub>2</sub> O	%				
A	0-27	7.5YR 4/2	37,6	65	21	14	14	1,50	4,7	3,88	0,7	
AC1	27-67	7.5YR 5/4	40,6	62	21	17	10	1,23	4,78	3,94	0,4	
AC2	67-94	7.5YR 5/6	29,5	64	20	16	10	1,25	5,21	4,12	0,2	
AC3	94-111	5YR 5/6	23,8	59	23	18	10	1,27	5,72	4,28	0,1	
C	111-132	2.5YR 4/6	27,3	59	23	18	0	1,27	5,00	3,90	0,1	
CR	132-	5YR 5/6	43,7	59	23	18	0	1,27	5,51	4,17	0,1	

**Ataque Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1)**

Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Na	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	CTC pH 7,0	V	m	
	%				cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>										%
A					0,18	0,18	0,16	0,17	0,40	1,55	0,69	2,24	26	37	
AC1					0,16	0,28	0,26	0,08	0,33	1,26	0,78	2,04	33	30	
AC2					0,18	0,90	0,54	0,14	0,17	0,56	1,76	2,32	71	9	
AC3					0,17	1,75	0,48	0,13	0,10	0,75	2,53	3,28	75	4	
C					0,21	0,84	0,23	0,10	0,60	1,11	1,38	2,49	45	30	
Cr					0,27	1,21	0,35	0,11	0,17	0,68	1,94	2,62	70	8	

#### 4.1.4 Perfil AG 04 – São Sebastião.

Descrito às margens da estrada que liga os municípios de Treze de Maio e Santa Cruz, o perfil AG04 (ANEXO A) desenvolvido de granito, relacionado a Suíte Intrusiva Pedras Grandes (DNPM, 1987), sendo um solo profundo, cuja espessura do “solum” é de 107 cm. O horizonte diagnóstico A é do tipo moderado devido principalmente às restrições da cor úmida (muito clara) e baixa saturação com bases; a espessura dos horizontes A+AB é de 50cm. O horizonte Bi apresenta textura argilosa e a relação textural B/A é muito baixa (r.t.= 1,17), com estrutura variando de fraca a moderada. A cor dominante no horizonte B é bruno forte, no matiz 7.5 YR.

Do ponto de vista químico, o perfil apresenta reação ácida nos horizontes A e B, com pH variando de 4,5 a 4,8. O conteúdo de bases é muito baixo, resultando em valores de soma de bases (S) inferior a  $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  em todo o perfil. Os teores de alumínio trocável, em valor absoluto, não são muito elevados, variando de 0,8 a  $1,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , mas apesar disso a saturação por alumínio (m%) é superior a 50% (Quadro 4). Apresenta argila de atividade baixa e baixa saturação de bases ao longo de todo perfil, sendo caracterizado como distrófico.

Considerando o horizonte B incipiente, o fato do mesmo não se enquadrar em qualquer requisito estabelecido para outra ordem de solo e o conjunto das demais características permitiu, tentativamente, classificar o solo como um **Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico**.

Quadro 4 – Localização e caracterização química e física do perfil **AG 04**

LOCALIZAÇÃO Trecho Treze de Maio e Sta Cruz, dobrando a esquerda antes de Sta Cruz, em direção a S. Sebastião ,+-1 km

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico

Horiz.	Prof. Cm	Cor	GRANULOMETRIA						pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C%
			Cascalho e Calhaus	Areia	Silte	Argila	Argila dis- persa H <sub>2</sub> O	Relação Silte/Argila			
			----- % -----								--- % ---
A1	0-20	7.5YR 4/3	12,9	53	17	30	7	0,57	4,81	4,03	1,4
A2	20-35	7.5YR 3/2	20,1	47	13	40	7	0,32	4,56	4,05	1,0
AB	35-50	7.5YR 4/3	17,5	43	14	43	7	0,33	4,57	4,0	1,0
Bi	50-70	7.5YR 5/5	15,0	39	16	45	0	0,36	4,67	3,94	0,5
BC	87-107	7.5YR 5/6	17,4	41	16	43	0	0,34	4,75	3,87	0,3
C1	107-118	7.5YR 5/6	8,1	38	22	40	2	0,55	4,75	3,88	0,1
C2	118-+	10YR 7/4	13,3	62	18	20	3	0,90	4,74	3,97	0,1

Ataque Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1:1)															
Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Na	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	CTC pH 7,0	V	m	
	----- % -----				----- cmol.kg <sup>-1</sup> -----							----- % -----			
A1					0,19	0,35	0,24	0,17	0,86	4,76	0,95	5,71	14	47	
A2					0,20	0,14	0,08	0,10	1,13	5,10	0,52	5,62	8	68	
AB					0,15	0,09	0,05	0,10	1,16	4,88	0,39	5,27	6	75	
Bi					0,21	0,07	0,05	0,07	1,10	3,26	0,40	3,66	8	73	
BC					0,14	0,06	0,04	0,06	1,08	2,48	0,30	2,78	8	78	
C1					0,14	0,13	0,07	0,07	1,10	2,42	0,41	2,83	11	73	
C2					0,18	0,06	0,02	0,06	0,83	1,86	0,32	2,18	11	72	

#### 4.1.5 Perfil AG 05 – São Gabriel.

Localizado na estrada secundária de Sangão em direção à localidade de São Gabriel, o perfil AG05 (ANEXO A) desenvolvido de granito, relacionado a Suíte Intrusiva Pedras Grandes (DNPM, 1987), é um solo profundo, cuja espessura do “solum” é de 163cm. O horizonte diagnóstico A é do tipo moderado devido principalmente às restrições da cor úmida (muito clara) e baixa saturação com bases; a espessura dos horizontes A+AB é de 66cm. O horizonte B apresenta textura argilosa e a relação textural B/A é alta (r.t.=1,70), com estrutura variando de fraca a moderada, e com cerosidade descrita como moderada e pouca. A cor dominante no horizonte B é vermelho-amarelada, nos matizes 7.5 YR e 2.5 YR.

Do ponto de vista químico, o perfil apresenta reação ácida nos horizontes A e B, com pH variando de 4,2 a 4,8. O conteúdo de bases é muito baixo, resultando em valores de soma de bases (S) inferior a  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  em todo o perfil. Os teores de alumínio trocável, em valor absoluto, não são muito elevados, variando de 0,5 a  $0,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , mas apesar disso a saturação por alumínio (m%) é superior a 60% (Quadro 5). Apresenta argila de atividade baixa e baixa saturação de bases ao longo de todo perfil, sendo caracterizado como distrófico.

Considerando o alto gradiente textural deste solo, e ao mesmo tempo a presença de estrutura moderada nos subhorizontes do B, associada e presença de cerosidade moderada e pouca, o horizonte B foi considerado como do tipo textural, o que em conjunto com as demais características permitiu, tentativamente, classificar o solo como um **Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico**.

Quadro 5 – Localização e caracterização química e física do perfil **AG 05**

LOCALIZAÇÃO: Estrada secundária de Sangão em direção a São Gabriel. 3 Km após Sangão dobrar à esquerda

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico

Horiz.	Prof. Cm	Cor	GRANULOMETRIA						Relação Silte/Argila	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C%.
			Cascalho e Calhaus	Areia	Silte	Argila	Argila dis- persa H <sub>2</sub> O					
			----- % -----									--- % ---
A1	0-30	7.5YR 4/3	30,1	62	8	30	10	0,27	4,43	3,75	0,9	
A2	30-47	7.5YR 4/3	30,6	65	8	27	7	0,30	4,22	3,67	0,8	
AB	47-66	7.5YR 4/4	30,8	49	10	42	2	0,24	4,4	3,92	0,6	
BA	66-90	7.5YR 5/6	20,9	45	15	40	2	0,38	4,58	4,12	0,6	
B1	90-107	5YR 4.5/6	12,2	23	16	62	0	0,26	4,62	4,02	0,5	
B2	107-133	2.5YR 5/8	18,3	21	14	65	0	0,21	4,73	4,04	0,4	
BC	133-163	2.5YR 5/8	12,6	26	19	55	0	0,34	4,79	4,03	0,2	
C	200+	2.5YR 5/8	9,2	45	25	30	0	0,83	4,74	4,01	0,1	

Ataque Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1:1)																																	
Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Na	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	CTC pH 7,0	V	m																			
				----- % -----										----- cmol.kg <sup>-1</sup> -----										----- % -----									
A1					0,19	0,06	0,04	0,07	0,50	2,32	0,36	2,68	11	58																			
A2					0,14	0,05	0,03	0,08	0,56	1,80	0,30	2,1	11	65																			
AB					0,17	0,05	0,03	0,13	0,81	1,89	0,38	2,27	12	68																			
BA					0,16	0,04	0,02	0,05	0,70	1,89	0,27	2,16	9	72																			
B1					0,20	0,11	0,02	0,05	0,95	3,20	0,38	3,58	8	71																			
B2					0,16	0,21	0,02	0,05	0,85	2,80	0,44	3,24	11	66																			
BC					0,14	0,25	0,04	0,06	0,58	1,77	0,49	2,26	17	54																			
C					0,22	0,17	0,02	0,06	0,58	1,32	0,47	1,79	20	55																			

#### 4.1.6 Perfil AG 06 – Içara.

Descrito às margens da rodovia de acesso da estrada entre Cocal-Criciúma, o perfil AG06 (ANEXO A) é desenvolvido de siltitos, relacionados a formação Rio Bonito (DNPM, 1987). É um solo profundo, com espessura do “solum” de 200cm. O horizonte diagnóstico A é do tipo moderado, devido principalmente às restrições da cor úmida (muito clara) e baixa saturação com bases; a espessura do horizonte diagnóstico A é de 33cm. O horizonte B apresenta textura argilosa e a relação textural B/A alta (r.t.= 2,02), com estrutura variando de moderada a forte, e com cerosidade descrita como forte e abundante . Apresenta horizontes AB e BA com cores nitidamente mais escuras que o horizonte A subjacente, com expressiva presença de cutans de origem orgânica nos horizontes transicionais e no B, cuja quantidade decresce em profundidade. Esta feição é similar à que tem sido descrita na literatura como a dos horizontes sombrios (Soul Survey Staff, 1975) . A cor dominante no horizonte B é vermelha, nos matizes 2.5 YR e 10 R.

Do ponto de vista químico, o perfil apresenta reação ácida nos horizontes A e B, com pH variando de 4,4 a 6,3. O conteúdo de bases é muito baixo, com exceção do horizonte superficial, que parece ter sofrido calagem em épocas anteriores e por isso possui soma de bases destoante do restante do perfil ( $5,18 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ); os demais horizontes possuem soma de bases (S) inferior a  $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Os teores de alumínio trocável, em valor absoluto, não são muito elevados, em torno de  $1,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  mas apesar disso a saturação por alumínio (m%) é superior a 50% (Quadro 6). Apresenta argila de atividade baixa e baixa saturação de bases ao longo de todo perfil, sendo caracterizado como distrófico.

Considerando o alto gradiente textural deste solo, a presença de estrutura moderada nos subhorizontes do B, associada e presença de cerosidade forte e abundante, o horizonte B foi considerado como do tipo textural, o que em conjunto com as demais características, permitiu classificar o solo como um **Argissolo Vermelho distrófico (sômbrico)**.

Quadro 6 – Localização e caracterização química e física do perfil **AG 06**

LOCALIZAÇÃO: Rodovia de acesso entre Cocal-Criciúma até um trevo próximo a Içara, no trevo

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico (SÔMBRICO)

Horiz.	Prof. Cm	Cor	GRANULOMETRIA					Relação Silte/Argila	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C %			
			Cascalho e Calhaus	Areia	Silte	Argila	Argila dis- persa H <sub>2</sub> O							
A1	0-10	5YR 3/4	-	68	14	18	7	0,77	6,26	5,31	1,7			
A2	10-23	2.5YR 3/6	-	61	11	28	7	0,39	4,79	3,95	1,28			
A3	23-33	2.5YR 3/4	-	57	12	32	7	0,38	4,58	3,84	0,52			
BA1	33-60	2.5YR 3/4	-	41	11	48	0	0,23	4,52	3,74	0,99			
BA2	60-90	2.5YR 2.5/4	-	36	13	52	0	0,25	4,39	3,83	0,89			
B1	90-122	2.5YR 3/6	-	33	15	52	0	0,29	4,52	3,85	0,66			
B2	122-150	10R 4/6	-	30	12	58	0	0,21	4,63	3,84	0,46			
B3	150-200	10R 4/8	-	28	11	62	0	0,18	4,80	3,90	0,27			
Cr	200+	10R 4/8	-	29	33	38	0	0,87	4,23	3,68	0,06			
<b>Ataque Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1)</b>														
Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Na	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	CTC pH 7,0	V	m
	----- % -----				----- cmol.kg <sup>-1</sup> -----							----- % -----		
A1					0,23	3,70	1,05	0,20	0,03	1,03	5,18	6,21	83	1
A2					0,23	0,48	0,04	0,09	0,73	3,07	0,84	3,91	18	46
A3					0,22	0,07	0,12	0,06	0,98	3,22	0,47	3,69	10	68
BA1					0,22	0,05	0,09	0,07	1,66	6,03	0,43	6,46	5	79
BA2					0,25	0,03	0,09	0,06	1,28	6,00	0,43	6,43	6	75
B1					0,24	0,02	0,08	0,06	1,61	5,42	0,40	5,82	5	80
B2					0,20	0,02	0,09	0,06	1,58	4,21	0,37	4,58	6	81
B3					0,17	0,09	0,21	0,06	1,35	3,80	0,53	4,33	9	72
Cr					0,27	0,19	0,33	0,17	2,96	6,61	0,96	7,57	9	76

#### 4.1.7 Perfil AG 07 –Lauro Müller.

Descrito às margens da SC 438 trecho entre Orleans e Lauro Muller, o perfil AG07 (ANEXO A) é desenvolvido de arenitos, relacionados a formação Rio Bonito (DNPM, 1987), sendo um solo profundo, cuja espessura do “solum” é de 155 cm. O horizonte diagnóstico A é do tipo moderado devido principalmente às restrições da cor úmida (muito clara) e baixa saturação com bases; a espessura dos horizontes A+AB é de 25cm. O horizonte B apresenta textura argilosa e a relação textural B/A é alta (r.t.=1,68), com estrutura variando de fraca a moderada, e com cerosidade descrita como moderada e pouca. A cor dominante no horizonte B é vermelho-amarelada, nos matizes 7.5 YR e 5 YR.

Do ponto de vista químico, o perfil apresenta reação ácida nos horizontes A e B, com pH variando de 4,5 a 4,9. O conteúdo de bases é muito baixo, resultando em valores de soma de bases (S) inferior a  $1 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  em todo o perfil. Os teores de alumínio trocável, em valor absoluto, não são muito elevados, variando de 0,3 a  $1,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , mas apesar disso a saturação por alumínio (m%) é superior a 50% (Quadro 7). Apresenta argila de atividade baixa e baixa saturação de bases ao longo de todo perfil, sendo caracterizado como distrófico.

Considerando o alto gradiente textural deste solo e ao mesmo tempo a presença de estrutura moderada nos subhorizontes do B, associada e presença de cerosidade moderada e pouca, o horizonte B foi considerado como do tipo textural, o que em conjunto com as demais características permitiu, classificar o solo como um **Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico**.

Quadro 7 – Localização e caracterização química e física do perfil **AG 07**

LOCALIZAÇÃO: Rod. SC 438 trecho L. Muller – Orleães, entrando 500m a direita 3 Km após ponte de L. Muller.

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico latossólico

Horiz.	Prof. Cm	Cor	GRANULOMETRIA						pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C			
			Cascalho e Calhaus	Areia	Silte	Argila	Argila dis- persa H <sub>2</sub> O	Relação Silte/Argila						
			----- % -----								--- % ---			
A	0-13	7.5YR 3.5/3	0,5	62	8	30	8	0,27	4,90	4,03	2,00			
AB	13-25	7.5YR 5/6	0,2	65	8	27	8	0,30	4,92	3,95	0,60			
BA	25-57	7.5YR 5/8	-	49	10	42	3	0,24	4,64	3,89	0,36			
B1	57-104	6.5YR 5/8	-	45	15	40	0	0,38	4,54	3,79	0,23			
B2	104-139	5YR 5/8	-	23	16	62	0	0,26	4,48	3,71	0,20			
BC	139-155	5YR 5/8	-	21	14	65	0	0,21	4,46	3,73	0,16			
C1	155-185	2.5YR 4/8	-	26	19	55	0	0,34	4,40	3,82	0,14			
C2	185-220	3.5YR 5/8	-	45	25	30	0	0,83	4,27	3,77	0,14			
Cr	220+	10R 5/6	-				0		4,35	3,80	0,10			
<b>Ataque Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1)</b>														
Horiz.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Na	Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	CTC pH 7,0	V	m
	----- % -----				----- cmol.kg <sup>-1</sup> -----							----- % -----		
A					0,20	1,53	0,73	0,24	0,33	3,10	2,70	5,8	44	11
AB					0,16	0,31	0,36	0,13	0,85	2,44	0,96	3,4	23	47
BA					0,12	0,07	0,13	0,11	0,98	2,65	0,43	3,08	11	69
B1					0,13	0,03	0,09	0,09	0,35	2,85	0,34	3,19	10	51
B2					0,15	0,01	0,09	0,08	1,51	3,17	0,33	3,5	7	82
BC					0,16	0,01	0,08	0,08	1,42	3,49	0,33	3,82	6	81
C1					0,18	0,01	0,05	0,08	1,68	3,51	0,32	3,83	6	84
C2					0,14	0,01	0,05	0,08	1,46	3,00	0,28	3,28	6	84
Cr					0,13	0,01	0,06	0,07	1,03	2,01	0,27	2,28	8	79

#### 4.2 CONTRIBUIÇÃO DO CARBONO E DA FRAÇÃO ARGILA NA CTC DOS SOLOS

O cálculo da contribuição do carbono e da fração argila, estimado através do método proposto por Bennema (1966) e os valores da CTC estimada pelo método do cálculo com base na correção da CTC para 100 g de argila, com e sem desconto da contribuição do carbono, estão indicados no quadro 8.

Perfil	Método Bennema			Método do Cálculo da CTC da fração argila com base no teor de argila e no carbono orgânico	
	Equações de regressão	Contrib argila	Contrib carbono	Sem desconto da contribuição do carbono <sup>2</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	Com desconto da contribuição do carbono <sup>3</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>
AG01	CTC=2,57C+5,48 <sup>1</sup> r <sup>2</sup> = 0,953	<b>5,48</b>	2,57	<b>6,62</b>	3,96
AG02	CTC=2,27C+7,52 r <sup>2</sup> = 0,998	<b>7,52</b>	2,27	<b>9,50</b>	6,02
AG04	CTC= 3,06C+7,95 r <sup>2</sup> = 0,961	<b>7,95</b>	3,06	<b>9,79</b>	5,70
AG05	CTC=1,73C+5,05 r <sup>2</sup> = 0,930	<b>5,05</b>	1,73	<b>6,45</b>	3,04
AG06	CTC=2,50C+9,53 r <sup>2</sup> = 0,912	<b>9,53</b>	2,50	<b>11,20</b>	7,59
AG07	CTC=1,62C+14,27 r <sup>2</sup> = 0,888	<b>14,27</b>	1,62	<b>8,26</b>	6,64

Quadro 8 - Estimativa da contribuição da fração argila e do carbono para a CTC do solo segundo o método de Bennema (1966) e de acordo com a fórmula de cálculo, considerando ou não a contribuição do carbono para a CTC.

<sup>1</sup> – CTC = capacidade de troca de cátions convertida para 100 g de argila; C = carbono orgânico do solo convertido para 100 g de argila

<sup>2</sup> – Cálculo efetuado segundo a fórmula:  $CTC_{argila} = (CTC_{TFSA} / \%argila)100$  (EMBRAPA, 1999).

<sup>3</sup> – Cálculo efetuado segundo a fórmula:  $CTC_{argila} = [(CTC_{TFSA} - \%C \cdot 4,5) / \%argila] 100$  (EMBRAPA, 1988).

O parâmetro “ b ” da equação de regressão  $y(CTC)= ax$  (Carbono) + b obtida segundo o método proposto por BENNEMA (1966), indica a intersecção da reta no eixo y, onde o teor de carbono é zero, e portanto este ponto representa a contribuição média da fração argila para

a CTC de cada solo. O parâmetro “a” da equação indica a contribuição média do carbono para a CTC de cada tipo de solo.

Observa-se que a CTC da fração argila dos solos é baixa, sendo geralmente inferior a  $10 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila, independentemente do método utilizado para o seu cálculo, caracterizando solos com argila de atividade muito baixa.

O cálculo da CTC da fração argila obtido segundo a fórmula utilizada para fins de classificação taxonômica dos solos (EMBRAPA, 1999) foi ligeiramente mais alto do que o obtido pelo método de BENNEMA (1966) para a maioria dos solos, exceto para o perfil AG07, que foi mais baixo. Isto se deve ao fato de que o método usado pela EMBRAPA (1999) não considera a contribuição do carbono na CTC da argila dos solos, superestimando os seus valores para aqueles solos que ainda tem quantidades significativas de carbono em superfície. Por outro lado, quando se adota a fórmula para o cálculo a atividade da argila utilizada antes da adoção do sistema brasileiro de classificação, que preconiza descontar  $4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  para cada 1% de carbono nos horizontes do solo (EMBRAPA, 1988), os resultados obtidos são sensivelmente inferiores ao método de BENNEMA, indicando possivelmente uma subestimação a CTC. Isto decorre do fato que a contribuição do carbono para a CTC dos solos varia conforme o tipo, ou classe de solo, conforme pode ser observado pelos valores da contribuição média do carbono pelo método de BENNEMA, os quais variaram de 1,62 a 2,57  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  para cada 1% de carbono (Quadro 8).

Esses valores são, em média, 50% mais baixos do que o usado na fórmula ( $4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ), o que se deve, possivelmente a menor persistência dos compostos húmicos em solos de textura mais grosseira ou com baixo teor de óxidos de ferro e alumínio, tais como os estudados.

### 4.3 MINERALOGIA DA FRAÇÃO ARGILA

#### 4.3.1 Perfil 01- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico

Nos horizontes Cr e C deste perfil a mineralogia da fração argila é bastante similar, sendo composta de caulinita dominante (picos intensos a 7,2 e 3,6 Å) e illita (pico em torno de 10 Å), tanto nas amostras saturadas com K e Mg submetidas à temperatura ambiente, como nas saturadas com K e aquecidas. Apenas nas amostras saturadas com Mg e submetidas a impregnação com etileno glicol observa-se ligeiro deslocamento dos reflexos de 10 Å para uma região entre 10 e 14 Å, que pode indicar pequena expansão de algumas camadas 2:1 expansíveis interestratificadas nos cristais de illitas, já parcialmente alteradas pela perda de potássio das entrecamadas (Figura 1B). Nos horizontes A e B, também a caulinita é dominante, mas observa-se que nas amostras saturadas com K analisadas à temperatura ambiente, os picos em torno de 10 Å são menos intensos do que nas amostras aquecidas, ocorrendo também pequenos picos na região em torno de 14 Å (Figura 1A). Nas amostras saturadas com Mg esses dois picos ficam mais evidentes, mas não há modificação substancial na sua posição na amostra Mg + etileno glicol (Figura 1B). Este comportamento indica que nesses horizontes, parte das illitas (micas) já transformaram-se em vermiculitas, mas como não há expansão das camadas pelo etileno glicol, tais vermiculitas devem possuir Al nas entrecamadas (Douglas, 1989).

A razão entre áreas de argilominerais 2:1 e área de argilominerais 2:1 + 1:1  $[(A_{21})/(A_{21}+A_{11})]$ , que expressa a quantidade aproximada de argilominerais 2:1 presente nos horizontes de cada perfil, situa-se em torno de 7% (Quadro 9). O predomínio de caulinita neste perfil, em conjunto com baixa quantidade de illitas e de vermiculita com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, cujas características de CTC são geralmente bem menores do que a dos seus correspondentes puros, são compatíveis com os baixos valores de CTC estimados

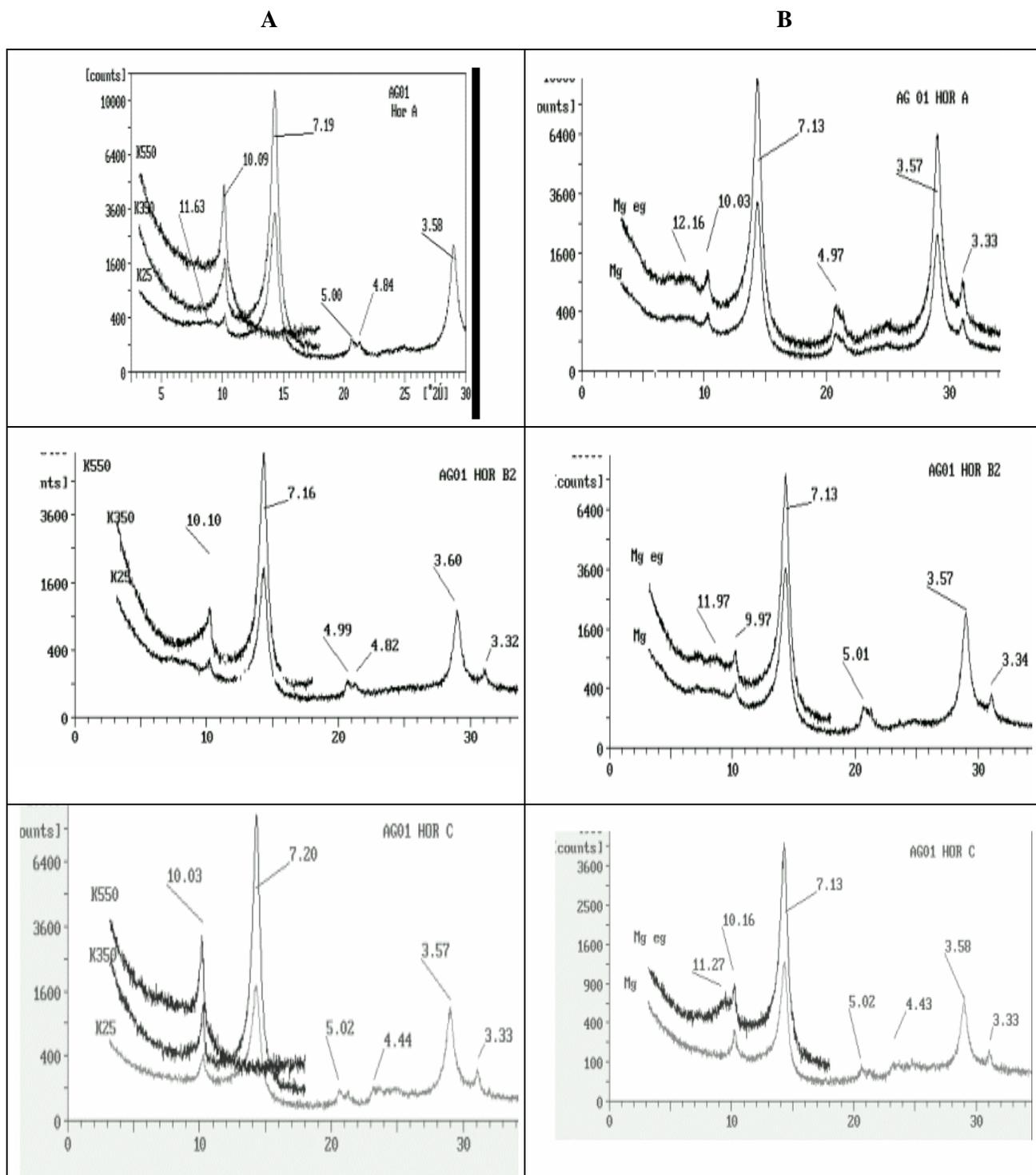


Figura 1 - Difratomogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e C do perfil AG01, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550) (A), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg) (B). Espaçamentos em angstrom (Å).

para a fração argila deste solo (Quadro 8), por quaisquer dos métodos considerados. Considerando aspectos qualitativos e quantitativos da composição mineralógica deste perfil, sugere-se o seguinte modelo de evolução mineralógica: os minerais primários alteráveis presentes no migmatito (plagioclásios, piroxênios e anfibólios), bem como parte das micas, alteraram-se por hidrólise transformando-se em caulinita, via processos de monossilização (Melfi & Pedro, 1977). Parte das micas, pela perda gradativa de potássio transformaram-se em illitas., cuja quantidade é maior nos horizontes menos alterados, mais próximo da rocha matriz. Na porção mais superficial do solo, devido ao ambiente mais lixiviante e ácido, parte das illitas transformaram-se em interstratificados illita-vermiculita e em vermiculitas com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas.

	Perfil/Horiz	A 1:1	A 2:1
AG 01	1 A	91,0	9,0
	1 B	91,4	8,6
	1 C	95,3	4,7
	1 Cr	94,3	5,7
AG 02	2 A	83,4	16,6
	2 B2	82,5	17,5
	2 C	88,6	11,4
AG 03	3 A	89,0	11,0
	3 AC2	88,7	11,3
	3 C	79,4	20,6
	3 Cr	90,6	9,4
AG 04	4 A1	82,0	18,0
	4 Bi	77,1	22,9
	4 C2	96,9	3,1
AG 05	5 A	95,3	4,7
	5 B2	97,9	2,1
	5 C1	98,9	1,1
AG 06	6 A2	85,3	14,7
	6 B2	97,0	3,0
	6 BA1	91,8	8,2
	6 Cr	59,9	40,1
AG 07	7 A	83,6	16,4
	7 B2	84,0	16,0
	7 BC	84,0	16,0
	7 Cr	81,2	18,8

Quadro 9 - Área percentual dos picos da caulinita ( A 1:1) e área dos picos de argilominerais 2:1 de 10 e 14 Å (A 2:1) comparados com a área total dos argilominerais 1:1 e 2: 1 (A 7,2 +A 10+A 14) para horizontes selecionados dos perfis amostrados

#### 4.3.2 Perfil 02 – Argissolo Amarelo distrófico

O perfil AG02, desenvolvido de migmatito, também apresenta caulinita como argilomineral dominante (picos em torno de 7,2 e 3,6 Å), seguido de proporções baixas de argilominerais 2:1 (picos em torno de 10 e 14 Å) (Figura 2). Diferentemente do perfil anterior, onde os argilominerais 2:1 dominantes eram do grupo da illita nos horizontes mais próximo da rocha, neste perfil, já no horizonte C ocorre também picos em torno de 14 Å, indicando provavelmente vermiculitas com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, melhor definidos na amostra saturada com Mg (Figura 2A). Isto parece indicar um grau maior de alteração do horizonte C. Na amostra saturada com K deste horizonte, ocorre uma contração paulatina das camadas até 10 Å com o aquecimento, mantendo ainda ligeira assimetria para ângulos  $2\theta$  mais baixos, notadamente na amostra aquecida a 350 °C (Figura 2A). Este comportamento pode ser indicativo da presença de polímeros de Al nas entrecamadas das vermiculitas, mas também pode ser devido a presença de interestratificados illita-vermiculita. Nos horizontes A e B, também a caulinita é dominante, seguido de proporções significativas de vermiculitas (picos intensos a 14 Å), illita (picos a 10 Å) e interestratificados illita-vermiculita (picos entre 10 e 14 Å nas amostras com Mg e Mg + etileno glicol) (Figura 2B). O fato de não ter havido contração completa das camadas até 10 Å nas amostras saturadas com K e aquecidas a 350 °C, bem como a ausência de expansão além de 14 Å nos tratamentos de Mg + etileno glicol, indicam que as vermiculitas apresentam polímeros de Al entrecamadas.

Em todos os horizontes, também ocorrem pequenos picos em torno de 4,85 Å, indicativos da gibbsita.

A razão entre áreas de argilominerais 2:1 e área de argilominerais 2:1+1:1 [(A<sub>21</sub>)/(A<sub>21</sub>+A<sub>11</sub>)] neste perfil situa-se em torno de 15% (Quadro 9). Esta razão é mais alta do que a do perfil AG01, o que parece compatível com os valores mais altos da CTC da fração argila estimada pelos diferentes métodos neste solo (Quadro 8).

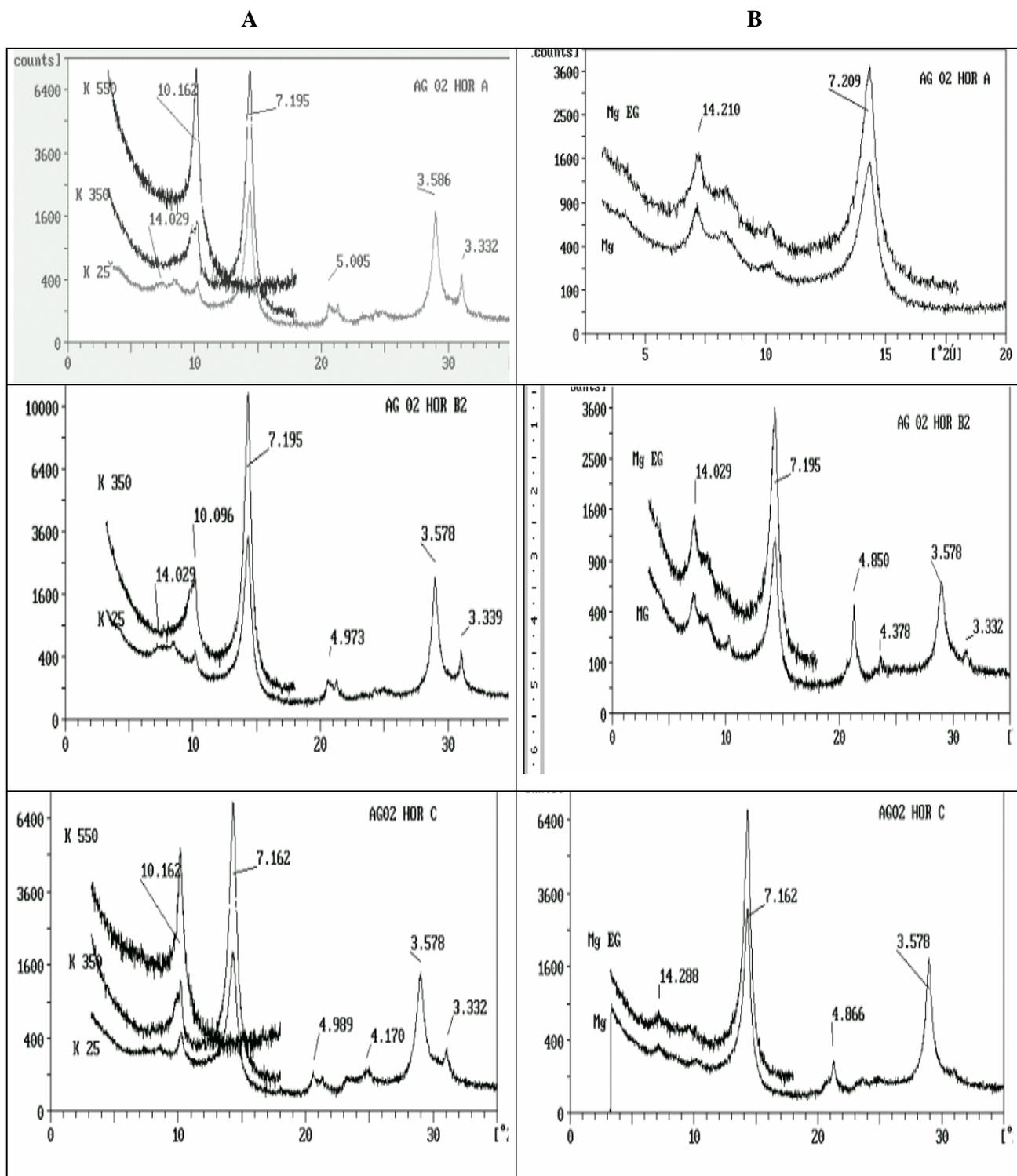


Figura 2 - Difratogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e C do perfil AG02, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550) (A), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg EG) (B). Espaçamentos em angstrom (Å).

Sugere-se o seguinte modelo de evolução mineralógica para este solo: os minerais primários facilmente intemperizáveis presentes no migmatito (plagioclásios, piroxênios e anfibólios), bem como parte das micas, alteraram-se por hidrólise transformando-se em caulinita, por processos de monossilização (Melfi & Pedro, 1977). Parte das micas, pela perda gradativa de potássio transformaram-se em illitas ou em vermiculitas com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, processo esse ocorrente já ao nível do horizonte C. Nos horizontes mais superficiais, as maiores taxas de fluxo lixiviante devem ter favorecido a remoção preferencial de K de algumas entrecamadas dos cristais de illita, formando interestratificados illita-vermiculita, além daqueles componentes também identificados no horizonte C.

#### 4.3.3 Perfil 03 – Neossolo Regolítico eutrófico

A mineralogia da fração argila deste solo, um Neossolo desenvolvido de granito, é bastante similar entre os horizontes (Figura 3), composta de caulinita dominante, illita, vermiculita (provavelmente com polímeros de hidróxi-Al), interestratificados illita-vermiculita e pequenas quantidades de gibbsita e quartzo.

Do horizonte A ao Cr, observa-se que não há diferenças apreciáveis no padrão dos difratogramas das amostras saturadas com K e com Mg, quando analisadas à temperatura ambiente. Predomínio de caulinita, com reflexos a 7,2 e a 3,57 Å, proporções menores de mica (illita), com picos em torno de 10 Å e argilominerais 2:1, provavelmente expansíveis, do tipo vermiculita, com reflexos em torno de 14,4 Å. O aquecimento das amostras saturadas com K a 350 °C revela intensificação do reflexo a 10 Å, fruto da contração das entrecamadas de parte das vermiculitas sem Al entrecamadas, mas com deslocamento do reflexo de 14,4 Å para espaçamentos menores, expressando-se reflexos entre 11 e 12 Å após o aquecimento a 550 °C, quando ocorreu o desaparecimento do reflexo a 7,2 Å, fruto da destruição da caulinita. A permanência destes reflexos em torno de 12 Å parece indicar que parcela expressiva das

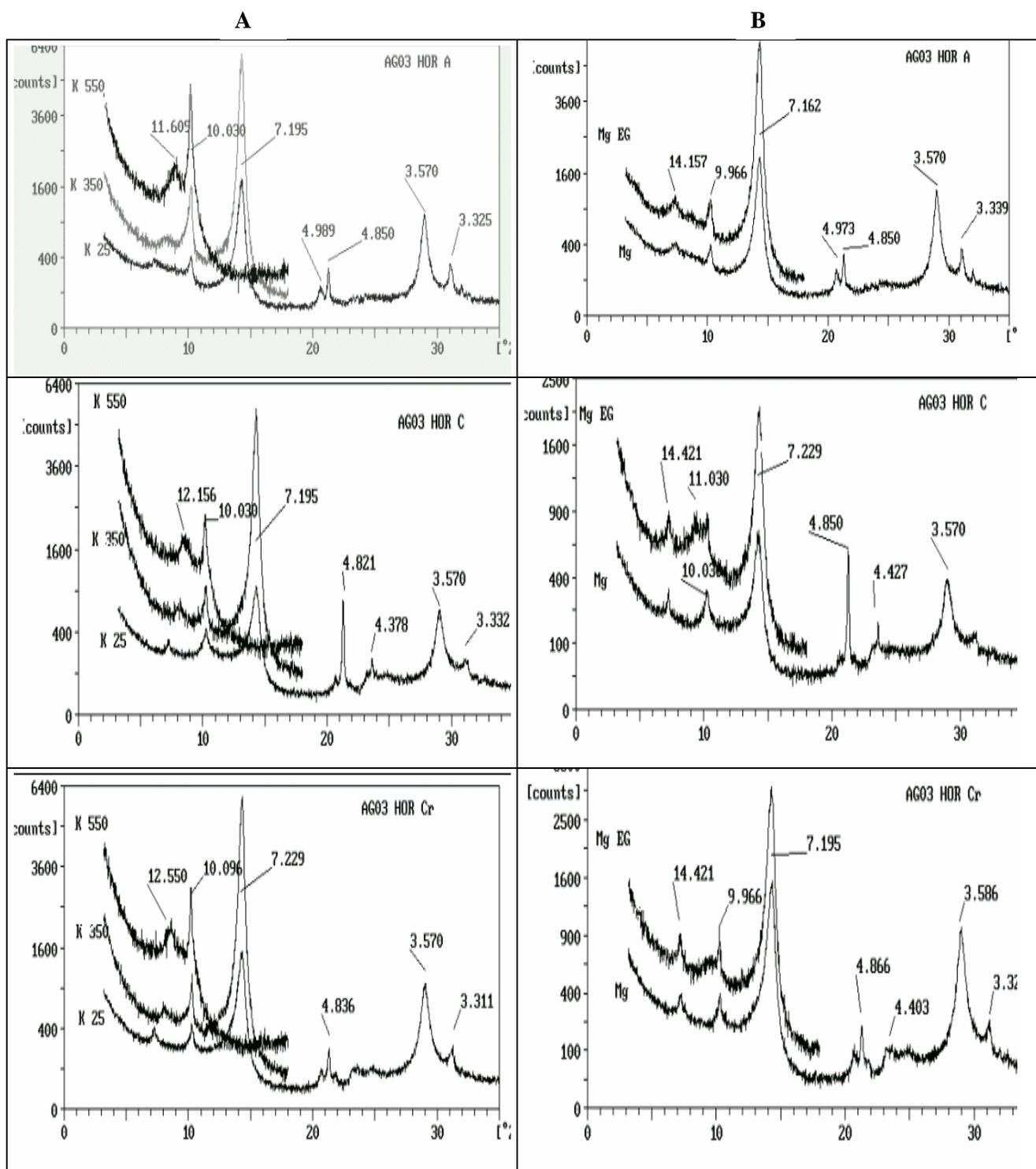


Figura 3 - Difratogramas da fração argila orientada dos horizontes A, C e Cr do perfil AG03, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550) (A), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg) (B). Espaçamentos em angstrom (Å).

camadas 2:1 da vermiculita apresenta forte intercalação com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas do horizonte AC até o Cr, mas também pode ser devido à presença de interestratificados do tipo mica-vermiculita. Também aparecem picos expressivos de gibbsita (pico a 4,87Å).

A razão entre áreas de argilominerais 2:1 e área de argilominerais 2:1 + 1:1  $[(A_{21})/(A_{21}+A_{11})]$  neste perfil situa-se em torno de 13% (Quadro 1). Esta razão é mais baixa do que a do perfil AG01, mas não foi possível testar sua relação com os valores de CTC da fração argila deste solo, devido aos baixíssimos valores desta ao longo de todo o perfil do solo.

Considerando aspectos qualitativos e quantitativos da composição mineralógica deste perfil, sugere-se o seguinte modelo de evolução mineralógica: devido a topografia forte ondulada onde ocorre este solo, os processos erosivos devem ter sido intensos, favorecendo a formação de solo mais raso. O granito subjacente ao perfil apresenta textura fanerítica grosseira. No ambiente atual, os minerais do granito alteraram-se formando um saprólito espesso, mantendo alta quantidade de grãos grandes de quartzo que compõem as frações cascalho e calhaus (vide Quadro 3). Os minerais mais facilmente alteráveis (feldspatos, micas e anfibólios), foram decompostos por hidrólise formando caulinita, por processos de monossilização (Melfi & Pedro, 1977). Parte das micas, pela perda gradativa de potássio, transformou-se em illitas, cuja quantidade é maior nos horizontes menos alterados, mais próximos da rocha matriz. Na porção mais superficial do perfil, devido ao ambiente mais lixiviante, parte das illitas transformaram-se em vermiculitas com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas e interestratificados illita-vermiculita. Devido a textura grosseira do perfil, facilitando os fluxos verticais de água, parte dos minerais primários pode ter sido alterado diretamente para formar as pequenas quantidades de gibbsita presentes neste solo, por processos de alitização (Helfi & Pedro, 1977)

#### 4.3.4 Perfil 04 – Cambissolo Háptico distrófico.

Também desenvolvido de granito, esse Cambissolo apresenta como argilomineral dominante no horizonte C2 a caulinita (picos intensos de 7,2 e 3,6 Å) ocorrendo também illita (pico em torno de 10Å) e vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas em menores proporções (picos em torno de 14Å). Isto fica bem caracterizado nas amostras que foram saturadas com Mg a temperatura ambiente (Figura 4B).

Nas amostras saturadas com K e aquecidas, caso fosse vermiculita pura, deveria ocorrer contração dos picos de argilominerais expansíveis para 10 Å, mas observa-se a presença de forte assimetria para ângulos mais baixos. Além disso, nas amostras saturadas com Mg e impregnadas com etileno glicol (Figura 4A) não houve expansão das camadas para espaçamentos superiores a 14 Å, demonstrando que existe um impedimento tanto na contração quanto na expansão das camadas dos argilominerais. Devido ao ambiente lixiviante, é provável que as micas presentes no granito tenham sido transformadas em vermiculita com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, por causa do ambiente ácido (Douglas, 1989).

No horizonte Bi, a mineralogia da fração argila foi similar à horizonte C, ocorrendo também picos a 12 Å nas amostras saturadas com potássio, o que se repete nas amostras saturadas com Mg e Mg + etileno glicol. Isto sugere a existência de caulinita como argilomineral dominante, seguida de illita, interstratificados illita-vermiculita e vermiculita com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas. Este argilomineral é identificado pela forte assimetria na posição em torno de 10Å na amostra saturada com K e aquecida a 550 °C (Figura 4A), e pela ausência de expansão além de 14Å na amostra saturada com Mg e impregnada com etileno glicol (Figura 4B).

A mineralogia da fração argila do horizonte A é similar à do horizonte Bi.

A razão entre as áreas dos argilominerais 2:1 e área de argilominerais 2:1 + 1:1, que expressa a quantidade aproximada de argilominerais 2:1 presente nos horizontes de cada

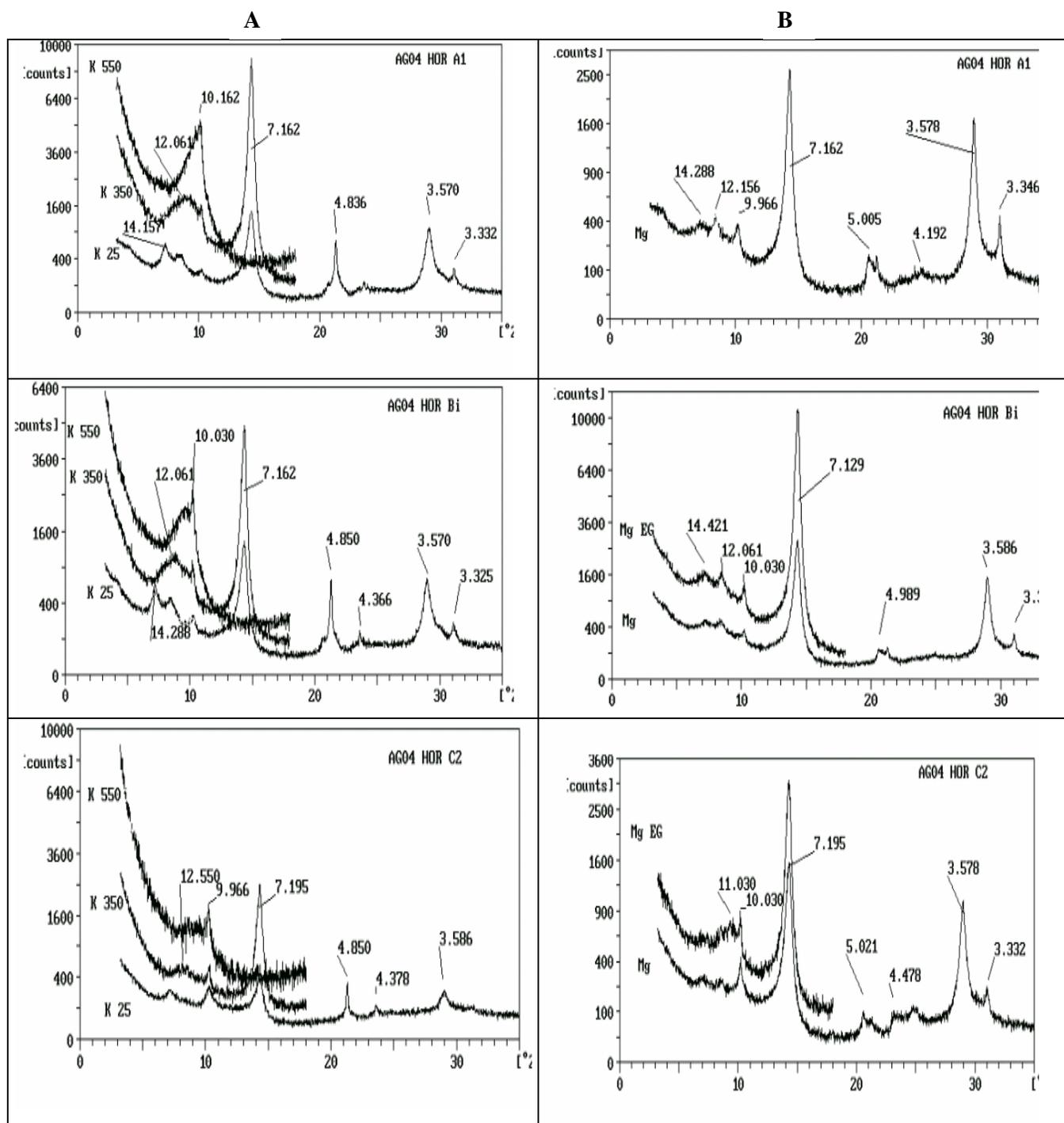


Figura 4 - Difratogramas da fração argila orientada dos horizontes A1, B1 e C2 do perfil AG04, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C (K550), (A) e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg) (B). Espaçamentos em angstrom (Å).

perfil, situa-se em torno de 14% (Quadro 9). Tal quantidade, embora expressiva, parece não ter tido influência sensível no aumento da CTC da fração argila, que foi de  $7,95 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  pelo método de BENNEMA (Quadro 8), o que sugere que tanto as vermiculitas quanto os interstratificados illita-vermiculita possuam intercalação das entrecamadas com polímeros de hidróxi-Al, o que pode reduzir drasticamente a CTC em relação aos correspondentes livres de polímeros (Barnbisel & Berth, 1989).

Considerando aspectos qualitativos e quantitativos da composição mineralógica deste perfil, sugere-se o seguinte modelo de evolução mineralógica: os minerais primários facilmente intemperizáveis presentes no granito (feldspatos e anfibólios) bem como parte das micas, alteraram-se por hidrólise transformando-se em caulinita, via processo de mossialitização (Melfi & Pedro, 1977). Parte das micas transformaram-se em illitas e outra parte em vermiculitas ou interstratificados illita-vermiculita, que no ambiente lixiviante e ácido sofreram intercalação com polímeros de hidróxi-Al nas entrecamadas.

#### 4.3.5 Perfil 05 – Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico.

No perfil AG 05, desenvolvido de granito, observa-se o predomínio de caulinita na fração argila (picos intensos de 7,2 e 3,6 Å), com presença e picos de baixa intensidade característicos de argilominerais 2:1 em torno de 10 e 14 Å, nas amostras saturadas com K e Mg na temperatura ambiente (Figura 5) com picos mais intensos a 10 Å, que indicam o predomínio de illitas.

Os picos de 14 Å se deslocam pelo aquecimento paulatino das amostras saturadas com K, intensificando em torno de 10 Å, mantendo certa assimetria para ângulos mais baixos (Figura 5A); nas amostras saturadas com Mg e impregnadas com etileno glicol praticamente não há modificação dos reflexos de 10 Å (Figura 5B). Isto indica a presença vermiculita com

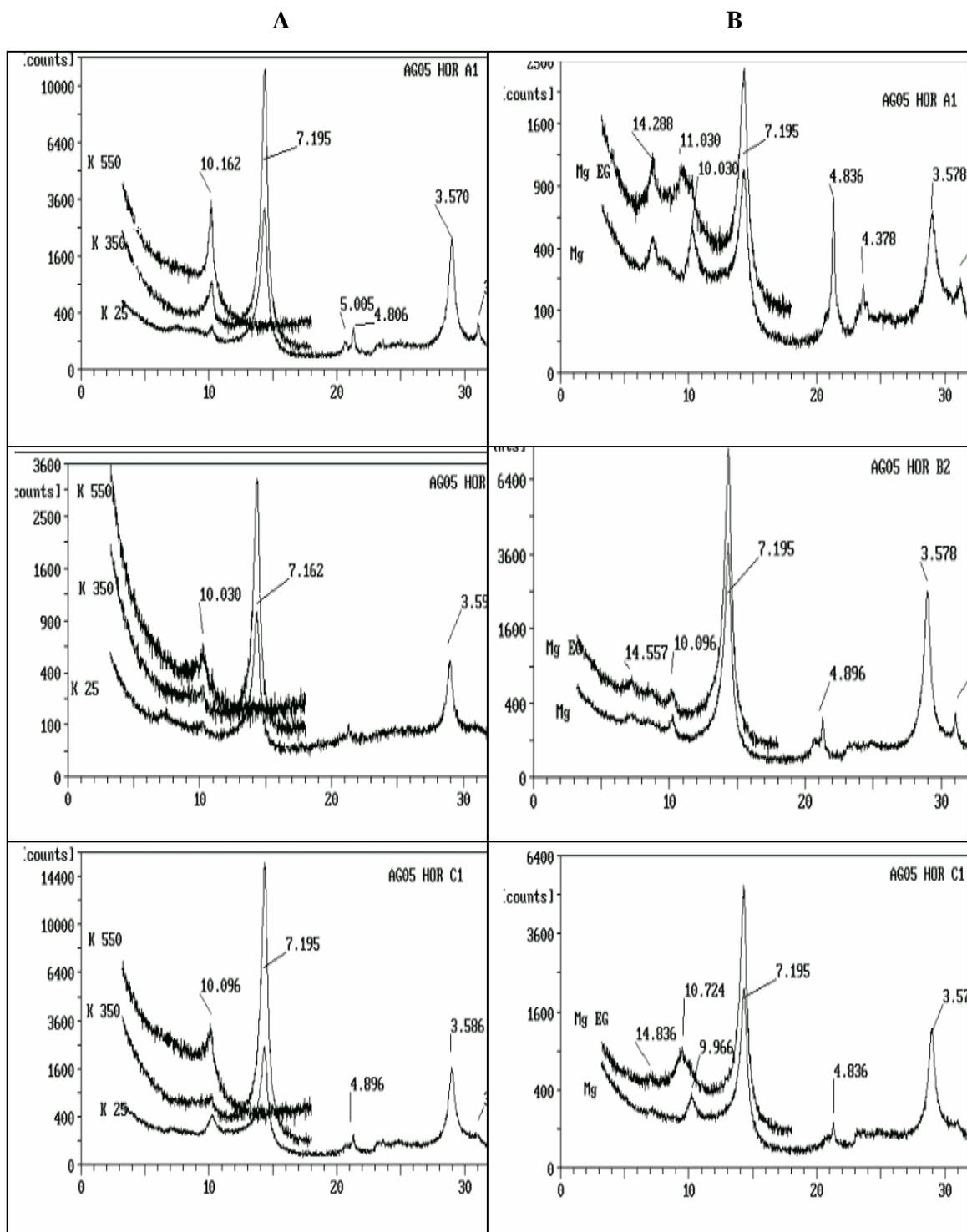


Figura 5 - Difratoogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e C1 do perfil AG05, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550) (A), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg) (B). Espaçamentos em angstrom (Å).

polímeros de hidróxi-Al entrecamadas. Picos em torno de 4,85 e 3,33Å indicam, respectivamente, a presença de pequenas quantidades de gibbsita e quartzo.

A razão entre as áreas de argilominerais 2:1 e área de argilominerais 2:1 + 1:1, que expressa a quantidade aproximada de argilominerais 2:1 presente nos horizontes deste solo, situa-se em torno de 1 a 5% (Quadro 9). Os minerais de argila presentes neste solo são portanto compatíveis com os baixos valores de CTC estimada para a fração argila (Quadro 8).

Considerando aspectos qualitativos e quantitativos da composição mineralógica deste perfil, sugere-se o seguinte modelo de evolução mineralógica: os minerais primários mais facilmente intemperizáveis presentes no granito (feldspatos e anfibólios) bem como parte das micas, alteraram-se por hidrólise transformando-se principalmente em caulinita, via processo de monossilitização (Melfi & Pedro, 1977). A menor quantidade de argilominerais 2:1 neste Argissolo, em relação ao perfil AG04, um Cambissolo, sugere que o perfil tenha sofrido maior grau de alteração dos constituintes primários.

#### 4.3.6 Perfil 06

O perfil AG06, desenvolvido de siltitos, apresenta a caulinita como argilomineral dominante, seguido de picos secundários característicos de argilominerais 2:1. Ocorrem diferenças quantitativas importantes na proporção e tipo de argilominerais 2:1 entre os horizontes superficiais a subsuperficiais. No Cr, por exemplo, (Figura 6) praticamente a totalidade dos 2:1 é do grupo das micas ou illitas (picos a 10 Å), havendo assimetria destes picos em direção a 14 Å, o que indica que parte destas micas estão com as camadas parcialmente alteradas, pela perda de K.

Já nos horizontes A e B2, tanto nas amostras saturadas com K como nas de Mg, analisadas à temperatura ambiente, praticamente não se constata mais os picos de 10 Å (Figura 6), somente picos de 14 Å, indicando que as micas, nos horizontes mais superficiais, provavelmente perderam o K das entrecamadas, transformando-se em vermiculitas.

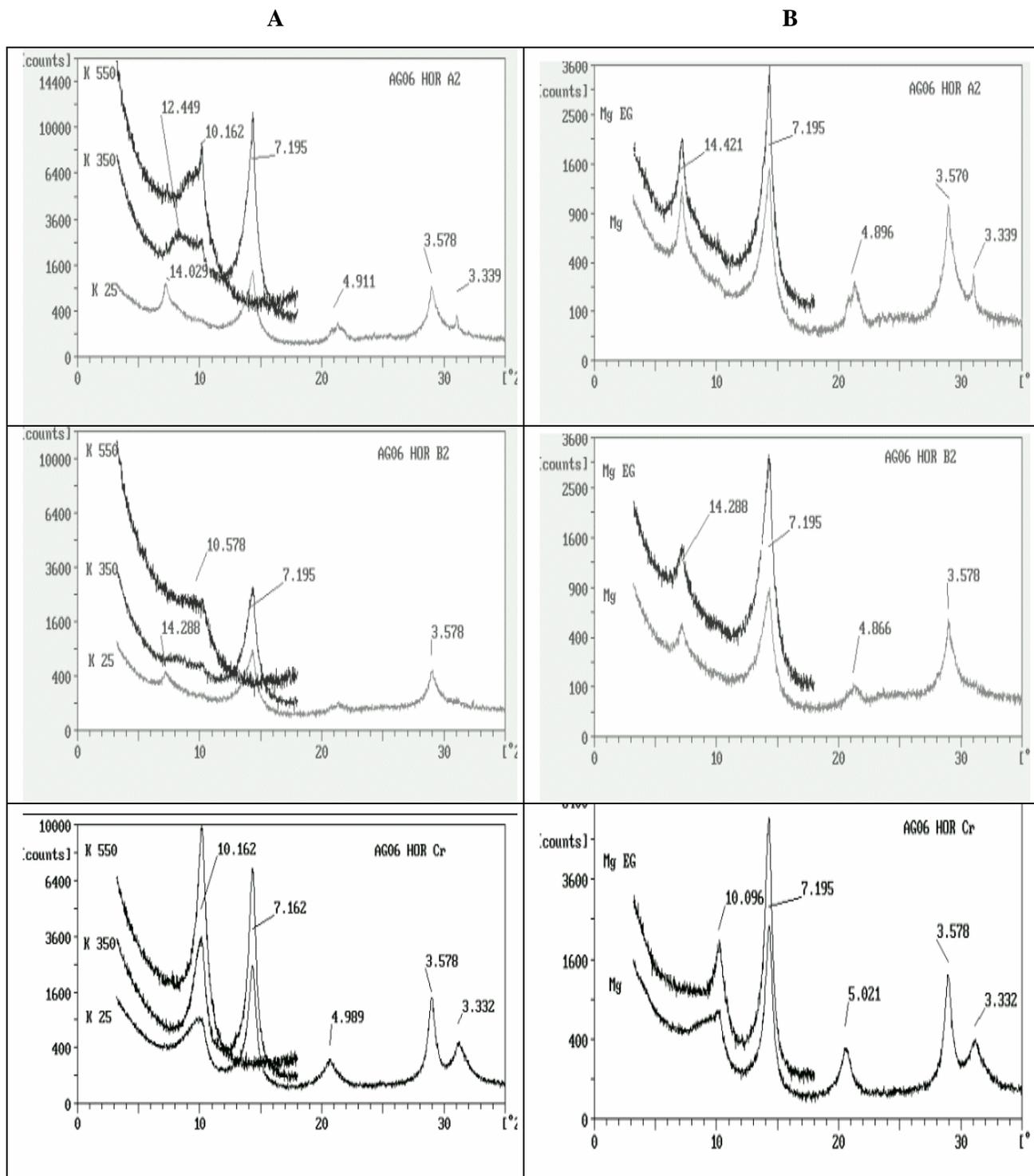


Figura 6 - Difratomogramas da fração argila orientada dos horizontes A2, B2 e Cr do perfil AG06, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550) (A), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg) (B). Espaçamentos em angstrom (Å).

Entretanto, nos tratamentos de aquecimento das amostras de K, observa-se que as amostras sofreram contração à 10 Å, mantendo ainda forte assimetria, praticamente formando um patamar, entre 10 e 14 Å (Figura 6A). Por outro lado, na amostra de Mg impregnada com etileno glicol não se observou modificação do reflexo de 14 Å (Figura 6B), tanto no horizonte A como no B2, o que indica tratar-se de vermiculita com forte intercalação ou polímeros de hidróxi-Al entrecamadas.

Picos em torno de 4,8 Å também são observados, indicando pequenas quantidades de gibbsita, notadamente nos horizontes mais superficiais.

A razão entre áreas de argilominerais 2:1 e área de argilominerais 2:1 + 1:1, que expressa a quantidade aproximada de argilominerais 2:1 presente nos horizontes de cada perfil, situa-se em torno de 16% (Quadro 9) valor relativamente alto considerando a baixa CTC estimada da fração argila deste solo (Quadro 8). Isto deve ser devido ao fato de que os argilominerais 2:1 apresentam forte intercalação com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, que reduziram drasticamente a CTC das vermiculitas (Barnhisell & Bertch, 1989).

Sugere-se o seguinte modelo de evolução mineralógica para este solo. Parte das caulinitas deste solo devem ter sido herdadas do material de origem, um siltito. Parte das micas, presentes no material de origem podem ter sofrido alteração por hidrólise, transformando-se em caulinita, e parte transformou-se em vermiculitas com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, cuja quantidade aumenta da base para o topo do perfil.

#### 4.3.7 Perfil 07

O perfil AG 07, desenvolvido de arenitos e siltitos apresenta como argilomineral dominante a caulinita (picos intensos de 7,2 e 3,6 Å), e ilita (pico em torno de 10 Å), o que é constatado tanto nas amostras saturadas com K e Mg submetidas a temperatura ambiente como nas saturadas com K e aquecidas (Figura 7). O pico do argilomineral dominante é largo

e demonstra uma assimetria em sua base em direção a 10 Å, indicando uma caulinita de pequenas dimensões e de baixa cristalinidade (Wilson, 1980 e Aparicio & Galán, 1999)

No horizonte Cr, os picos de 14 Å nas amostras com K e Mg a temperatura ambiente são pequenos indicando baixa quantidade de argilominerais expansíveis. A quantidade destes aumenta ligeiramente no B2, mas volta a cair no horizonte A.

Quando a amostra do horizonte A é saturada com K e aquecida a 350 °C ocorre contração das entrecamadas a 10 Å, demonstrando baixa intercalação com polímeros. Quando saturada com Mg ocorre um leve reflexo a 14 Å, indicando que a maioria dos argilominerais presentes na amostra não são expansíveis, no caso illita. No horizonte B2 também ocorre contração dos picos de argilominerais 2:1 em 10 Å, mas quando saturado com Mg e saturado com Mg e impregnado com etileno glicol o material demonstra maior expansividade, formando uma área em 14 Å maior que a área de 10 Å, isso se repete nos horizontes B2 e A, o que sugere que uma parte das illitas tenha se transformado em vermiculitas nos horizontes superiores devido o ambiente ácido e lixiviante.

A razão entre as áreas de argilominerais 2:1 e área de argilominerais 2:1 + 1:1, que expressa a quantidade aproximada de argilominerais 2:1 presente nos horizontes de cada perfil, situa-se em torno de 16 % (Quadro 9), o que está de acordo com os maiores valores de CTC estimados para a fração argila deste solo (Quadro 8).

Tratando-se de um substrato constituído de arenito com intercalação de siltitos, onde as análises mineralógicas da fração silte revelaram virtual ausência de minerais primários alteráveis exceto micas, sugere-se o seguinte modelo de evolução mineralógica para este solo: grande parte da caulinita pode ter sido herdada do material de origem. Parte das micas podem ter sido alteradas, por hidrólise, transformando-se em caulinita neoformada, e pequena parte, por perda de K, transformou-se em vermiculita, com pequena intercalação de polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, notadamente no horizonte B2 do solo.

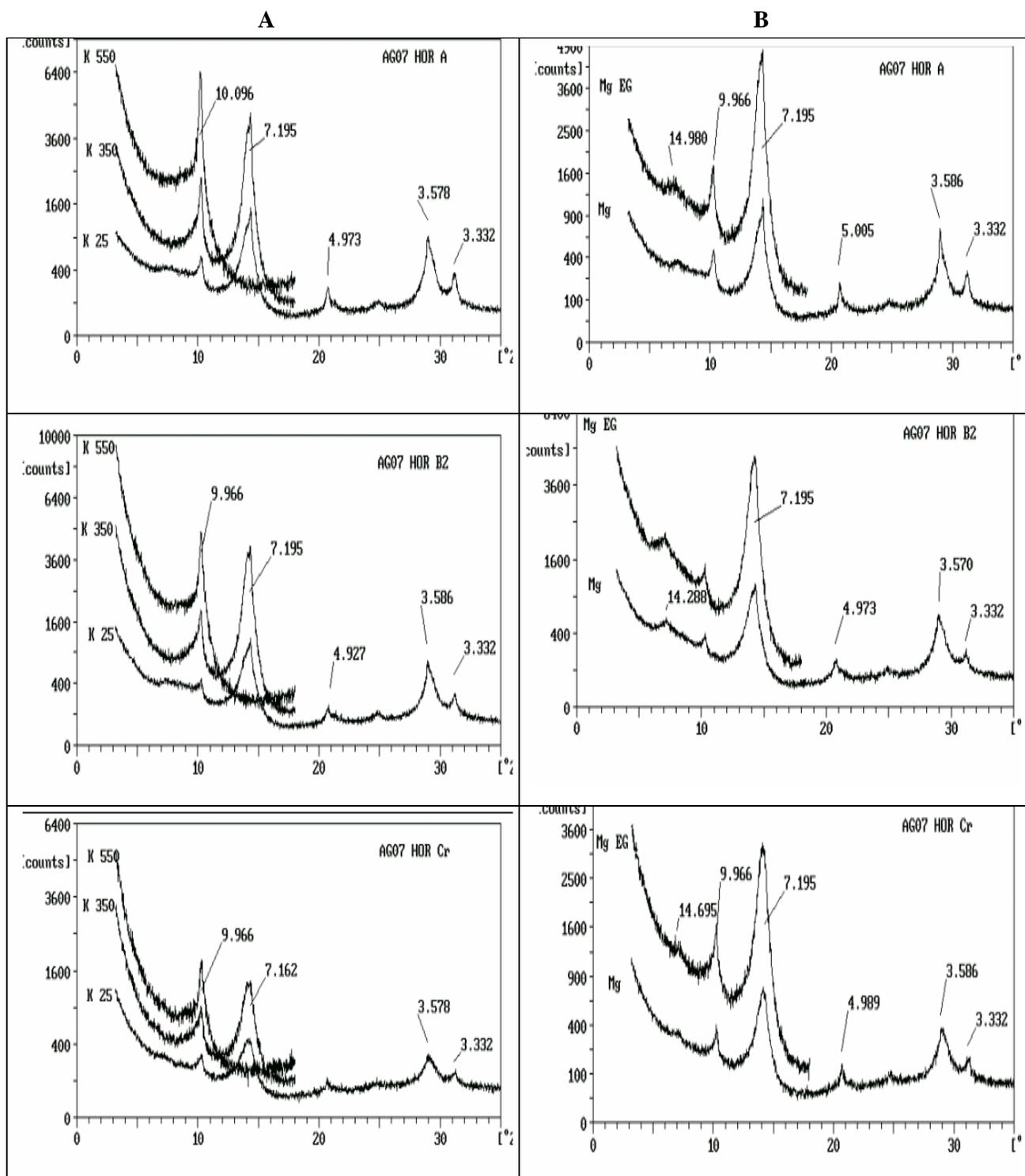


Figura 7 - Difratoogramas da fração argila orientada dos horizontes A, B2 e Cr do perfil AG07, saturadas com potássio e analisadas à temperatura ambiente (K25), aquecidas a 350 (K350) e a 550 °C(K550) (A), e analisadas após saturação com magnésio (Mg) e saturação com magnésio e impregnação com vapor de etileno glicol (Mg eg) (B). Espaçamentos em angstrom (Å).

#### 4.4 MINERALOGIA DA FRAÇÃO SILTE

A composição mineralógica da fração silte foi analisada somente para amostras do horizonte B ou C dos solos estudados, cujos difratogramas são mostrados na figura 8.

Para os solos derivados de migmatitos (AG01 e AG02), observa-se que os picos mais intensos ocorrem em 4,25, 3,35, 2,45, 2,28 e 2,13 Å, todos indicativos do quartzo, mineral primário dominante na fração. Picos de muito pequena intensidade, a 3,24 Å, podem ser indicativos de pequena quantidade de feldspatos e os de 5 e 10 Å são indicativos de micas, principais minerais primários identificados nestes solos. Secundariamente, também aparecem picos de argilominerais interestratificados (12,27 Å) – notadamente no AG01 – e de caulinita (7,13 Å).

Os três perfis de solos desenvolvidos de granito apresentam composição mineralógica da fração silte similar aos de migmatitos, porém com maior quantidade de micas no perfil do Neossolo Regolítico (AG03) e presença de interestratificados apenas no perfil de Cambissolo (AG04). Gibbsita (pico a 4,84 Å) também foi constatada na fração silte destes perfis, juntamente com relativamente alta proporção de caulinita.

Nos perfis de solos desenvolvidos de rochas sedimentares, houve diferenças importantes na composição mineralógica. Enquanto no perfil do Argissolo Vermelho desenvolvido de siltos (AG06) praticamente não se constata a presença de argilominerais, no perfil de Argissolo Vermelho-Amarelo derivado de arenitos (AG07), a presença de caulinita e micas foi expressiva na fração silte, além de apresentar maior proporção de feldspatos (pico a 3,24 Å).

A interpretação conjunta dos difratogramas indicou muito baixa ou virtual ausência de minerais alteráveis na fração silte, notadamente de micas e feldspatos, sendo esta fração composta predominantemente por quartzo, o que indica que o material de origem dos solos foi

submetido a um intenso grau de intemperização, restando muito pouco ou nada de reserva mineral nos solos estudados.

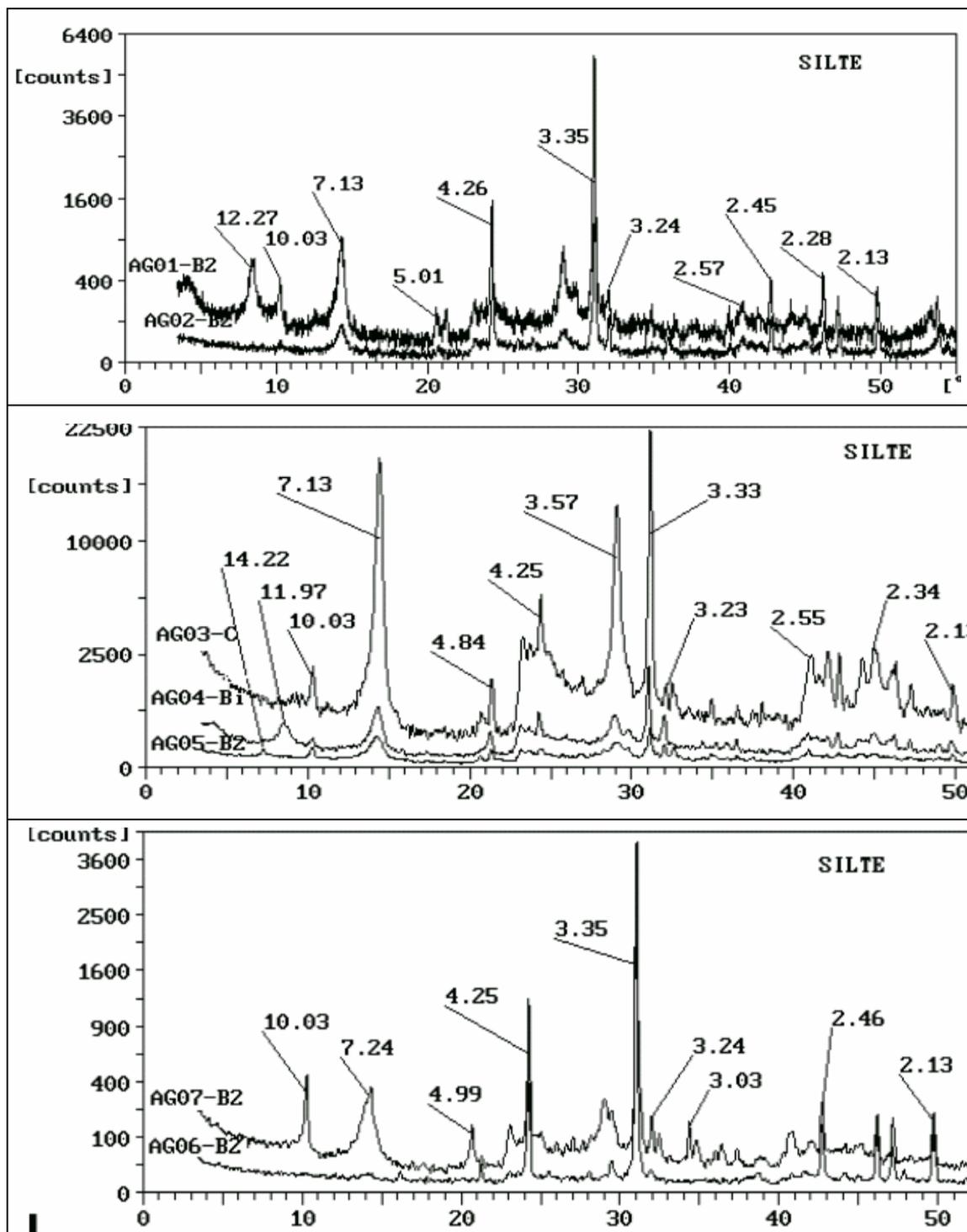


Figura 8 - Difratoformas de raios X demonstrando a composição mineralógica da fração silte dos horizontes B e C de solos estudados (números nos difratoformas indicam valores de espaçamentos, em Å).

## 5. CONCLUSÕES:

1 - Todos os perfis apresentaram reação ácida, baixos teores de carbono orgânico e baixos valores de soma e saturação por bases, indicando tratar-se de solos bastante intemperizados;

2 - A estimativa da CTC da fração argila, determinada pelo método gráfico de Bennema, indicou baixos valores deste atributo para a maioria dos solos, sendo seus valores ligeiramente menores do que o método utilizado para determinação da atividade da argila para fins de classificação dos solos brasileiros;

3 - O carbono contribuiu, em média, com  $2,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , indicando que a fração orgânica dos solos estudados contribui com menor número de cargas do que em outros solos;

4 - A composição mineralógica da fração argila dos solos estudados foi bastante similar entre os perfis, com predomínio de caulinita, seguida de proporções variáveis de illita, vermiculita

com hidróxi-Al entrecamadas, interestratificados illita-vermiculita, quartzo e gibbsita.

5 - As micas, encontradas na fração silte da maioria dos solos, foram os principais minerais primários, que por alteração, deram origem aos argilominerais 2:1 presentes nos solos, conforme indicados pelas análises dos perfis.

6 - Apesar da proporção expressiva de argilominerais 2:1 em vários solos, a CTC da fração argila dos solos foi baixa, provavelmente porque os referidos argilominerais apresentam forte intercalação com polímeros de hidróxi-Al entrecamadas, que reduziram a CTC dos mesmos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, B.L. ; HAJEK, B. F. Mineral occurrence in soil environments.. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B. (Ed.) **Minerals in soil environments**. Madison : SSSA , 1989. p. 199-278.

ALMEIDA, J.A. Degradação do topo do horizonte B de um Podzólico Vermelho- Amarelo abrupto da Planície Costeira do RS. Porto Alegre, UFRGS, 1992. 152 p. Tese Doutorado.

ALMEIDA, J. A.; KÄMPF, N. & ALMEIDA, R. Caracterização mineralógica de Cambissolos originados de rochas pelíticas nos patamares do alto rio Itajaí e no planalto de Lages. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 1997. 21. p. 181-190

ALMEIDA, J. A. ; TÓRRENT, J. ; BARRÓN, V. Cor, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em Latossolos desenvolvidos de basalto do extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 2003. (no prelo)

APARICIO, P. ; GALÁN, E. Mineralogical interference on Kaolinite crystallinity index measurements. **Clay and Clay Minerals**, Clarkson. v. 47, n. 1, p. 12-27, 1999.

ARNOLD, R.W. Pedological significance of lithologic discontinues. In: **TRANS. INT. CONGRESS SOIL SCI.**,9 Adelaide, vol 4, p. 595-603.

BARNHISEL, R. I.; BERTSCH, P. M. Chlorites and hydroxy-interlayered vermiculite and smectite. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B. (Ed.) **Minerals in soil environments**. Madison: SSSA , 1989. p. 729-779.

BENNEMA, J. The calculation of CEC for 100 grams clay (CEC 100) with correction for orgânico carbon. In : BENNEMA, J. **Report to the goverment of Brazil on classification of brazilian soils**. Rome: FAO, 1966. 83 p. (FAO. EPTA, 2197).

BELOBROV, V.P. Lessivage and textural differentiation in some Cuban soils. **Sov. Soil Science**, 10:1978. p. 243-254.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Vol 2 Florianópolis, Editora da UFSC, 1996. 875 p.

BOGNOLA, I.A. Caracterização Química, Física e Mineralógica de Solos Intermediários entre Latossolos Brunos e Latossolos Roxos. Viçosa, UFV, 1995. 205 p. Diss. Mestrado.

BREWER, R. Clay illuviation as a factor in particle size differentiation in soil profile. In: **TRANS. INT. CONGRESS SOLI SCI**. Adelaide. Vol 4. 1968. p. 489-499.

BRINCKMAN, R. **Ferrolysis, a soil-forming process in hidromorphic conditions**. Ames, Iowa State University press. 1979. 360 p.

BROWN, G. & BRINDLEY, G.W. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: BRINDLEY, G.W. & BROWN, G. (Ed.) **Cristal structures of clay minerals and their X ray identification**. London: Mineralogical Society, 1980. p. 305-360.

BUOL, S.W.; HOLE, F. D. & McCRAKEN, R. J. **Soil genesis and classification**. Ames, Iowa State University press. 1973. 360 p.

CABRERA-MARTINEZ, F.; HARRIS, W. G.; CARLISLE, V. M. & COLLINS, M. E. Evidence for clay translocation in coastal plain soils with sandy/loamy boundaries. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison. 1988. p. 1108-1114.

CORRÊA, J. Mineralogia e Gênese das principais classes de solos de encostas basálticas do estado de Santa Catarina. Lages, CAV/UEDESC, 2003. 141 p. Diss. Mestrado

CULLITY, B.D. **Elements of X-Ray diffraction**. 2. ed. Reading : Addison-Wesley, 1978. 555p.

DIXON, J.B. Kaolin and Serpentine Group Mineral. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B. (Ed.) **Minerals in Soil Environments**. Madison: SSSA , 1989. p. 467-526.

DNPM Departamento Nacional de Produção Mineral, 1986.

DOUGLAS, L. A. Vermiculite. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B. (Ed.) **Minerals in soil environments**. Madison : SSSA , 1989. p. 635-668.

DUARTE, M.N.; RAMOS, D.P. & LIMA, P.C. Caracterização e gênese de solos desenvolvidos de cobertura quaternária sobre embasamento cristalino, na baixada litorânea do Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20:291-304, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília : EMBRAPA/ Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**. Normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro: EMBRAPA SNLCS, 1988 67 (Documento SNLCS 11).

ERNANI, P.R. & ALMEIDA, J.A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 10:143-150, 1986.

ESWARAN, H. ; DE CONINCK, F. Clay mineralogy formation and transformation in basaltic soils in tropical environments. **Pedologie**, 21: 181-210, 1971.

FANNING, D.S. ; KERAMIDAS, V. D. & EL-DESOKY, M.A. Micas. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B. (Ed.) **Minerals in soil Environments**. Madison: SSSA , 1989. p. 551-634.

GAMBLE, E. E.; DANIELS, R. B. & McCRAKEN, R. J. Horizons of Coastal Plain Soils. Pedogenic or geologic origin. **Southeastern Geology**, Durham. 1970. p. 137-152.

HUANG, P.M. Feldspars, olivines, pyroxenes and amphiboles. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B (Ed.). **Minerals in Soil Environments**. SSSA: Madison. p. 975-1050. 1989.

HUGHES, J. C. Crystallinity of kaolin minerals and their weathering sequence in some soils from Nigeria, Brazil and Colombia. **Geoderma**, Amsterdam, 24: 317-325, 1980.

HUGGET, R. J. Lateral translocation of soil plasm trough a small valley basin in the northaw Great Wood, Hertfordshire. **Earth Surf. Process**, Sussex, 1976. p. 99-109

JACKSON, M. L. **Soil Chemical Analysis**. 2. ed. Madison: Department of Soil Science-University of Wisconsin. Advanced Course, 1965. 991p.

JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York, McGraw-Hill, 1941. 281 p.

KARATHANASIS, A. D. Compositional and solubility relationships between Al-hidroxiinterlayered soil smectites and vermiculites. **Soil Science Society of Americal Journal**, Madison, 52: 1500-1508, 1988.

KÄMPF, N. & CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. In: Curi, N. et al (ed). **Tópicos em ciência do solo**. Vol. 3. Viçosa, p.54. 2003, 430p.

KLAMT, E. & MEURER, J.E. Composição da fase sólida mineral do solo. In: MEURER, E. J. (Ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre : Genesis, 2000. 174p.

LACERDA, M.P.C.; ANDRADE, H. & QUÉMÉNEUR, J.J.G. Transformações mineralógicas ao longo de perfis de alteração pedogenética na região de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:799-809, 2001.

LEMOS, R.C. & SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta do solo no campo**. 3. ed. Viçosa : SBCS/ CNPS, 1996.

LUNDSTRÖM, U. S.; BREEMEN, N. V.& BAIN, D. The podzolization process. A review. **Geoderma**. Amsterdam, Vol 94 p. 91-107, 2000.

McCALEB. S. B. The genesis of the red-yellow podzolic soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, Madison, 23. p. 164-168, 1959.

MELFI, A. J. & PEDRO, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Parte 2: Considerações sobre os mecanismos geoquímicos envolvidos na alteração superficial e sua repartição no Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 8, p. 11-22, 1978.

MELFI, A. J. & PEDRO, G. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil. Parte 1: Caracterização e repartição dos principais tipos de evolução pedogeoquímica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, p. 271-286, 1977.

MONIZ, A.C. Decomposição de rochas e formação de minerais de argila. In: MONIZ, A.C. (ed.). **Elementos de Pedologia**. Ed. USP, Capítulo 25, p. 305-323, 1975.

MONIZ, A.C.; GRANDE, M.A. & OLIVEIRA, V. Solos do trecho Cabo Frio-Xerém, Rio de Janeiro: influência de regimes pluviais e de material de origem na pedogênese **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 14:205-214, 1990.

MOOKMA, D. L. & BUURMAN, P. **Podzols and Podzolization in temperate regions**. Wageningen, international soil Museum, 1982. 126 p.

OERTEL, A. C. Some observations incompatible with clay illuviation. **Trans. Int. Congress Soil Science**, 9 Adelaide. Vol. 4. p. 481-488, 1968.

PEREZ, D.V.; RAMOS, D.P.; NASCIMENTO, R.A.M. & BARRETO, W.O. Propriedades eletroquímicas de horizontes B texturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 17:157-164, 1993.

RESENDE, M.; CURI, N.; de RESENDE, S.B. ; CORRÊA, G. F. **Pedologia** : base para distinção de ambientes. 4. ed. Viçosa : NEPUT, 2002. 338p.

RODE, A. A. Podzolization and lessivage. **Sov. Soil Science**, 1964. p. 660-671.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173p.

SAWHNEY, B. L. **Interstratification in layer silicates**. In: DIXON, J. B. & WEED, S.B. (Ed) **Minerals in soil environments**. Madison: SSSA, 1989. p. 789-828.

SCHULTZE, D.G. **An introduction in soil mineralogy**. In: DIXON, J. B. ; WEED, S.B. (Ed.) **Minerals in soil environments**. Madison: SSSA, 1989. p. 1-34.

SIMONSON, R. W. Genesis and classification of red-yellow podzolic soils. **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, Madison. 14: 316-319, 1949.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. Washington, 1975. (USDA Agric. Handbook n. 436).

TAN, K. H. **Principles of soil chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1982. 267 p.

TEDESCO, M.J. ; GIANELLO, C. ; BISSANI C.A. ; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre : UFRGS, 1995. 174 p.

UFSC e SUDESUL. LEVANTAMENTO de reconhecimento de solos do Estado de Santa Catarina (1ª Parte). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.2, n.1/2, p.11-248, jan./jun.1973.

UFSC e SUDESUL. LEVANTAMENTO de reconhecimento de solos do Estado de Santa Catarina (2ª Parte). **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.2, n.3/4, p.249-459, jul./dez.1973.

VIDAL-TORRADO, P. & LEPSCH, I. F. Relações material de origem/solo e pedogênese em uma seqüência de solos predominantemente argilosos e latossólicos sobre psamitos na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23:357-369, 1999.

VIERA, L.S. Manual de Ciências de Solo, 1975

WHITTIG, L. D. ; ALLARDICE, W. R. **X-ray diffraction techniches**. In: KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analisys**. Part 1. Phisical and mineralogical methods. 2. ed. Madison: SSSA, 1986. p. 331-362.

WILSON, M. J. **A handbook of determinative methods in clay mineralogy**. London: Blakie & Son, 1987. 173 p.

WAMBEKE, A. R. van. Criteria for classifying tropical soil by age. **Journal of Soil Science**, London, 13: 24-132, 1962.

## **7. ANEXO**

ANEXO A -Descrição e classificação dos perfis de solos coletados na serra leste sul catarinense

## **DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PERFIS DE SOLOS COLETADOS NA SERRA LESTE SUL CATARINENSE**

### **PERFIL AG 01**

DATA: 04/08/2003

CLASSIFICAÇÃO - **ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO LATOSSÓLICO.**

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

LOCALIZAÇÃO - BR 282, trecho Rancho Queimado-Águas Mornas, ± 15 Km após a entrada de Santa Izabel, em uma entrada secundária à direita (Sítio Flor da Serra), bem na entrada, lado direito.

ALTITUDE - 420 m.

LITOLOGIA - Migmatitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Rochas do Complexo Tabuleiro. Faixa Granito Gnaissica-Santa Rosa de Lima Tijucas.

CRONOLOGIA – Proterozoico Inferior

MATERIAL DE ORIGINÁRIO - Alteração de migmatito, com possível influência de retrabalhamento.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Ondulado, 18 % de declividade.

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado.

EROSÃO - Moderada.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Tropical (Mata Atlântica).

USO ATUAL - Capoeira e vegetação secundária ao fundo.

CLIMA – Cfa (Koeppen)

DESCRITO E COLETADO POR –Jaime Antonio de Almeida, Álvaro Luiz Mafra, João Bosco Paes Sobrinho e Joni Ehrart.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A- 0-24 cm, bruno-escuro (7,5YR 4/3, úmido) e bruno-clara (7,5YR 6/3, seco); franco argiloso, moderada a média granular e moderada pequena, blocos subangulares; friável a firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

AB- 24-45 cm, vermelho-amarelo (5YR, 5/6 úmido) e bruno avermelhado claro (5YR 6,5/4, seco); franco argiloso; fraca a moderada pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável a firme; muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

B1- 45-100/112 cm, vermelho-amarelo (5YR, 5/8 úmido); franco argiloso; fraca a moderada média blocos subangulares; duro, friável a firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e ondulada.

B2-100/112-126/150 cm, vermelho-amarelo (5YR, 5/8 úmido); manchas de cor vermelha (2.5YR 4/8); argila; fraca à moderada média grande blocos subangulares; cerosidade fraca a comum; duro, firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

BC-126/150-186/206 cm, vermelho (10R 5/8, úmido); franco argiloso, fraca grande blocos subangulares; ligeiramente duro à duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

C-186/206-270-290 cm, vermelho (10R 4/8 úmido); franco argiloso; maciça; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.

Cr- 270/296 + cm, vermelho (10R 4/8 úmido); franco argilosa; maciça; friável, ligeiramente duro; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada .

OBSERVAÇÕES: No perfil C e Cr existem manchas esbranquiçadas localizadas em faixas oblíquas em ângulo de 30° (5Y 8/1 branco).

Raízes: Muitas no A, comuns no BA e B1, poucas no B2 e raras no BC e ausentes no C e Cr.



Legenda: Vista geral do perfil AG 01 Argissolo Vermelho Amarelo Latossólico.

**PERFIL AG 02**

DATA: 04/08/2003

**CLASSIFICAÇÃO - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.**

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

LOCALIZAÇÃO - Estrada São Bonifácio-Rio Fortuna a  $\pm$  4,5 Km da Igreja Matriz, na entrada do lixão da cidade (coletado no barranco à esquerda).

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Coletado em situação de encosta, com aproximadamente 15% de declive e cobertura da mata.

ALTITUDE - 570 m

LITOLOGIA – Migmatitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Rochas do complexo Tabuleiro. Faixa Granito Gnaissica-Santa Rosa de Lima-Tijucas.

CRONOLOGIA – Proterozoico Inferior

MATERIAL ORIGINÁRIO - Possivelmente derivado de migmatitos, constatados à 50m do barranco, com possível contribuição de material por retrabalhamento superficial. Perfil com bastante cascalho.

PEDREGOSIDADE - Não pedregoso.

ROCHOSIDADE - Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Ondulado.

RELEVO REGIONAL – Forte ondulado e montanhoso.

EROSÃO – Não aparente.

DRENAGEM - Bem a moderadamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Mata Atlântica (secundária).

USO ATUAL – Floresta nativa .

CLIMA – Cfa (Koeppen)

DESCRITO E COLETADO POR – Jaime Antonio de Almeida, Álvaro Luiz Mafra, João Bosco Paes Sobrinho e Joni Ehrart.

Perfil coletado próximo ao topo de elevação em área ondulada. Obs: Alguns afloramentos dispersos na encosta.

### **DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

A- 0-15 cm, bruno-acinzentado escuro (10 YR 4/2, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 5.5/2, seco); franco argiloso; moderado médio blocos subangulares e moderada e fraca pequena granular; ligeiramente duro; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

AB-15-26 cm, bruno-amarelo-escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seco); franco argiloso, fraca à moderada pequena blocos subangulares; duro; friável à firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

BA-26-50 cm, bruno-amarelo escuro (10YR 4.5/6, úmido); franco argiloso; moderada à fraca média blocos subangulares; duro; firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

B1- 50-78 cm, bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido); franco argiloso; moderada à fraca grande blocos subangulares; duro; firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

B2- 78-136 cm, bruno-forte (7.5YR 5/8, úmido); cerosidade fraca a comum; argilosa; moderada à fraca grande blocos subangulares; duro; firme; muito plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

BC-136-160/180 cm, bruno-forte (6.5YR 5/8, úmido); franco argiloso; fraca à moderada grande blocos subangulares; duro; friável à firme, muito plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

C-160/180-200 cm, vermelho (2.5YR 4/8, úmido); franco argiloso; maciça; friável à firme; ligeiramente duro; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

Raízes: Muitas no A1, comuns no AB e BA, poucas no B1, raras no B2 e BC, ausentes no C.

OBSERVAÇÕES: Perfil coletado e descrito em barranco sem sol direto, medidas de cor sem sol incidente direto.



Legenda: Vista geral do perfil AG 02 Argissolo Vermelho Amarelo.

**PERFIL AG 03**

DATA: 04 / 08 / 2003

**CLASSIFICAÇÃO - NEOSSOLO REGOLÍTICO**

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

LOCALIZAÇÃO - Trecho São Gabriel-Sangão, aproximadamente 7 Km após São Gabriel no topo de elevação, dobrando à direita aproximadamente 300m , lado esquerdo, próximo ao topo de outra elevação , em área com eucalipto com grande quantidade de afloramentos de granito.

**SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL**

ALTITUDE: 220 metros.

LITOLOGIA – Granito

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Suíte Intrusiva Pedras Grandes

CRONOLOGIA – Paleozóico Cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto de alteração do granito.

PEDREGOSIDADE – Ligeiramente pedregoso.

ROCHOSIDADE - Ligeiramente rochoso.

RELEVO LOCAL - Ondulado.

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado.

EROSÃO – Laminar moderada

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Mata Atlântica.

USO ATUAL - Eucaliptos e lavoura de subsistência.

CLIMA - Cfa (Koeppen)

DESCRITO E COLETADO POR – Jaime Antonio de Almeida, Álvaro Luiz Mafra, João Bosco Paes Sobrinho e Joni Ehrart.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A-0-27 cm, bruno-escuro (7.5YR 4/2, úmido) e cinzento-rosado (7.5YR 6/2,5 seco); fraca muito pequena granular e grãos simples: macio, muito friável; transição clara e plana.

AC1-27-67 cm, bruno (7.5YR 5/4, úmido) e bruno-claro (7.5YR 6/3, seco); fraca a moderada blocos subangulares; macio, friável ; transição clara e plana.

AC2-67-94 cm, bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido) e bruno-claro (7.5YR 6/3, seco); fraca média blocos subangulares; macio, friável; transição clara e plana.

AC3 ou Bi-94-111/132 cm, vermelho-amarelo (5YR 5/6, úmido); fraca média blocos subangulares;duro, friável à firme ; transição abrupta e irregular.

C-111-132 cm, vermelho (2.5YR 4/6, úmido), granito alterado.

Cr-132+ cm, boulder de granito pouco alterado.



Legenda: Vista geral do perfil AG 03 Neossolo Regolítico.

**PERFIL AG 04**

DATA: 05 / 08 / 2003

**CLASSIFICAÇÃO – CAMBISSOLO HAPLICO**

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

LOCALIZAÇÃO - Trecho entre Treze de Maio e Santa Cruz, estrada à esquerda antes de Santa Cruz, em direção a localidade de São Sebastião, ± 1 Km após a encruzilhada, lado esquerdo.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Coletado em terço inferior de encosta ,com aproximadamente 9% de declive.

ALTITUDE - 330 m.

LITOLOGIA – idem anterior

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – idem anterior

CRONOLOGIA- idem anterior

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto de alteração do granito (sem evidência de retrabalhamento).

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Ligeiramente rochosa, de 2 à 5%.

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVO REGIONAL - Ondulado.

EROSÃO – Laminar

DRENAGEM - bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta

USO ATUAL - culturas anuais, (milho, mandioca etc.).

DESCRITO E COLETADO POR: Jaime Antonio de Almeida, Álvaro Luiz Mafra, João Bosco Paes Sobrinho e Joni Ehrart.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1-0-20 cm, bruno-escuro (7.5YR 4/3, úmido) e bruno acinzentado muito claro (7.5YR 6/2, seco); franco argilo arenosa com cascalho; fraca muito grande e média, granular e grãos simples; macio, friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

A2-20-35 cm, bruno-escuro (7.5YR 3/2, úmido) e bruno acinzentado muito claro (7.5YR 5/2, seco); franco argilo arenosa; fraca pequena granular; macio, friável; plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

AB-35-50 cm, bruno-escuro (7.5YR 4/3, úmido) e rosado (7.5YR 5/3, seco); franco argilosa; fraca pequena granular; macio, friável; transição clara e plana.

Bi-50-70 cm, bruno-forte (7.5YR 5/5, úmido); franco argilosa; fraca a moderada média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

BC-70-87/107 87/107-118 cm, bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido); franco argilosa; fraca média, blocos subangulares; duro, firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e irregular.

C1-87-107/118 cm, amarelo-avermelhado (7.5YR 6/6, úmido); franco argilosa; maciça, ligeiramente duro, firme; ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e quebrada .

C2-118 + cm, rosado (10YR 7/4, úmido); franco argilosa; variação com cores creme 10YR 8/4; maciça, ligeiramente duro, firme; plástica e não pegajosa.

Raízes: Muitas no A1, A2 e A3, comuns no Bi, poucas no BC e raras no C1 e C2.

OBSERVAÇÃO: Coletado em dia de sol.



Legenda: Vista geral do perfil AG 04 Cambissolo Háplico.

**PERFIL AG 05**

DATA: 05 / 08 / 2003

CLASSIFICAÇÃO: **ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.**

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

LOCALIZAÇÃO: Estrada secundária de Sangão em direção à localidade de São Gabriel, 3 Km após Sangão dobrar à esquerda, perfil a uns 500 metros à direita.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL - Coletado em meia encosta, em posição de terraço coluvial (AR-Afloramentos de boulder de granito no topo de elevação).

ALTITUDE - 170 m.

LITOLOGIA – idem anterior

FORMAÇÃO GEOLÓGICA - idem anterior

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de extração do granito.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Ondulado.

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado.

EROSÃO – Laminar

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta.

USO ATUAL - lavoura de culturas anuais.

CLIMA – Cfa (Koeppen)

DESCRITO E COLETADO POR – Jaime Antonio de Almeida, Álvaro Luiz Mafra, João Bosco Paes Sobrinho e Joni Ehrhart.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1-0-30 cm, bruno-escuro (7.5YR 4/3, úmido) e bruno acinzentado muito claro (10YR 7/3, seco); franco arenosa; fraca grande e pequena granular; macio, friável, não plástico e não pegajosa; transição clara plana.

A2-30-47 cm, bruno-escuro (7.5YR 4/3, úmido) e bruno acinzentado muito claro (10YR 7/3, seco); franco arenosa; fraca grande e pequena granular, macio, friável, não plástico e não pegajosa com cascalho; transição clara plana.

AB-47-66 cm, bruno-escuro (7.5YR 4/4, úmido) e rosado (10YR 7/3, seco); franco argilo arenosa; fraca media e pequena granular; friável, plástica e ligeiramente pegajosa com cascalho; transição gradual plana.

BA-66-90 cm, bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido); franco argilo arenosa; fraca pequena bloco subangulares; friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara plana.

B1-90-107 cm, bruno-avermelhado (5YR 4.5/6, úmido); franco argilosa; fraca a moderada média blocos subangulares; cerosidade moderada e pouca, friável à firme, plástica e pegajosa; transição gradual e plana.

B2-107-133/163 cm, vermelho (2.5YR 5/6, úmida); franco argilosa ; fraca a moderada média bloco subangular; cerosidade moderada e pouca; friável e firme; plástica e pegajosa; transição gradual e ondulada.

BC-133/136-200 cm, + vermelho (2.5YR 5/8, úmida); franco argiloso; fraca moderada blocos subangulares; friável e firme; plástica e pegajosa.

C1-franco argilo arenoso, plástica e ligeiramente pegajosa.

OBSERVAÇÃO: Raízes: Muitas no A1 e A2, comuns no AB e B, poucos no B1 e B2 e raras no BC.



Legenda: Vista geral do perfil AG 05 Argissolo Vermelho-Amarelo.

**PERFIL AG 06**

DATA: 06 / 08 / 2003

**CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO (SÔMBRICO).**

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

**LOCALIZAÇÃO:** Rodovia de acesso da estrada entre Cocal-Criciúma até um trevo próximo a Içara, a 7 Km daquela rodovia, bem no trevo, barranco de exposição Sul, reflorestamento de eucalipto, (rebrote).

**SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL** – coletado em topo de elevação, com declive aproximado de 55 e cobertura de eucalipto.

ALTITUDE - 65 metros.

LITOLOGIA – Siltitos e arenitos frios.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Grupo Guaté, formação Rio Bonito.

CRONOLOGIA – Permiano

MATERIAL ORIGINÁRIO – Produto da alteração de Siltitos com possível contribuição de arenitos.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL - Suave ondulado.

EROSÃO - Não aparente.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Original Mata Atlântica.

USO ATUAL - Reflorestamento de Eucalipto.

CLIMA – Cfa (Koeppen)

DESCRITO E COLETADO POR – Jaime Antonio de Almeida, Álvaro Luiz Mafra, João Bosco Paes Sobrinho e Joni Ehrart.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1-0-10 cm, bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido) e bruno-claro (7.5YR 6/4, seco); franco argilo arenosa; fraca média e pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável; plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

A2-10-23 cm, vermelho-escuro (2.5YR 3/6, úmido) e bruno-avermelhado (5YR 4.5/6, seco); franco argilo arenosa; fraca média blocos subangulares; ligeiramente duro a duro, friável, plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

A3-23-33 cm, bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, úmido) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seco); franco argilo arenosa; fraca pequena e médios blocos subangulares; ligeiramente dura, friável a firme; plástica e não pegajosa; transição clara e plana.

BA1-33-60 cm, bruno-avermelhado-escuro (2.5YR 3/4, úmido); franco argilo arenosa, moderada média pequena blocos subangulares; ligeiramente duro, friável a firme; plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

BA2-60-90 cm, vermelho-escuro (2.5YR 2.5/4, faces mais escuras 2.5YR 2.5/3); franco argilo arenosa; forte grande média blocos subangulares; ligeiramente dura a dura, firme; plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

B1-90-122 cm, vermelho-escuro (2.5YR 3/6, faces mais escuras 2.5YR 2.5/4); franco argilosa; forte grande média; bloco subangular e angular; ligeiramente dura a dura, firme; plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

B2-122-150 cm, vermelho (10R 4/6, faces mais escuras vermelho-escuro-acinzentado 10R 3/3 e 3/4); franco argilosa; moderada grande blocos subangular e angulares; dura, muito firme; plástica e ligeiramente pegajosa; cerosidade forte e abundante; transição gradual e plana.

B3-150-200 + cm, vermelho (10R 4/8, faces mais escuras vermelho-escuro-acinzentado 10R 3/6 e vermelho-escuro 10R 3/4); franco argilo arenosa; moderada blocos subangulares e angulares; dura, firme; plástica e ligeiramente pegajosa.

Cr- franco argilosa, plástica e ligeiramente pegajosa.



Legenda: Vista geral do perfil AG 06 Argissolo Vermelho (Sômbrico).

**PERFIL AG 07**

DATA: 06 / 08 / 2003

CLASSIFICAÇÃO: **ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO.**

UNIDADE DE MAPEAMENTO -

LOCALIZAÇÃO - Rodovia SC-438 trecho Orleans-Lauro Muller, entrando 500 metros à direita 3 Km após a ponte Lauro Muller, lado direito.

SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL – Coletado em meia encosta, em declive aproximado de 12% e cobertura de gramíneas e eucalipto.

ALTITUDE - 250 m.

LITOLOGIA – Arenitos e siltitos

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Grupo Gueté, Formação Rio bonito

CRONOLOGIA – Perniano

MATERIAL ORIGINÁRIO – produto da alteração de arenitos róseos com mistura de siltitos; não há evidencia de retrabalhamento.

PEDREGOSIDADE – Não pedregoso.

ROCHOSIDADE – Não rochoso.

RELEVO LOCAL - Ondulado

RELEVO REGIONAL - Forte ondulado.

DRENAGEM - Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA –

USO ATUAL – Reflorestamento com Eucalipto.

CLIMA – Cfa (Koeppen)

DESCRITO E COLETADO POR – Jaime Antonio de Almeida, Álvaro Luiz Mafra, João Bosco Paes Sobrinho e Joni Ehrart.

## DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A-0-13 cm, bruno escuro(7.5YR 3.5/3 úmido) e bruno-claro acinzentado (10YR 6/3, seco); franco argilo arenoso; fraca a moderada média a granular;ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

AB-13-25 cm, bruno forte (7.5YR 5/6 úmido com faces mais escuras bruno-escuro, 7.5YR 4/3) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seco); franco argilosa; fraca média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e plana.

BA-25-57 cm, bruno-forte (7.5YR 5/8, úmido); franco argilo arenosa; fraca a moderada média blocos subangulares; ligeiramente dura, friável e firme; cerosidade fraca e pouca.ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana.

B1-57-104 cm, bruno forte (6.5YR 5/8, úmido); franco argilo arenosa; fraca a moderada média grande bloco subangular; ligeiramente dura; friável a firme; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana, cerosidade moderada e pouca.

B2-104-139 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); franco argilo arenosa; fraca a moderada; média e grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável a firme, cerosidade moderada e pouca. ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e plana.

BC-139-148/155 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); franco argilo arenosa; fraca grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável a firme; ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara plana.

C1-148/155-185 cm, vermelho (2.5YR 4/8, úmida); franco argilo arenosa, fraca grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável; plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara plana.

C2-185-200/230 cm, fraca; grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, transição clara irregular.

Cr-220-230 + cm maciça. 7.5YR 7/6 e 5YR 5/6 cores mescladas, macia.



Legenda: Vista geral do perfil AG 07 Argissolo Vermelho-Amarelo.