

Figura 37 – Detalhamento dos calhaus alterados (seta dupla) em transição abrupta com a matriz amarelo-claro-acinzentada (seta) no topo do horizonte Cf. Argissolo Acinzentado Distrocoeso típico. TR3, parede à jusante. TCD. Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.

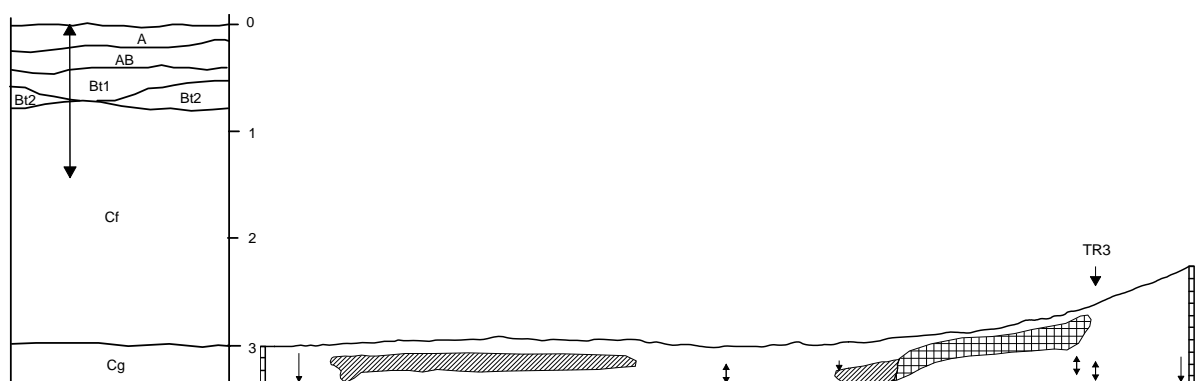
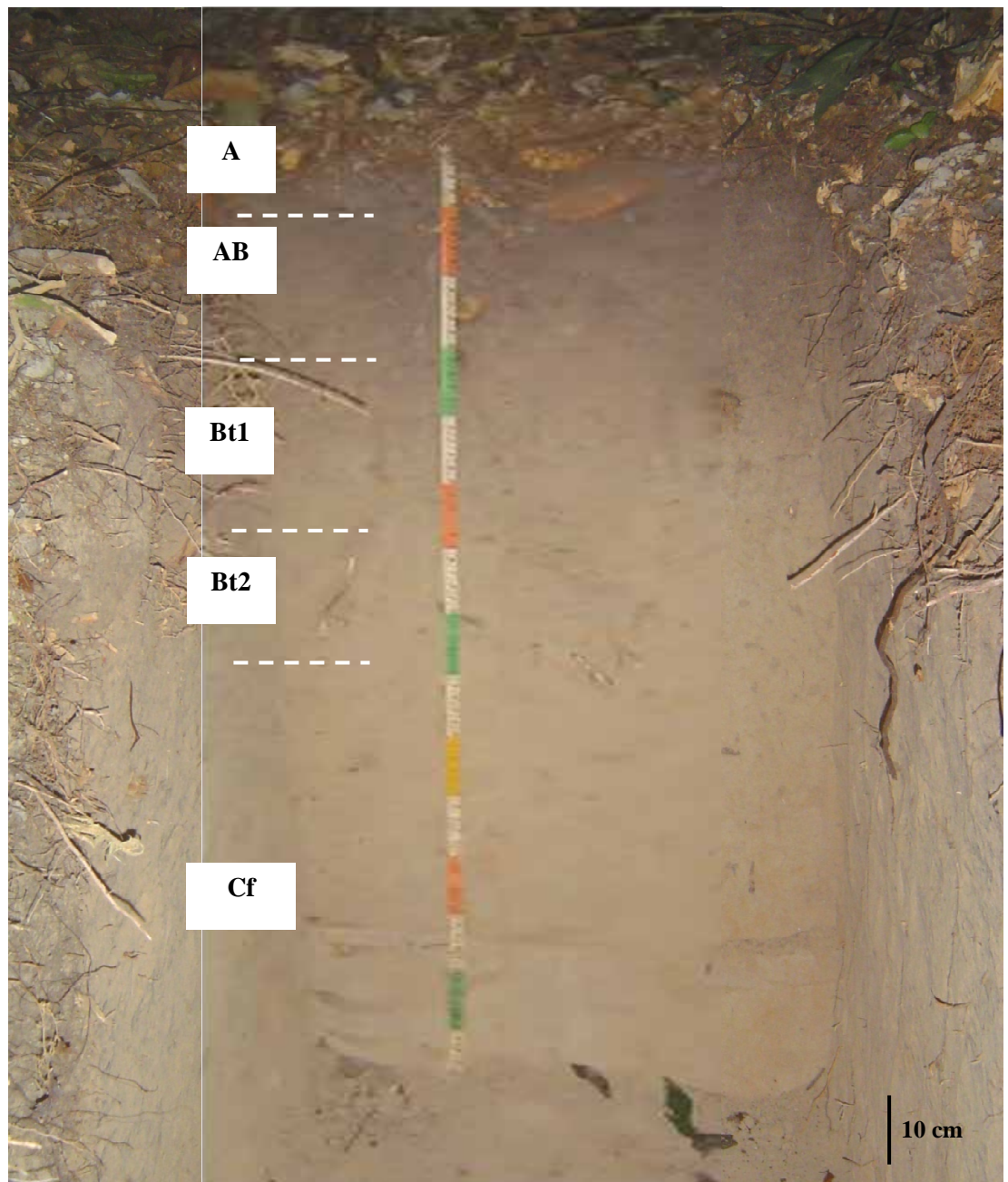


Figura 38 – Argissolo Acinzentado Distrocoeso típico. TR3, parede à montante, TCD. Horizontes A, AB, Bt1 e Bt2. Horizonte Cf amarelo-claro-acinzentado 10YR 7/3 e amarelo 10YR 7/6. Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.



Figura 39 – Detalhamento do horizonte Cf amarelo-claro-acinzentado 10YR 7/3 (seta) com manchas amarelas 10YR 7/6 (seta dupla) de transição abrupta a clara, descontínua, na frente de umedecimento. TR3 (PACdx típico), parede superior, TCD. Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.

Na topossequência TCD, nos pedoambientes sob a influência do lençol freático, os horizontes possuem consistências e ou cimentações diferenciadas, dentre os quais os B espódicos Bhm1 e Bhm2, fracamente cimentados, e Csm, fortemente cimentado (Figura 26).

O horizonte Bhm1 é precedido abruptamente pelo horizonte A variegado. No perfil TR9 (Figura 40), nas profundidades até 36 ou até 42 cm o horizonte A apresenta estrutura bimodal em grãos simples, e blocos arredondados pequenos, de consistência macia e muito friável. O horizonte Bhm1 na TR9 possui grau de estrutura maciça, consistência dura, muito firme e cimentação fraca, e profundidade até 75 cm. Caracterizado por maior resistência, o horizonte Bhm2 subjacente apresenta mosqueado composto por 80 % de manchas bruno-acinzentadas (10YR 5/2) e 20 % de manchas bruno-acinzentadas muito escuras (10YR 3/2), apresenta consistência muito dura, extremamente firme, e cimentação maior que a do horizonte Bhm1. Ambos os horizontes, Bhm1 e Bhm2, são classificados como fracamente cimentados, segundo os critérios contidos em Santos et al. (2005), podendo ser quebrados com as duas mãos.

Padrão semelhante ocorre na trincheira TR8 (Figura 41), em que o horizonte A análogo, menos espesso, também precede os horizontes B espódicos. O horizonte Bhm1 é um pouco menos espesso na TR8, e a consistência, se comparada à do horizonte Bhm1 da TR9, muda de dura e muito firme para dura e firme, mas ainda mantendo a cimentação fraca. O Bhm2, mais raso no perfil, inicia a 53 cm, mas apresenta consistência similar.

No horizonte C1, se comparado ao horizonte Bhm2, há uma inversão dos mosqueados, além da areia grossa que aumenta no perfil, tornando-se um horizonte composto por 50 % de manchas bruno-acinzentadas (10YR 5/2, úmida) e 50 % de manchas bruno-acinzentadas muito escuras (10YR 3/2, úmida).

#### 4.3.3. TOPOSSEQUÊNCIA TEF

A configuração macromorfológica dos solos na topossequência TEF se assemelha às demais. Nesta topossequência, além dos horizontes Bt1 e Bt2, ocorre também o Bt3, seguindo o contorno do horizonte Cc (Figura 42).

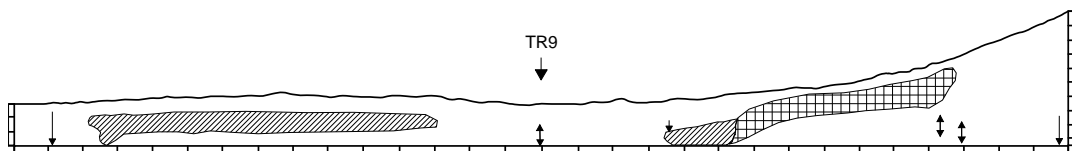
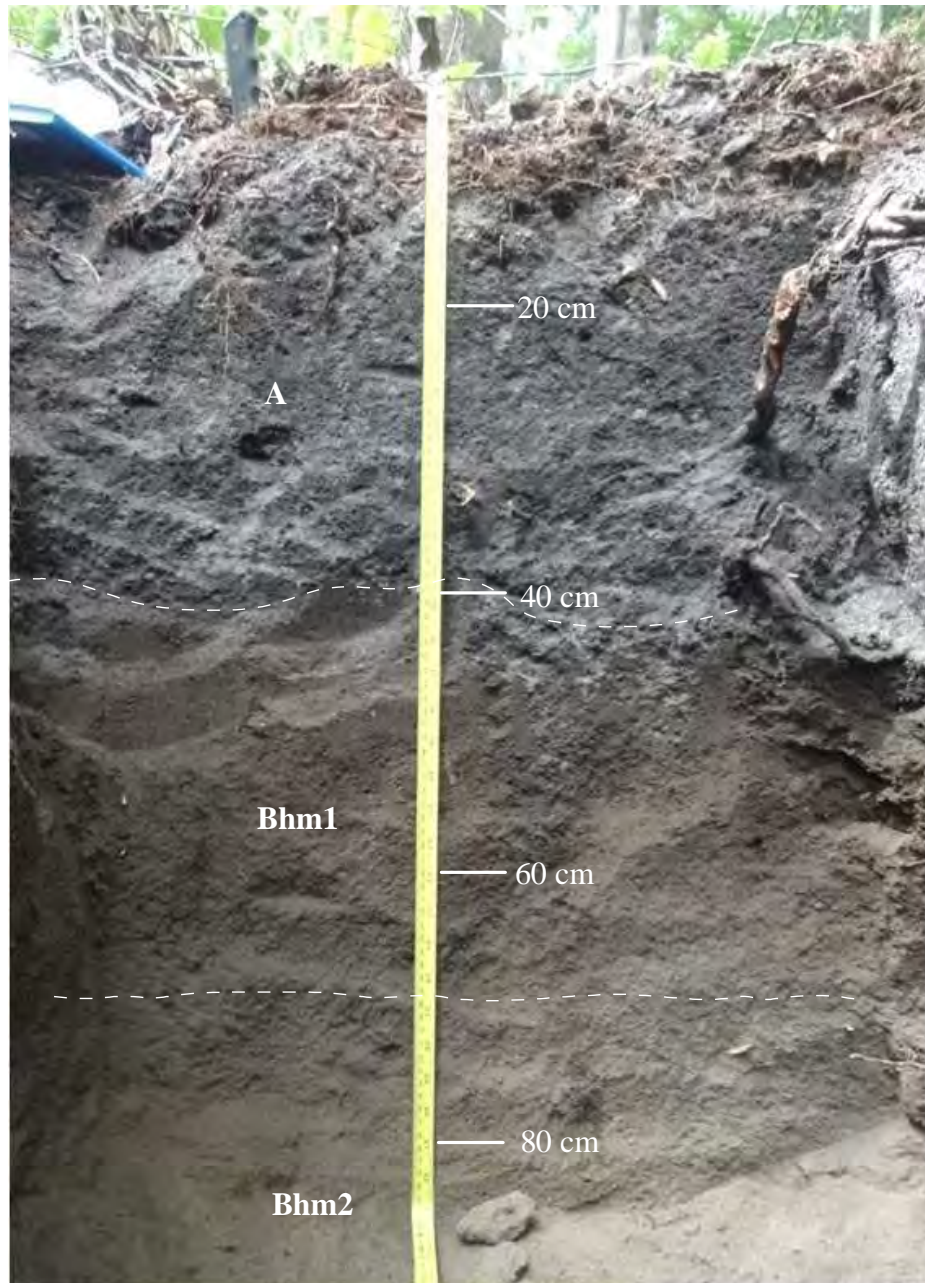


Figura 40 – TR9, TCD. Horizontes A, 0-36 cm e 0-42 cm, 50 % preto (10YR2/1, cor úmida) e 50 % branco constituído de quartzo lavado (N/8), grãos simples, solta, solta, e grumosa pequena, macia, muito friável; Bhm1, 36-75 cm e 42-75 cm, preto (10YR2/1, cor úmida), maciça, dura e muito firme, fracamente cimentado; Bhm2, 75 cm +, 80 % bruno-acinzentado (10YR5/2, úmida) e 20 % bruno-acinzentado muito escuro (10YR3/2, úmida), blocos, consistência muito dura e extremamente firme, fracamente cimentado. Espodossolo Humilúvico Hidromórfico dúrico (EKg). Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.



Figura 41 – TR8. Horizontes: A (0-18 cm e 0-28 cm), 50 % preto (10YR2/1, úmida) e 50 % branco (N/8), grãos simples, solta, solta, e grumosa pequena, macia, muito friável; Bhm1 (18-53 cm e 28-53 cm), preto (10YR2/1, úmida), maciça, dura e firme, fracamente cimentado; Bhm2, 80 % bruno-acinzentado (10YR5/2, úmida) e 20 % bruno-acinzentado muito escuro (10YR3/2, úmida), blocos, muito dura e extremamente firme, fracamente cimentado, poros pequenos e muito pequenos e muitos, 53 cm +. Espodossolo Humilúvico Hidromórfico dúrico (EKg). Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.

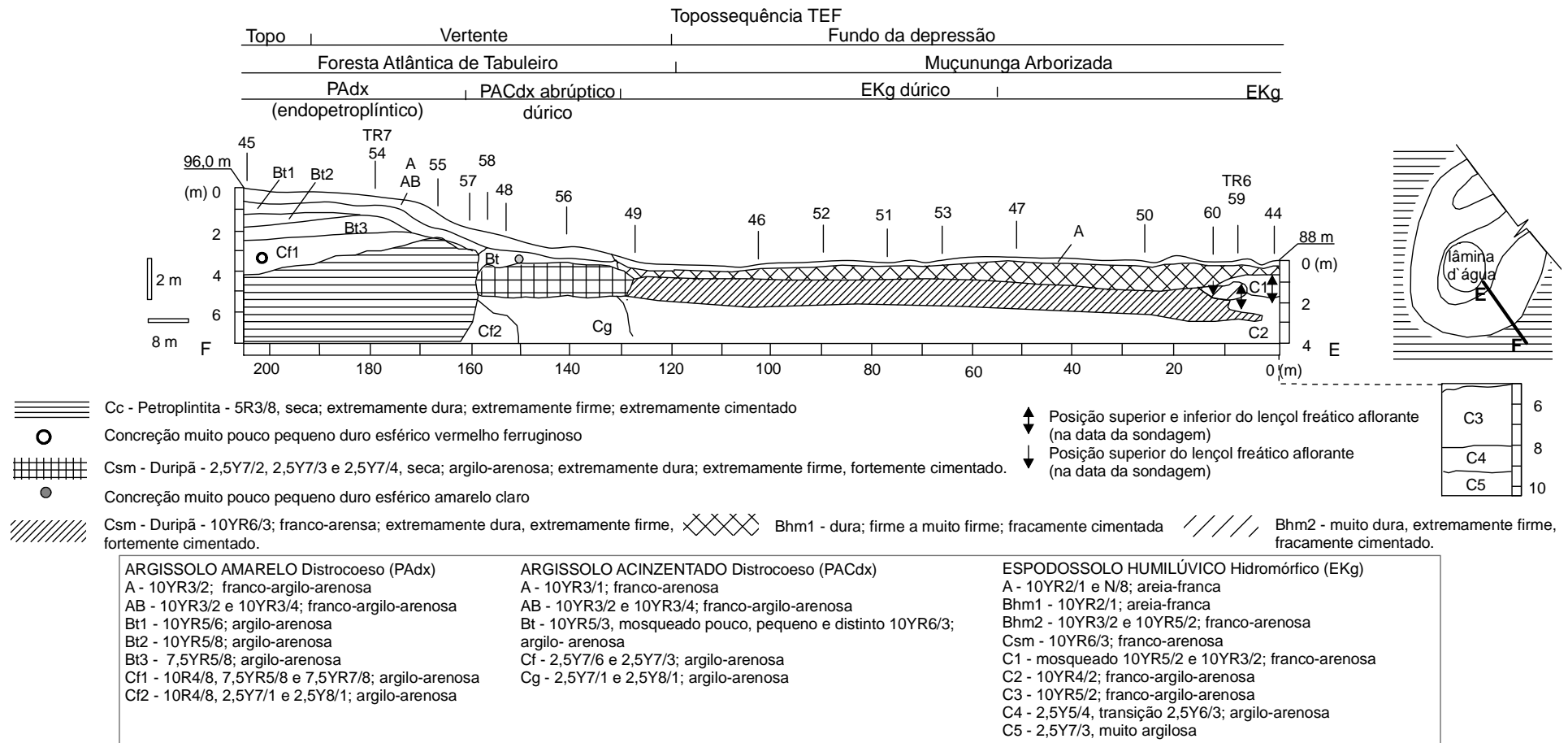


Figura 42 – Topossequência TEF na Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama.

Na topossequência TEF o duripã, diferentemente das outras topossequências, é unido lateralmente à petroplintita (Figura 42), com todos os solos presentes no topo e vertente da depressão (Argissolo Amarelo Distrocoeso endopetroplíntico e Argissolo Acinzentado Distrocoeso abrupto dúbico), exceto o típico.

O horizonte Csm 10YR 6/3 (textura franco-arenosa, consistência extremamente dura e extremamente firme, fortemente cimentado), ocorre a partir da tradagem S49 da topossequência TEF, quando desaparece lateralmente, sem um limite abrupto, o horizonte Csm 2,5YR 7/2, 7/3 e 7/4 (textura argilo-arenosa, consistência extremamente dura e extremamente firme, fortemente cimentado).

Os materiais tornam-se gradativamente mais escuros ao longo da topossequência: S48, bruno muito claro-acinzentado 2,5YR 7/3 e 7/4; S56, cinzento-claro 10YR 7/2 e amarelo-avermelhado 7,5YR 6/8 (mosqueado vermelho-amarelado 5YR 5/8, vermelho 2,5YR 5/8 e 2,5YR 5/6, amarelo-claro-acinzentado 2,5Y 8/3 e 2,5Y 8/4); S49, amarelo-claro-acinzentado 2,5Y 7/3 e bruno muito claro-acinzentado 10YR 7/4; S46, bruno-claro-acinzentado 10YR 6/3; S52, bruno-claro-acinzentado 10YR 6/3 (mosqueado bruno muito claro-acinzentado 10YR 7/3); S53, bruno-claro-acinzentado 10YR 6/3 e bruno muito claro-acinzentado 10YR 7/3, mosqueado bruno 7,5YR 5/4, bruno 7,5YR 4/4 e bruno-avermelhado 5YR 4/3; S50, bruno-escuro 7,5YR 3/2; S60 e trincheira, bruno-acinzentado muito escuro 10YR 3/2, no lençol freático.

Como nas topossequências TAB e TCD, na TEF também o horizonte Csm 10YR 6/3 se limita lateralmente com o horizonte mosqueado C1 (10YR 5/2 e 10YR 3/2) franco-arenoso, dentro do domínio de influência do lençol freático e acima do horizonte C2 franco-argilo-arenoso (Figura 42).

Na tradagem S44 da topossequência TEF (Figura 42), do horizonte C2 em diante, a sequência vertical de horizontes é caracterizada pelo aumento no teor de argila com a profundidade: horizontes C3 bruno-acinzentado 10YR 5/2, franco-argilo-arenosa; C4 bruno-oliváceo-claro 2,5Y 5/4, argilo-arenosa, e C5 amarelo-claro-acinzentado 2,5Y 7/3, muito argilosa (figura 43). Essa sequência é comparável às tradagens S38 e S36 da topossequência TCD.



Figura 43 – Materiais dos horizontes C3 bruno-acinzentado 10YR 5/2, franco-argilo-arenosa a 7,6 m (a), C4 bruno-oliváceo-claro 2,5Y 5/4, argilo-arenosa a 8,4 m (b) e C5 amarelo-claro-acinzentado 2,5Y 7/3, muito argilosa a 8,6 m (c). Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.

#### 4.3.4. Topossequência TMN

As sequências verticais e laterais e a morfologia dos solos na topossequência TMN (Figura 44) obedeceram aos mesmos arranjos observados nas demais topossequências, tanto nos domínios de oxidação, caracterizado pelos Argissolos Amarelos Distrocoesos, quanto nos domínios de maior hidromorfismo, marcados pelos Argissolos Acinzentados Distrocoesos e pelos Espodossolos Humilúvicos.

Na topossequência TMN as discontinuidades da petroplintita ocorreram também na vertente superior e os contornos dos horizontes Cf1 e Cf2 acompanharam radialmente a petroplintita (Figura 44), evidenciando sua provável área passada de ocorrência, antes dos processos de alteração. Sobre o horizonte Cf1 ocorre uma sequência vertical dos horizontes Bt3 bruno-forte e Bt1 e Bt2 bruno amarelados. O horizonte Bt2 é descontínuo na vertente, onde o Bt1 está em contato com o Bt3 (Figura 44).

O lençol freático aflorante é alojado no horizonte Cg, enquanto o horizonte Cf1 está sempre acima dele. As características espaciais do horizonte Cf1 (Figura 44), à montante e abaixo do duripã, como nos demais locais de estudo, sugerem associação entre essas coberturas pedológicas, semelhantes em textura e cor.

O horizonte B textural do Argissolo Acinzentado Distrocoeso, sob domínio de hidromorfismo temporário, acima do duripã, é consonante com as estruturas verificadas na topossequência TCD, mantidas por interferência da alteração geoquímica do duripã inativo em recuo.

Na extremidade à jusante, o horizonte Csm (2,5YR 7/2, 7/3 e 7/4) é substituído pelo horizonte Csm 10YR 6/3, também descontínuo em profundidade em contato com o lençol freático, sob domínio de hidromorfismo mais intenso. A discontinuidade vertical do horizonte fortemente cimentado (tradagem S108) está presente a 1,5 m, voltando a apresentar as mesmas características a 2,3 m de profundidade, lateralmente substituído pelo horizonte C1, seguido do C2. No fundo aplainado da depressão, o lençol freático aloja-se em material com ligeiro aumento da areia grossa, como também no horizonte Cg a montante.

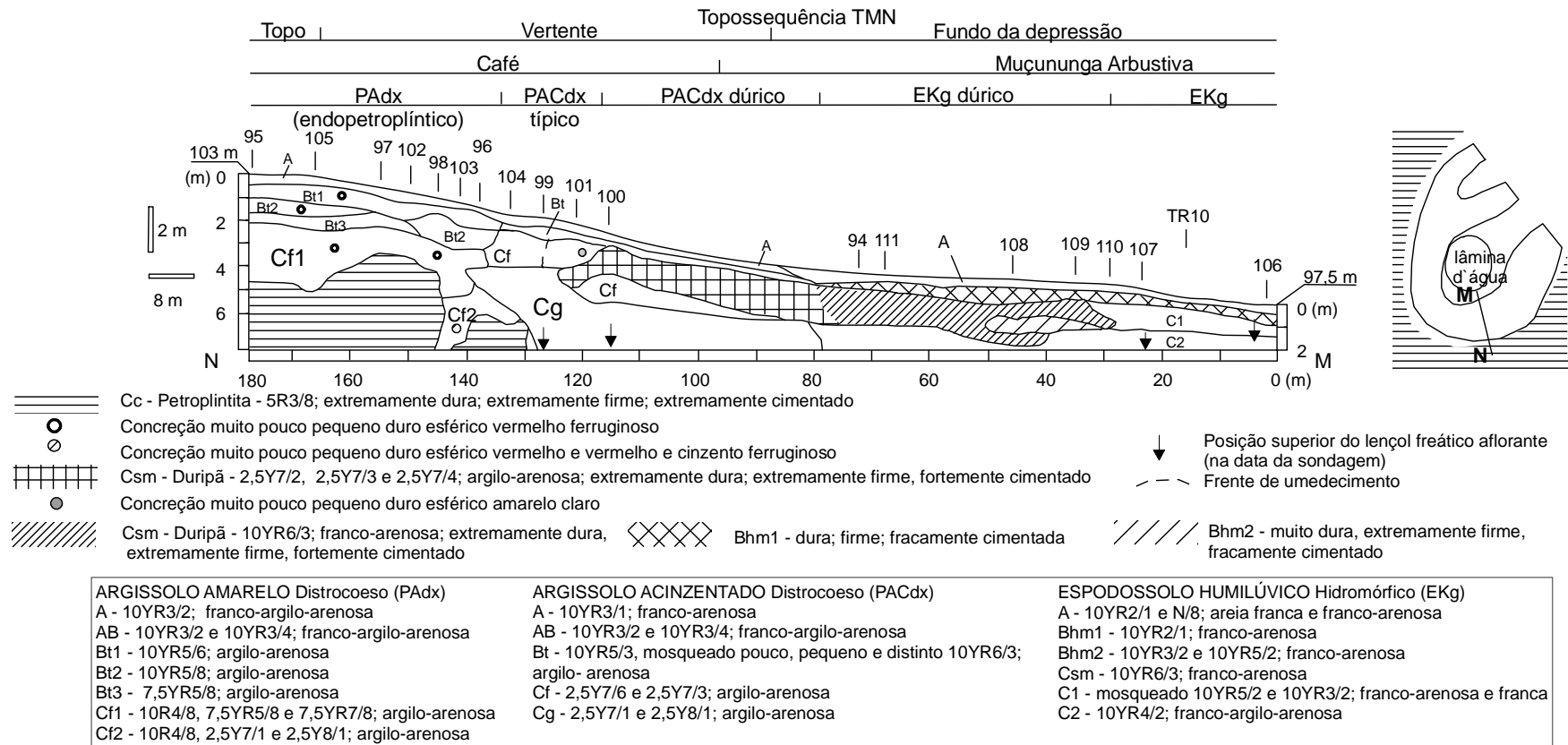


Figura 44 – Topossequência TMN na Depressão do Cupido, município de Sooretama-ES.

O lençol freático aflorante limita a base do horizonte Bhm1 (S106), similar ao que ocorre na S34 (TAB), S36 (TCD), S60 e S64 (TEF). O horizonte Bhm1 da trincheira TR10 (Figura 45), como na TR8 e TR9, apresenta consistência dura quando seco. A consistência quando úmido é firme, semelhante à TR8 e diferente da TR9 (muito firme), mantendo a cimentação fraca, o que demonstra a existência nesses solos de níveis diferenciados de cimentação. O horizonte Bhm1, um pouco mais espesso do que o das trincheiras TR8 e TR9, prolonga-se lateralmente até a borda do afloramento do lençol freático suspenso aflorante e está limitado acima pelo horizonte A. Este horizonte, até 18 ou 28 cm, espessura similar ao da TR8, apresenta as mesmas características do horizonte A das trincheiras TR8 e TR9, e transição abrupta com o horizonte subjacente.

Como na topossequência TEF, na topossequência TMN as cores do duripã foram gradativamente se tornando mais escuras, da sondagem S94 à S110 com matiz 10YR, descontínuo em profundidade e intercalado com cimentação menos pronunciada, à montante do horizonte C1. Diferente dos perfis de solo da TR8 e TR9, o horizonte Bhm2 deixa de existir na TR10, substituído pelo horizonte mosqueado C1 (Figura 44) influenciado pelo lençol freático.

Os níveis diferenciados de cimentação dos horizontes Bhm1, identificado pela comparação dos perfis de solo das trincheiras TR8, TR9 e TR10, parecem ser independentes e não manter relação com a presença ou ausência do horizonte Bhm2 subjacente. A conjugação de algumas propriedades, como os mosqueados presentes no horizonte C1, a semelhança na quantidade de areia grossa (ligeiramente maior no horizonte Bhm2 e C1), os limites superiores coincidentes entre o horizonte Bhm2 e o C1, e a atuação do lençol freático aflorante dentro do horizonte C1 e em contato com o horizonte Bhm2, apontam para uma dinâmica de degradação atual do horizonte Bhm2 e surgimento do horizonte C1.

Na Depressão do Cupido no norte do Espírito Santo, a cobertura pedológica com presença de horizontes cimentados do tipo duripãs são comparáveis aos solos derivados dos sedimentos Barreiras em depressões de tabuleiros costeiros no restante do Brasil (FILIZOLA et al., 2001; UCHA et al., 2002; MOREAU et al., 2003; ROMERO et al., 2003; FORTUNATO, 2004; ARAÚJO FILHO e CARVALHO, 2005).



Figura 45 – TR10, TMN. Horizontes: A, 0-18 cm e 0-28 cm, 50 % preto (10YR2/1, úmida) e 50 % branco (N/8), grãos simples, solta, solta, e grumosa, pequena, macia, muito friável; Bhm1, 18-70 cm e 28-70 cm preto (10YR2/1, úmida), maciça, dura e firme, fracamente cimentada, bioporos (cupim); C1, mosqueado com 50 % de manchas bruno-acinzentado (10YR5/2, úmida) e 50 % de manchas bruno-acinzentado muito escuro (10YR3/2, úmida), blocos, ligeiramente dura, friável, 75 cm +. Período de estiagem prolongada, onde o lençol freático esteve mais profundo, fora do horizonte C1. Espodossolo Humilúvico Hidromórfico (EKg). Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.

Os horizontes Csm da Depressão do Cupido e os descritos por Santos et al. (2004) na região das Unidades de Conservação (Reserva Biológica de Sooretama e Reserva Natural Vale), embora não seja mencionado os Espodossolos da Depressão do Cupido, provavelmente em função da escala, tanto para o relevo plano quanto para as restingas dos terraços marinhos litorâneos, apresentaram similaridades quanto a textura, consistência, cimentação, mosqueados, com diferença sutil na cor.

A sequência de horizontes nos Espodossolos apresentada por Santos et al. (2004) difere da observada nos solos da Depressão do Cupido, esta caracterizada pela ausência de horizonte E, e pela presença de horizonte Bhm. Argissolos Acinzentados e Espodossolos com horizontes espódicos cimentados similares foram também observados em depressões nos tabuleiros costeiros do Barreiras no sul da Bahia (OLIVEIRA et al., 2007; SAPORETTI JUNIOR et al, 2012; SARCINELLI et al., 2013).

Em relação aos Argissolos Amarelos Distrocoesos e horizontes profundos associados, os solos da Depressão do Cupido se assemelham aos solos verificados por Melo et al. (2002a) na região de Aracruz-ES, mostrando também uma grande variedade de cores, com presença de concreção ferruginosa e horizontes brancos e pontos rosados. Esses horizontes brancos são indicativos de redução da hematita (DUARTE et al., 2000).

#### 4.4. Caracterização física dos solos

Nos solos da Depressão do Cupido, a textura argilo-arenosa caracteriza os horizontes Bt1, Bt2 e Bt3 dos Argissolos Amarelos Distrocoesos, Bt1 e Bt2 dos Argissolos Acinzentados Distrocoesos, e os horizontes C dessas duas classes de solos (Tabela 2).

A relação textural B/A é maior que 1,5, tanto para os Argissolos Amarelos Distrocoesos quanto para os Argissolos Acinzentados Distrocoesos, o que caracteriza o horizonte B textural desses solos. Texturas preferencialmente arenosas caracterizam os horizontes A, Bhm1, Bhm2 e C1 dos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Características físicas dos solos na Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama, município de Sooretama-ES.

Horizonte	Prof. da amostra m	Cor Úmida	Classe Textural	AREIA	AREIA	SILTE	ARGILA	ADA <sup>1/</sup>	AG/AF <sup>2/</sup>	AR/ AR+ARG <sup>3/</sup>
				GROSSA	FINA			%		
<b>ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso (endopetroplíntico) (PAdx) – Café (*LF a 6,20) TAB S2, S95</b>										
Ap	0,20	10YR3/2+10YR5/2	Franco-Arenosa	65,0	15,0	2,0	18,0	5,0	4,3	0,82
Bt1	0,60	10YR5/6	Argilo-Arenosa	40,0	19,0	4,0	37,0	7,0	2,1	0,61
Bt2	1,10	10YR5/8	Argila	30,0	15,0	1,0	54,0	12,0	2,0	0,45
Bt3	1,90	7,5YR5/8	Argilo-Arenosa	32,0	15,0	1,0	52,0	1,0	2,1	0,48
Cf1	2,70	m10R4/8 + 7,5YR5/8 + 7,5YR7/8	Argilo-Arenosa	34,0	16,0	3,0	47,0	1,0	2,1	0,51
<b>ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico (PAdx) – Café (*LF a 5,20) TAB S7</b>										
Ap	0,20	10YR3/2+10YR5/2	Franco-Arenosa	65,0	15,0	2,0	18,0	5,0	4,3	0,82
Bt1	1,50	10YR5/6	Argilo-Arenosa	41,0	12,0	2,0	45,0	15,0	3,4	0,54
Cf1	2,30	m10R4/8 + 7,5YR5/8 + 7,5YR7/8	Argila	31,0	10,0	2,0	57,0	2,0	3,1	0,42
Cf2	4,20	m10R4/8 + 2,5Y7/1 + 2,5Y8/1	Argilo-Arenosa	36,0	13,0	2,0	49,0	2,0	2,8	0,50
<b>ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso típico (PACdx) – Floresta Atlântica de Tabuleiros (*LF a 5,50) TCD TR3</b>										
A	0,10	10YR3/1	Franco-Arenosa	63,0	13,0	4,0	20,0	6,0	4,8	0,79
Bt1	0,50	10YR5/3	Argilo-Arenosa	36,0	21,0	4,0	39,0	15,0	1,7	0,59
Bt2	0,75	10YR6/3	Argilo-Arenosa	35,0	20,0	5,0	40,0	15,0	1,8	0,58
Cf	1,90	m2,5Y7/3 + 2,5Y7/6**	Argilo-Arenosa	34,0	17,0	6,0	43,0	1,0	2,0	0,54
Cg	3,00	m2,5Y7/1 + 2,5Y8/1	Argilo-Arenosa	39,0	15,0	3,0	43,0	1,0	2,6	0,56
<b>ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso abrupto dístico (PACdx) – Floresta Atlântica de Tabuleiros (*LF a 4,30) TCD TR1</b>										
A	0,20	10YR3/1	Franco-Argilo-Arenosa	51,0	17,0	3,0	29,0	5,0	3,0	0,70
Bt	0,60	10YR5/3	Argilo-Arenosa	37,0	18,0	6,0	39,0	9,0	2,1	0,58
Csm	0,70	2,5Y7/3***	Argilo-Arenosa	35,0	13,0	8,0	44,0	5,0	2,7	0,52
Cg	2,40	m2,5Y7/1 + 2,5Y8/1	Argilo-Arenosa	40,0	9,0	9,0	42,0	2,0	4,4	0,54
<b>ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico dístico (EKg) – Muçununga Arborizada (*LF a 1,40) TCD S38 TR9</b>										
A	0,10	10YR2/1 + N/8	Areia-Franca	64,0	24,0	4,0	8,0	1,0	2,7	0,92
Bhm1	1,00	m10YR2/1	Franco-Arenosa	50,0	29,0	6,0	15,0	11,0	1,7	0,84
Bhm2	1,30	10YR3/2 e 10YR5/2	Franco-Arenosa	60,0	19,0	4,0	17,0	1,0	3,2	0,82
<b>ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico dístico (EKg) – Muçununga Arborizada – Fundo da Depressão TCD S36 (*LF a 0,50)</b>										
A	0,20	10YR2/1 + N/8	Franco-Arenosa	55,0	25,0	9,0	11,0	3,0	2,2	0,88
Bhm1	0,50*	10YR2/1	Franco-Arenosa	42,0	28,0	11,0	19,0	5,0	1,5	0,79
C1	1,00*	10YR5/2 + 10YR3/2	Franco-Arenosa	61,0	19,0	2,0	18,0	5,0	3,2	0,82
C2	2,00*	10YR4/2	Franco-Argilo-Arenosa	50,0	19,0	5,0	26,0	8,0	2,6	0,73

ADA – Argila Dispersa em Água; <sup>2/</sup>AG/AF – relação Areia Grossa dividida pela Areia Fina; <sup>3/</sup>[AR/(AR+ARG)] – relação areia grossa e areia fina dividida pela argila, areia grossa e areia fina. Mosqueado (m). \*LF – lençol freático; \*\*mosqueado pouco pequeno e distinto (amarelo-avermelhado 7,5YR6/8 e amarelo-brunado 10YR6/8, seca); \*\*\*cor seca, mosqueado pouco pequeno e proeminente; Obs.: verificação dos intervalos de profundidades dos horizontes nas toposequências TAB, TCD, TEF e TMN.

As quantidades de argila e a relação areia grossa e areia fina, utilizadas como uma das referências para a verificação das direções da progressão de transformação dos horizontes no perfil, mostram que, no Argissolo Amarelo Distrocoeso, do horizonte Cf1 para o Bt3 e Bt2 (direção 1, Figura 23) houve um acúmulo de cerca de 6 % nos teores de argila, e do Bt3 e Bt2 para o Bt1, uma diminuição em cerca de 16 % nos teores de argila, sendo que a relação areia grossa e areia fina foi semelhante nesses horizontes. Ainda, do horizonte Bt1 para o horizonte A, a redução na quantidade de argila foi de 19 % (Tabela 2).

A ADA é elevada nos horizontes coesos Bt1 e Bt2 dos Argissolos Amarelos e nos Argissolos Acinzentados (Tabela 2). Segundo Ribeiro (1991), isto representa uma condição de contribuição para a eluviação da argila, mas não determinante do processo. A ADA foi baixa no Bt3, indicando latolização, e baixa nos horizontes profundos.

Do horizonte Cf2 (PADx) para o horizonte Cg (PACdx), direção 2 da progressão de transformação (Figura 23), a redução de argila é de 6 %, e a relação da areia grossa e areia fina é similar entre esses horizontes. Do horizonte Csm para Cf e do horizonte Cg para o Csm (PACdx), direção 3 (Figura 23), os teores de argila são similares, bem como do horizonte Csm para o Bt (PACdx), em que a redução nos teores de argila é de 5 %.

No horizonte Bt, do PADx endopetroplíntico do topo para o PADx típico da vertente, a redução é de 8 % nos teores de argila (Tabela 2). Do horizonte Bt do PADx para o horizonte Bt do PACdx a redução em 14 % nos teores de argila indica horizontes independentes e que a gênese desses horizontes se apóiam nas transformações dos horizontes subsuperficiais.

Do horizonte Bhm2 para o horizonte C1 (direção 4, Figura 23) o teor de argila diminui cerca de 8 % e do horizonte Bhm2 para o Bhm1 a diminuição é de 9 % (Tabela 2). O teor de argila do horizonte Csm, duripã de menor alteração, é de 44 %, um pouco maior do que o parâmetro sugerido para facilitação da cimentação, menor que 35 % (PETERSEN et al., 1970; RICHIE et al., 1974), e diferente dos teores do *ortstein* (Bhm2) com 17 % de argila.

Nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos dúricos da Depressão do Cupido (Tabela 2) no norte do Espírito Santo, há um aumento do teor de argila

nos horizontes espódicos cimentados (Bhm1 e Bhm2), como também foi verificado por Oliveira et al. (2010) para os solos do sul da Bahia.

A porcentagem de silte nos Argissolos Amarelos Distrocoesos é pequena (Tabela 2), esperada para solos desenvolvidos de sedimentos Barreiras, como também verificado por Melo et al. (2002a) no município de Aracruz-ES, enquanto que nos Argissolos Acinzentados Distrocoesos e nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos os valores são maiores. O silte do duripã (Csm) apresenta teores um pouco maiores, semelhante ao que foi observado para os horizontes Bsm dos perfis apresentados por Santos et al. (2004) para os solos da Reserva Natural Vale.

Os valores da relação AG/AF (areia grossa dividida pela areia fina) não apontam descontinuidades entre os horizontes dos perfis analisados. Comparável aos Argissolos Amarelos Distrocoesos e aos Argissolos Acinzentados Distrocoesos, os Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos caracterizam preferencialmente o predomínio da fração areia grossa em relação à fração areia fina (Tabela 2). O mesmo foi observado em solos desenvolvidos dos sedimentos Barreiras em outras áreas (SILVA e RIBEIRO, 1997; ABRAHÃO et al., 1998; MELO et al, 2002a; CORRÊA, 2010). Nos Espodossolos do Barreiras a areia grossa também predomina em relação à areia fina (OLIVEIRA et. al, 2010; SAPORETTI JUNIOR, 2009; SARCINELLI, 2010). Entretanto, nesses ambientes, a areia fina tem importante papel na retenção de água no solo (SAPORETTI JUNIOR et al, 2012).

A relação areia grossa e areia fina dividida pelo somatório da argila, areia grossa e areia fina  $[AR/(AR+ARG)]$  é crescente dos Argissolos Amarelos para os Espodossolos, em parte indicando tendência ao aumento do grau de destruição da argila desses pedoambientes (Tabela 2).

Os valores de densidade de solo são usados neste trabalho apenas no sentido de identificar o caráter coeso do horizonte B textural e de mostrar como o adensamento pode variar entre os horizontes cimentados. Em pesquisas futuras, uma avaliação detalhada deverá, contudo, considerar a possibilidade de comparação entre horizontes pela aplicação de um único método ou de correções possíveis de serem feitas.

A densidade do solo (Ds) nos Argissolos Acinzentados tende a aumentar com a profundidade. Nos horizontes Bt1 e Bt2 (TR3, TCD) a densidade do solo é de 1,5 kg dm<sup>-3</sup>, caracterizando o caráter coeso. A porosidade total é similar, 42 % de poros, apresentando, respectivamente nos horizontes Bt1 e Bt2, 16 e 10 % a mais de microporos do que de macroporos. No horizonte Cf a densidade do solo é de 1,6 kg dm<sup>-3</sup> (TR3, TCD) e a porosidade total reduz cerca de 5 % se comparada aos horizontes B texturais. Entre o horizonte Cf e o horizonte Csm (matiz 2,5Y menos alterado; TR1, TCD) a porosidade total é similar (Tabela 3).

As diferenças na cimentação do duripã do Argissolo Acinzentado e dos horizontes espódicos cimentados do Espodossolo refletem diferenças nos valores de densidade do solo, sendo maior no duripã (TR1 TCD) e no horizonte Bhm2 (TR8), 1,7 kg dm<sup>-3</sup>.

A densidade do solo (Ds) aumenta com a profundidade e com a cimentação. Entre os horizontes espódicos Bhm2, de maior cimentação, variam de 1,7 (TR8) a 1,6 kg dm<sup>-3</sup> (TR9 TCD). Nos horizontes Bhm1 e Bhm, horizontes de menor cimentação, em relação aos horizontes Bhm2 e Csm, a densidade do solo não foi tão alta, 1,3 kg dm<sup>-3</sup> (TR8 e TR9 TCD) e 1,2 kg dm<sup>-3</sup> a 1,3 kg dm<sup>-3</sup> na TR10 (TMN). Esses valores de densidade do solo do Bhm1 e Bhm, somadas à caracterização morfológica, indicam se tratar de um mesmo horizonte no perfil lateral, que se prolonga enquanto que o horizonte Bhm2 subjacente desaparece.

Tabela 3. Densidade do solo e porosidade nos horizontes B e C no Argissolo Acinzentado Distrocoeso e no Espodossolo Humilúvico Hidromórfico na Depressão do Cupido, Reserva Biológica de Sooretama.

Horizonte	Profundidade e Perfil	Ds	Dp	Pmicro	Pmacro	Pt	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	ADA	GF
		kg dm <sup>-3</sup>		%		dag/kg						%
ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso												
Bt1	(0,5 m TR3 TCD)	1,5	2,6	29	13	42	36,0	21,0	4,0	39,0	15,0	61
Bt2	(0,7 m TR3 TCD)	1,5	2,6	26	16	42	35,0	20,0	5,0	40,0	15,0	62
Cf	(1,9 m TR3 TCD)	1,6	2,6	27	11	38	34,0	17,0	6,0	43,0	1,0	98
Csm	(0,7 m TR1 TCD)	1,7	2,7	-	-	37	36,0	14,0	7,0	43,0	5,0	88
ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico												
Bhm1	(0,4 m TR8)	1,3	2,9	-	-	55	-	-	-	-	-	-
Bhm2	(0,6 m TR8)	1,7	2,9	-	-	41	-	-	-	-	-	-
Bhm1	(0,4 m TR9 TCD)	1,3	2,7	-	-	51	46,0	25,0	7,0	22,0	2,0	91
Bhm2	(0,9 m TR9 TCD)	1,6	2,8	-	-	42	-	-	-	-	-	-
Bhm	(0,4 m TR10 TMN)	1,2	2,8	-	-	57	61,0	16,0	6,0	17,0	1,0	94
Bhm	(0,7 m TR10 TMN)	1,3	2,8	-	-	54	65,0	14,0	8,0	13,0	2,0	85
C1	(0,8 m TR10 TMN)	1,6	3,0	-	-	47	38,0	13,0	28,0	21,0	1,0	95

<sup>1/</sup>Ds – Densidade do solo (método do anel volumétrico no Bt1, Bt2 e Cf do Argissolo Acinzentado Distrocoeso; método do torrão parafinado no Csm do Argissolo Acinzentado Distrocoeso e Bhm, Bhm1 e Bhm2 do Espodossolo; método da proveta no C1 do Espodossolo); <sup>2/</sup>Dp – Densidade de partícula (método do balão volumétrico); <sup>3/</sup>Pmicro – Microporosidade; <sup>4/</sup>Pmacro – Macroporosidade; <sup>5/</sup>Pt – Porosidade total; <sup>6/</sup>ADA – Argila Dispersa em Água; <sup>7/</sup>Grau de floculação - {(argila total – ADA)/argila total}x100}.

#### 4.5. Composição química

Todos os grupos de solos na Depressão do Cupido apresentam caráter álico ( $Al^{3+} \geq 0,5 \text{ cmolc kg}^{-1}$  e  $m \geq 50 \%$ ) e elevado distrofismo (Tabela 4). A soma de bases trocáveis é muito baixa. A saturação de alumínio nos Espodossolos Humilúvicos é maior. Nos Argissolos Amarelos Distrocoesos e Argissolos Acinzentados Distrocoesos os valores são mais baixos nos horizontes superficiais organo-minerais.

Todas essas características químicas estão de acordo com o que foi verificado em estudos realizados em solos desenvolvidos de sedimentos Barreiras (FILIZOLA et al., 2001; UCHA et. al, 2002; MOREAU et al., 2003; ROMERO et al., 2003; FORTUNATO, 2004; ARAÚJO FILHO e CARVALHO, 2005; SAPORETTI JUNIOR, 2009; SARCINELLI, 2010; OLIVEIRA et al, 2010; SAPORETTI-JUNIOR et al., 2012; SARCINELLI et al., 2013).

A acidez dos solos deriva dos sedimentos pré-intemperizados e pós-intemperizados, ferrólise nos horizontes de alteração da concreção ferruginosa e da acidez de origem orgânica. O pH menor do que 4 nos horizontes A dos solos pode indicar provável destruição da argila por acidólise nesses horizontes, reforçando o gradiente textural entre o horizonte A e o horizonte Bt coeso.

Nos horizontes espódicos cimentados há um aumento nas concentrações de Al, apontando para processos de queluviação. Os solos são eletronegativos. A capacidade de troca catiônica (CTC) é maior nos horizontes superficiais, relacionado à matéria orgânica. Valores baixos ocorrem no Bt, correspondente à sua mineralogia caulínica, como também observado por Moreau (2001).

Os teores de carbono orgânico nos horizontes A variam entre 1,4 e 3,0 % nos Argissolos Amarelos Distrocoesos (café), 1,1 a 3,1 % nos Argissolos Acinzentados (Floresta Atlântica de Tabuleiros), e 2,9 e 5,9 % nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos (Muçununga Arborizada) (Tabela 4). Nos Espodossolos, os maiores teores de carbono orgânico indicam uma taxa de decomposição mais lenta, provavelmente associada ao pH ácido, maior teor de Al e menos argila. No Espodossolo sob Muçununga Arborizada isto é morfologicamente compatível ao horizonte O relativamente mais espesso.

**Tabela 4.** Características químicas dos solos na Depressão Cupido, município de Sooretama-ES.

Horizontes	pH <sup>1/</sup>		$\Delta$ pH	Ca <sup>2+</sup> <sup>2/</sup>	Mg <sup>2+</sup> <sup>2/</sup>	Al <sup>3+</sup> <sup>2/</sup>	H+Al <sup>3+</sup> <sup>3/</sup>	SB <sup>4/</sup>	t <sup>5/</sup>	T <sup>6/</sup>	V <sup>7/</sup>	m <sup>8/</sup>	P <sup>9/</sup>	K <sup>9/</sup>	Na <sup>9/</sup>	P-rem <sup>10/</sup>	Corg <sup>11/</sup>
	H <sub>2</sub> O	KCl															
<b>ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso (endopetroplântico) (PAdx) – Café TAB S2, S95</b>																	
Ap	4,88	4,32	-0,6	1,41	0,31	0,20	3,10	1,78	1,98	4,88	36,50	10,10	2,40	21,00	2,20	48,80	30,57
Bt1	4,40	3,99	-0,4	0,08	0,06	1,27	4,80	0,16	1,43	4,96	3,20	88,80	2,30	7,00	0,00	12,30	5,34
Bt2	4,22	4,10	-0,1	0,17	0,09	1,37	3,50	0,26	1,63	3,76	6,90	84,00	1,60	0,00	0,00	17,10	3,07
Bt3	4,15	4,18	0,0	0,12	0,10	0,78	2,30	0,22	1,00	2,52	8,70	78,00	1,60	0,00	0,00	12,40	1,51
Cf1	4,37	4,34	0,0	0,18	0,12	0,49	1,60	0,30	0,79	1,90	15,80	62,00	1,40	0,00	0,00	8,40	1,51
<b>ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico (PAdx) – Café (*LF a 5,20) TAB S7</b>																	
Ap	5,09	4,55	-0,5	2,63	0,55	0,10	3,70	3,26	3,36	6,96	46,80	3,00	2,80	32,00	0,00	42,40	13,63
Bt1	4,42	4,01	-0,4	0,27	0,23	0,98	3,90	0,50	1,48	4,40	11,40	66,20	0,90	1,00	0,00	27,90	3,77
Cf1	4,45	4,21	-0,2	0,06	0,06	0,78	2,40	0,13	0,91	2,53	5,10	85,70	0,70	5,00	0,00	20,90	2,26
Cf2	4,52	4,37	-0,1	0,03	0,09	0,39	2,30	0,16	0,55	2,46	6,50	70,90	0,60	15,00	0,00	12,40	2,26
<b>ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso típico (PACdx) – Floresta Atlântica de Tabuleiros (*LF a 5,50) TCD TR3</b>																	
A	4,87	4,33	-0,5	2,45	0,82	0,10	4,90	3,41	3,51	8,31	41,0	2,80	3,30	42,00	7,10	56,60	15,25
Bt1	4,31	4,07	-0,2	0,08	0,16	1,40	6,10	0,27	1,67	6,37	4,20	83,80	2,10	9,00	2,10	32,40	7,67
Bt2	4,67	4,15	-0,5	0,03	0,14	1,30	3,80	0,18	1,48	3,98	4,50	87,80	0,60	1,00	3,10	31,10	3,83
Cf	4,62	4,09	-0,5	0,00	0,27	0,80	2,30	0,29	1,09	2,59	11,20	73,40	0,40	0,00	4,10	35,70	1,51
Cg	4,60	4,20	-0,4	0,00	0,04	1,10	2,10	0,17	1,27	2,27	7,50	86,60	3,20	0,00	30,10	38,90	0,75
<b>ARGISSOLO ACINZENTADO Distrocoeso abrupto dúrico (PACdx) – Floresta Atlântica de Tabuleiros (*LF a 4,30) TCD TR1</b>																	
A	4,40	4,04	-0,4	0,08	0,22	1,23	8,60	0,36	1,59	8,96	4,00	77,00	7,70	25,00	0,00	39,10	20,01
Bt	4,28	4,31	0,0	0,00	0,09	1,33	6,30	0,11	1,44	6,41	1,70	92,40	2,40	6,00	0,00	24,30	10,38
Csm	4,56	4,58	0,0	0,00	0,02	0,62	8,10	0,02	0,64	8,12	0,20	96,90	4,40	0,00	0,00	17,30	13,34
Cg	4,77	4,60	-0,2	0,00	0,04	0,60	6,30	0,06	0,66	6,36	0,90	90,90	4,90	5,00	3,10	16,50	9,92
<b>ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico dúrico (ESKg) – Muçununga Arborizada (*LF a 1,40) TCD S38</b>																	
A	3,94	2,98	-1,0	0,64	0,25	1,60	15,50	0,99	2,59	16,49	6,0	61,80	13,20	31,0	5,10	57,10	41,99
Bhm1	5,04	4,71	-0,3	0,00	0,01	0,20	5,80	0,01	0,21	5,81	0,20	95,20	4,90	0,00	0,00	17,40	15,25
Bhm2	5,01	4,60	-0,4	0,03	0,04	0,40	6,60	0,07	0,47	6,67	1,00	85,10	11,10	0,00	0,10	19,80	17,17
<b>ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Hidromórfico (EKg) – Muçununga Arborizada – Fundo da Depressão TCD S36 (*LF a 0,50)</b>																	
A	4,42	3,38	-1,0	0,60	0,30	1,90	16,20	0,98	2,88	17,18	5,70	66,00	7,60	24,00	4,10	41,60	47,74
Bhm*	4,89	4,28	-0,6	0,05	0,06	1,60	18,10	0,14	1,74	18,24	0,8	92,00	3,80	3,00	5,10	8,30	43,91
C1*	5,11	4,53	-0,6	0,00	0,04	0,80	5,90	0,09	0,89	5,99	1,50	89,90	7,60	2,00	8,10	19,20	9,16
C2*	4,79	4,29	-0,5	0,00	0,04	1,30	7,60	0,05	1,35	7,65	0,70	96,30	16,00	1,00	2,10	18,30	9,92

<sup>1/</sup> pH em água e KCl – Relação 1:2,5; <sup>2/</sup> Ca, Mg, Al – Extrator KCl 1 mol/L; <sup>3/</sup> H + Al – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L – pH 7,0; <sup>4/</sup> SB – Soma de Bases Trocáveis; <sup>5/</sup> t – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; <sup>6/</sup> T – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; <sup>7/</sup> V – Índice de Saturação de Bases; <sup>8/</sup> m – Índice de Saturação de Alumínio; <sup>9/</sup> P, Na, K – Extrator Mehlich 1; <sup>10/</sup> P-rem – Fósforo remanescente; <sup>11/</sup> Corg – Carbono orgânico = Matéria orgânica / 1,724, Walkley-Black. \*LF – lençol freático.

## 4.6. Caracterização química nos pedoambientes

### 4.6.1. Teores de Fe, Al e Si obtidos do ataque total por fusão alcalina

Pelo ataque total por fusão alcalina da terra fina, os teores totais de ferro variam de 28,93 a 1,3 g kg<sup>-1</sup> de solo entre os Argissolos Amarelos, Argissolos Acinzentados e Espodossolos (Tabela 5). Dessas classes de solo, o maior valor obtido é para o horizonte Bt3 (PAdx), em função da maior proximidade com a petroplintita, decrescendo para 19,34 e 22,0 g kg<sup>-1</sup> no horizonte B1 (PAdx), e para 9,25 e 9,9 g kg<sup>-1</sup> nos horizontes superficiais A e AB, respectivamente, valores condizentes com as descrições macromorfológicas e mineralógicas da fração areia com presença de concreções ferruginosas granocrescentes com a profundidade, e sugestivos de presença de hematita e goethita.

**Tabela 5.** Teores de Fe, Si, Al e Ti do ataque total (fusão alcalina da TFSA).

Perfil	Hor <sup>1/</sup>	Prof <sup>2/</sup> m	V <sup>3/</sup>	Fe	Si	Al	Ti
PAdx TAB S24	Ap	0,1	Cf	9,90	363,17	39,33	5,95
	Bt1	0,7	Cf	19,34	310,40	82,99	7,92
PAdx TEF S45	AB	0,2	Tg	9,25	324,74	36,99	4,58
	Bt1	0,7	Tg	22,14	311,82	79,70	7,64
	Bt3	1,7	Tg	28,93	270,92	101,82	8,05
PACdx típico TCD TR2	A	0,2	Tb	5,50	388,82	37,23	5,20
	Bt2	1,0	Tb	9,02	283,50	61,50	7,36
	Cf	2,0	Tb	12,14	328,44	83,78	9,63
PACdx típico TCD TR3	Cf*	2,0	Tb	10,44	335,59	80,83	8,89
PACdx abruptico dúrico TCD TR1	A	0,2	Tb	5,44	356,41	49,40	6,80
	Csm (duripã)	0,7	Tb	7,85	289,21	97,04	7,57
EKg dúrico TEF S49	A	0,2	M	4,16	358,44	41,28	5,58
	Bhm1	0,5	M	5,89	320,40	62,71	7,90
EKg dúrico TCD S42	Bhm1	0,7	M	8,50	310,34	99,29	7,73
	A	0,3	M	2,21	381,47	16,75	8,47
EKg dúrico TCD S38	Bhm2	1,7	M	3,40	334,86	34,26	6,94
	A	0,2	M	1,30	395,45	3,65	4,74
EKg dúrico TCD S43	Bhm2	1,2	M	2,88	336,30	25,40	7,54
	A	0,3	M	3,56	360,41	33,45	6,32
EKg dúrico TCD S43	Bhm1	0,6	M	2,25	398,39	12,83	6,46
	Bhm2	0,8	M	2,04	381,97	14,39	7,11

<sup>1/</sup> Hor - Horizonte; <sup>2/</sup> Prof – Profundidade; <sup>3/</sup> V – Vegetação: Cf (café); Tg (Floresta Atlântica de Tabuleiros em regeneração); Tb (Floresta Atlântica de Tabuleiros); M (Muçununga Arborizada); \*horizonte dentro da frente de umedecimento.

Valores menores nos teores de ferro, de 5,5 e 9,02 g kg<sup>-1</sup> de solo é obtido, respectivamente, nos horizontes A e B textural dos Argissolos Acinzentados. No horizonte mosqueado Cf (PACdx) na frente de umedecimento há uma redução sutil, se comparado ao local fora da frente de umedecimento, de 10,44 g kg<sup>-1</sup> para 12,14 g kg<sup>-1</sup>, e do horizonte Csm para o Cf há um aumento pequeno nos teores de ferro, de 7,85 g kg<sup>-1</sup> para 12,14 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). Representando um pedoambiente desferrificado, os Espodossolos são os solos que apresentam os menores teores, de 1,30 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A a 4,16 g kg<sup>-1</sup> e 8,5 g kg<sup>-1</sup> no horizonte Bhm1 e 3,4 g kg<sup>-1</sup> no Bhm2 geralmente crescente com a profundidade.

Os valores de Si, obtidos do ataque total da terra fina, decrescem com a profundidade nos Argissolos Amarelos (Tabela 5). Nos Argissolos Acinzentados os teores totais são decrescentes entre os horizontes A e Bt, aumentando no horizonte Csm e Cf. Pelo fato de 99 % da fração areia ser composta por quartzo, os maiores teores estão nos Espodossolos (Tabela 5).

Os teores de Al aumentam com a profundidade nos Argissolos Amarelos e nos Argissolos Acinzentados (Tabela 5). Nos Argissolos Acinzentados, da passagem do horizonte Csm (TCD TR1) para o horizonte Cf (TCD TR3) há uma diminuição sutil no teor de Al e um ligeiro aumento de Si (Tabela 5). No horizonte Cf dentro da frente de umedecimento, no perfil TCD TR3, houve uma pequena redução do Al e um pequeno aumento do Si, se comparado ao local fora da frente de umedecimento, no perfil TCD TR2 (Tabela 5).

Os teores de Ti obtidos do ataque total dos minerais encontrados nos solos da Depressão do Cupido (Tabela 5) estão em conformidade com a descrição mineralógica da fração areia realizada em campo que acusou a presença pouco expressiva de mineral preto disperso nos horizontes do solo (rutilo), óxido de ferro e titânio litogênico. Além disto, os valores encontrados para o titânio não se alteraram significativamente dos horizontes superficiais aos horizontes subsuperficiais, o que demonstra que o material é contínuo no perfil e aponta para a não existência de uma discordância faciológica nesse material, tratando-se de mineral residual mais resistente, de baixa solubilidade e pouca mobilidade no perfil. Os solos da Formação Barreiras no Espírito Santo apresentam teores elevados naturais de Ti, como os teores totais obtidos pelo método EPA 3052 em

microonda,  $7,97 \text{ g kg}^{-1}$  (PAYE et al., 2012), similar aos teores de Ti encontrados nos solos da Depressão do Cupido, de  $6,8 \text{ g kg}^{-1}$  na TR1 sob Floresta Atlântica de Tabuleiros (Tabela 5).

#### 4.6.2. Teores de Fe, Al e Si obtidos das extrações seletivas com ditionito, oxalato e pirofosfato

Os teores de ferro estimados por meio do método do Ditionito-citrato-bicarbonato de sódio (DCB), proposto por Mehra e Jackson (1960), à temperatura de  $70^{\circ}\text{C}$ , na primeira extração (INDA e KÄMPF, 2003), incluem os óxidos de ferro cristalinos (hematita e goethita), os de baixa cristalinidade (ferridrita) e os óxidos não-cristalinos, e parcialmente o produto da solubilização dos óxidos de ferro litogênicos (magnetita, ilmenita e hematita).

A análise dos teores de ferro nos Argissolos Amarelos Distrocoesos, Argissolos Acinzentados Distrocoesos e Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos da Depressão do Cupido caracteriza solos com pouco ferro e bem intemperizados, mostrando desferrificação dos pedoambientes e mobilidade do ferro dos solos ao longo da topossequência.

Nas extrações pela dissolução seletiva pelo método DCB, referente à primeira extração, a variação na forma de óxidos de ferro (Fed) é de  $38,91 \text{ g kg}^{-1}$  a  $0,05 \text{ g kg}^{-1}$  para todos os grupos de solos observados, indicando desferrificação acentuada à medida que a petroplintita e os produtos dela derivados são alterados (Tabela 6).

Os Argissolos Amarelos Distrocoesos apresentam os mais elevados teores de Fed (hematita e goethita), crescentes com a profundidade, entre  $9,04 \text{ g km}^{-1}$  e  $38,91 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 6). Dos fatores que contribuem para tal aumento estão a concreção ferruginosa em alteração, a maior solubilização dos óxidos de ferro impregnados nas fraturas das areias quartzosas, e as feições pedológicas provenientes das concreções ferruginosas granocrescentes em profundidade. Os teores de Fed do horizonte organo-mineral do PAdx são menores do que o dos horizontes subjacentes, enquanto que o horizonte não coeso Bt3 apresenta duas vezes mais Fed do que os horizontes coesos Bt1 e Bt2 (Tabela 6).

**Tabela 6.** Teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> extraídos com DCB (ditionito-citrato-bicarbonato), oxalato de amônio e pirofosfato nos solos da Depressão do Cupido.

Perf/Top <sup>1/</sup>	Hor <sup>2/</sup>	Prof <sup>3/</sup>	V <sup>4/</sup>	Fed	Feo	Fep	Feo/	Sid	Sio	Sip	Ald	Alo	Alp	Alo/	Argila	COT
				DCB	Oxala- to	Piro- fosfato	Fed <sup>5/</sup>	DCB	Oxala- to	Piro- fosfato	DCB	Oxala- to	Piro- fosfat	Ald <sup>6/</sup>	<sup>7/</sup>	<sup>8/</sup>
	m			g kg <sup>-1</sup>					g kg <sup>-1</sup>			g kg <sup>-1</sup>			%	g kg <sup>-1</sup>
PAdx TAB S24	Ap	0,1	Cf	9,04	0,48	1,17	0,05	0,17	0,23	4,41	2,08	0,33	4,32	0,16	34,0	8,8
	Bt1	0,7	Cf	18,89	0,48	0,90	0,03	0,04	0,00	0,00	3,68	0,85	0,78	0,23	50,0	6,1
PAdx TEF S45	AB	0,2	Tg	9,91	0,38	1,76	0,04	0,27	0,00	5,38	2,57	0,12	4,90	0,05	20,0	23,1
	Bt1	0,7	Tg	28,28	0,34	0,46	0,01	0,03	0,14	1,56	4,41	1,07	2,18	0,24	37,0	4,1
	Bt3	1,7	Tg	38,91	0,00	0,00	0,00	0,06	0,17	0,00	4,98	0,86	0,44	0,17	52,0	4,0
PACdx típico TCD TR2	A	0,2	Tb	2,42	0,36	0,91	0,15	0,34	0,00	11,79	1,70	0,62	10,01	0,36	21,0	15,6
	Bt2	1,0	Tb	5,00	0,79	0,40	0,16	0,00	0,15	0,00	2,11	1,36	0,92	0,64	39,0	5,3
	Cf	2,0	Tb	7,01	0,00	0,16	0,00	0,00	0,11	1,45	2,54	0,42	1,85	0,16	42,0	1,3
PACdx típico TCD TR3	Cf*	2,0	Tb	1,87	0,07	0,03	0,04	0,00	0,08	0,00	1,16	0,47	0,23	0,40	43,0	1,5**
PACdx abruptico dúricoTCD TR1	A	0,2	Tb	1,08	0,48	0,78	0,44	0,30	0,64	21,80	4,65	4,84	19,68	1,04	29,0	26,2
	Csm (duripã)	0,7	Tb	0,74	0,51	0,39	0,69	0,66	8,95	0,00	14,26	33,17	6,94	2,33	44,0	12,6
EKg dúrico TEF S49	A	0,2	Tg	0,19	0,00	0,45	0,00	0,05	0,00	16,73	2,63	2,97	15,57	1,13	20,0	26,6
	Bhm1	0,5	Tg	0,22	0,00	0,65	0,00	0,14	0,22	25,08	5,27	7,08	25,29	1,34	38,0	17,2
	Bhm1	0,7	Tg	0,52	0,07	0,24	0,13	0,05	0,51	5,37	5,00	5,62	7,01	1,12	34,0	6,3
EKg dúrico TCD S42	A	0,3	M	0,10	0,00	0,27	0,00	0,00	0,10	8,14	11,58	13,59	17,03	1,17	15,0	41,2
	Bhm2	1,7	M	0,22	0,00	0,73	0,00	1,08	1,31	26,28	20,76	22,05	42,82	1,06	23,0	27,8
EKg dúrico TCD S38	A	0,2	M	0,14	0,00	0,03	0,00	0,15	0,02	0,16	1,11	0,65	1,29	0,58	8,0	19,8
	Bhm2	1,2	M	0,08	0,00	0,17	0,00	0,75	1,54	4,63	15,41	20,34	13,38	1,32	17,0	22,6
EKg dúrico TCD S43	A	0,3	M	0,15	0,00	0,47	0,00	0,51	1,02	16,62	11,47	13,88	23,60	1,21	21,0	28,7
	Bhm1	0,6	M	0,05	0,00	0,26	0,00	0,07	0,15	6,70	4,57	5,44	10,02	1,19	18,0	17,4
	Bhm2	0,8	M	0,10	0,00	0,21	0,00	0,01	0,50	5,67	10,53	12,45	13,12	1,18	21,0	19,7

<sup>1/</sup> Perf/Top – Perfil/topossequência; <sup>2/</sup> Hor - Horizonte; <sup>3/</sup> Prof – Profundidade; <sup>4/</sup> V – Vegetação: Cf (café); Tg (Floresta Atlântica de Tabuleiros em regeneração); Tb (Floresta Atlântica de Tabuleiros); M (Muçununga Arborizada); <sup>5/</sup> Feo/Fed – Relação Fe oxalato por Ferro ditionito com base na primeira extração; <sup>6/</sup> Alo/Ald – Relação Al oxalato por Al ditionito; <sup>7/</sup> dispersão mecânica lenta com NaOH 0.1 mol L<sup>-1</sup>; <sup>8/</sup> COT – Carbono Orgânico Total obtido por oxidação por via úmida. \*Frente de umedecimento. \*\*Análise química de fertilidade.

Nos horizontes coesos do PAdx os valores de Fed são cerca de uma vez e meio menor do que o observado em solos não coesos (derivados da alteração de rocha cristalina), e três vezes maiores do que aquele observado no sul da Bahía por Moreau (2001) em horizontes coesos de Argissolos Amarelos do Barreiras.

O maior teor de ferro do horizonte Bt3 não coeso confirma em parte a relação inversa entre o teor de Fe e a coesão (ACHÁ PANOSO, 1976), sendo a origem da coesão também atribuída à presença de argila muito fina e esférica, sem diferenças na cristalinidade, translocada como argila dispersa entre horizontes ou no mesmo horizonte (CORRÊA, 2005; CORRÊA et al., 2008).

Nos Argissolos Acinzentados Distrocoesos os teores de Fed são extremamente baixos, mas geralmente crescentes com a profundidade. No horizonte subsuperficial mosqueado Cf dentro da frente de umedecimento há uma ligeira redução nos teores de Fed (Tabela 6) se comparado ao local fora da frente de umedecimento, redução também verificada no Fe pelo ataque total (Tabela 5). Redução ainda maior ocorre nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos, onde os teores de Fed são sempre muito baixos ou quase nulos.

Os teores de Ald nos solos da Depressão do Cupido são maiores no duripã do Argissolo Acinzentado Distrocoeso, e ainda maiores, nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos (Tabela 6). Os resultados obtidos para o Ald podem ter sido ligeiramente afetados pela dissolução somente parcial dos aluminossilicatos e óxidos de alumínio de baixa cristalinidade durante as extrações com DCB (INDA e KÄMPF, 2003), além dos oxihidróxidos de alumínio não cristalinos e complexos orgânicos (WADA, 1989). Além disto, o Al pode fazer substituição isomórfica nos óxidos e ser extraído pelo DCB.

Entre os Argissolos Amarelos Distrocoesos e os Argissolos Acinzentados Distrocoesos, os valores de Ald não destoam muito, exceto para o duripã (PACdx), aumentando para 14,26 g kg<sup>-1</sup>, valores semelhantes àqueles apresentados pelos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos (Tabela 6). Nos Argissolos Acinzentados Distrocoesos há uma redução dos teores de Ald do duripã para o horizonte Cf fora da frente de umedecimento e dentro da frente de umedecimento, e para o B textural (Tabela 6).

Nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos, os teores de Ald obtidos são geralmente maiores nos horizontes espódicos, sobretudo no horizonte Bhm2, se comparados aos dos horizontes superficiais, variando de 2,63 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A e 5,27 g kg<sup>-1</sup> no Bhm1 no perfil S49, 1,11 g kg<sup>-1</sup> no A e 15,41 g kg<sup>-1</sup> no Bhm2 no perfil S42, 11,58 g kg<sup>-1</sup> no A e 20,76 g kg<sup>-1</sup> no Bhm2 no perfil S42, e 11,47 g kg<sup>-1</sup> no A, 4,57 g kg<sup>-1</sup> no Bhm1 e 10,53 g kg<sup>-1</sup> no Bhm2 no perfil S43 (Tabela 6).

Na identificação geoquímica das fases não cristalinas e transição entre fases cristalinas pelas extrações com o oxalato de amônio, espera-se apenas a dissolução de possíveis géis, ferro nas formas amorfas (ferridrita), óxidos de ferro hidratado (lepidocrocita), complexos orgânicos e pouco ataque previsto aos filossilicatos (MCKEAGUE e DAY, 1966; PANSU e GAUTHEYROU, 2003).

As quantidades de ferro obtidas da extração com o oxalato nos Argissolos Amarelos Distrocoesos (PAdx) são muito baixas, de 0,00 até 0,48 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), bem menores do que os encontrados em solos da Formação Barreiras em Aracruz (ES), onde a quantidade de Feo foi de 3,2 a 24 g kg<sup>-1</sup> (MELO et al., 2002a). A relação Feo/Fed nos Argissolos Amarelos Distrocoesos é muito baixa, indicando existência de óxidos de ferro bem cristalinos nesses solos, e decrescentes com a profundidade, quanto mais próximo da petroplintita. No grupo dos Argissolos Acinzentados Distrocoesos e dos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos, como os valores do Fed e Feo são muito baixos ou quase nulos, praticamente não é possível estabelecer uma relação (Tabela 6).

Nos Argissolos Acinzentados Distrocoesos (PACdx) são baixos os valores do Alo, exceto no duripã, obtidos 33,17 g kg<sup>-1</sup> de Alo, 2,33 vezes maior do que o Ald (Tabela 6), o que pode indicar a presença de oxihidróxidos de alumínio não cristalinos ligados a partículas de argila (JONES e UEHARA, 1973), responsáveis pela cimentação, dos quais as concentrações e os produtos secundários são importantes.

Em horizonte Bt dos Argissolos dos sedimentos Barreiras em Aracruz no Espírito Santo, Melo et al. (2002b) concluíram que o material extraído pelo oxalato de amônio é constituído, principalmente, por óxidos de Al menos cristalinos.

Nos Espodosolos o  $A_{lo}$  é crescente com a profundidade e maior nos horizontes espódicos mais cimentados, sobretudo no horizonte Bhm2 (Tabela 6). A relação  $A_{lo}/A_{ld}$  nos horizontes Bhm1 e Bhm2 foi maior que 1, o que assinala a participação dos oxihidróxidos de alumínio não cristalinos, produtos secundários da destruição dos argilominerais aluminossilicatos, contribuindo para a cimentação desses horizontes e para as consistências diferenciadas entre os horizontes espódicos cimentados.

Na Depressão do Cupido os solos arenosos se iniciam a partir da destruição do duripã e como processos característicos de destruição de argila silicatada. O encharcamento temporário e a destruição das argilas, importantes para o entendimento da gênese dos solos em depressões, foram verificados em outros trabalhos (DEMATTÊ et al., 1996; FILIZOLA et al., 2001; MOREAU et al., 2003). O alumínio liberado forma complexos com os ácidos orgânicos (VOLKOFF e ANDRADE, 1975) estabilizados nos horizontes espódicos e desestabilizados com a oscilação do lençol, e grande parte do ferro reduzido é eliminada pelos fluxos laterais, enquanto que a sílica continua no ambiente.

As extrações com o pirofosfato visam mostrar os processos de podzolização, que se iniciam após a destruição do duripã, dos quais geralmente é possível relacionar o Al e o Fe extraídos do pirofosfato com o C orgânico. Em relação às extrações com pirofosfato, espera-se que os óxidos de ferro bem cristalizados, como goethita e hematita, não sejam dissolvidos, e óxidos de ferro pouco cristalinos sejam apenas ligeiramente solubilizados (PANSU e GAUTHEYROU, 2003).

Nos Argissolos Amarelos Distrocoesos (PA<sub>dx</sub>) e Argissolos Acinzentados Distrocoesos (PA<sub>Cdx</sub>) o Fe extraído com o pirofosfato (Fep) é muito baixo e decrescente com a profundidade. O alumínio extraído com o pirofosfato (Alp) nos horizontes superficiais dos Argissolos Amarelos Distrocoesos é maior do que o  $A_{ld}$  e  $A_{lo}$ , 4,32 g kg<sup>-1</sup> (TAB S24) e 4,90 g kg<sup>-1</sup> (TEF S45) ligados à matéria orgânica (Tabela 6). Nos Argissolos Acinzentados Distrocoesos os valores do Alp no horizonte A são maiores, 10,01 g kg<sup>-1</sup> a 19,68 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e diminui no horizonte B textural e Cf do perfil TR3 (TCD), sendo que no duripã do perfil

TR1 (TCD) o aumento é relativamente maior,  $6,94 \text{ g kg}^{-1}$  de Al ligado à matéria orgânica (Tabela 6), compatível com os valores do COT desses horizontes.

Nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos, nos horizontes A e Bhm1 o Alp é maior do que aquele obtido das extrações com o ditionito e com o oxalato, e no horizonte Bhm2 predominantemente maior (Tabela 6). Geralmente os teores de Alp aumentaram com a profundidade (Tabela 6). Isto pode ser sugestivo de maior acidez nos horizontes superficiais pela precipitação de complexos orgânicos e resultando em lixiviação do Al e posterior imobilização subsuperficial (SKJEMSTAD, 1992).

Os teores de Alp aumentam com a profundidade e com o grau cimentação nos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos, variando de  $1,29 \text{ g kg}^{-1}$  a  $25,29 \text{ g kg}^{-1}$ , evidenciando acumulação iluvial de substâncias húmicas complexadas com o alumínio. Os maiores teores de alumínio entre os horizontes espódicos são encontrados no horizonte Bhm2, sendo de  $42,82 \text{ g kg}^{-1}$  no perfil S42, seguido de  $13,12 \text{ g kg}^{-1}$  no perfil S43 e  $13,38 \text{ g kg}^{-1}$  no perfil S38 (Tabela 6).

Nos espodossolos a participação do Al é mais marcante no processo de podzolização, bem como as formas menos cristalinas. Esse aspecto foi também observado por Oliveira (2007) e Oliveira et al. (2010).

Segundo Helyar et al. (1993) a reação de complexação do Al aos sítios da matéria orgânica se dá mais rapidamente do que a solubilidade dos aluminossilicatos, e com a constante adição da matéria orgânica há conseqüente diminuição da atividade do Al, aumentada novamente com a dissolução dos argilominerais nos solos.

#### 4.6.3. Teores de elementos traços (água régia)

Solos derivados da Formação Barreiras são naturalmente pobres em elementos traços (EMBRAPA, 1978; BIONDI, 2010; PAYE et al., 2012). Associados a grupos de solos e materiais de origem, o Fe, Mn, Ti, silte+argila e o carbono orgânico são atributos de solo importantes para a distribuição dos elementos-traços (PAYE et al., 2012). Os teores pseudototais de elementos traços nos solos estudados, correspondentes à adsorção, são baixos (Tabela 7).

**Tabela 7.** Teores pseudototais de Pb, Ni, Cu, Cr, Mn, As, Cd e V da terra fina (água régia) nos horizontes dos grupos de solos da Depressão do Cupido.

Perf/Top <sup>1/</sup>	Hor <sup>2/</sup>	V <sup>3/</sup>	Prof <sup>4/</sup>	V	Pb	Mn	Cr	Cu	Ni	As	Cd
PA dx TAB S24	Ap	Cf	0,10	24,08	5,66	39,97	15,35	4,81	3,78	nd	nd
	Bt1	Cf	0,70	50,27	12,90	38,83	21,73	6,58	4,61	12,90	nd
	Bt2	Cf	1,50	51,26	12,39	34,46	24,65	3,68	4,81	nd	nd
	Cf1	Cf	3,40	56,86	10,65	33,88	26,09	3,49	3,76	14,56	nd
PA dx TAB S13	A	Cf	0,10	31,63	8,69	36,82	13,61	3,58	3,42	nd	nd
	Bt1	Cf	0,60	58,97	13,20	28,94	19,78	2,96	3,52	9,64	nd
	Bt2	Cf	1,20	61,46	18,03	29,77	24,55	2,91	4,31	12,64	nd
	Cf1	Cf	2,40	162,82	18,80	20,79	38,19	4,17	4,58	11,84	nd
PA Cdx típico TCD TR2	A	Tb	0,20	13,82	9,58	16,13	9,84	4,46	3,36	nd	nd
	Bt2	Tb	1,00	26,33	15,49	26,36	18,41	5,86	5,26	13,04	nd
	Cf	Tb	2,00	29,79	14,84	23,79	21,91	5,22	4,60	nd	nd
	Cg	Tb	5,20	15,72	41,39	16,01	23,45	7,48	2,97	nd	nd
PA Cdx abrupto dúrico TCD TR1	A	Tb	0,20	9,14	12,41	17,50	12,07	11,55	5,86	nd	nd
	Bt	Tb	0,60	11,86	18,23	20,81	16,65	5,33	6,13	nd	nd
	Csm	Tb	1,50	9,06	18,37	14,83	20,28	6,49	6,15	nd	0,63
	Cg	Tb	4,00	12,96	24,97	14,34	18,94	2,97	3,39	8,45	nd
EKg dúrico TCD TR9	A	M	0,15	2,69	7,59	8,04	5,42	6,45	2,67	nd	nd
	Bhm1	M	0,40	3,35	18,90	4,20	10,22	29,65	2,83	nd	nd
	Bhm2	M	0,90	4,16	12,61	9,75	13,36	34,45	3,63	nd	nd
EKg típico TCD S36	A	M	0,15	2,69	7,59	8,04	5,42	6,45	2,67	nd	nd
	Bhm1	M	0,40	3,35	18,90	4,20	10,22	29,65	2,83	nd	nd
	C1	M	1,60	5,39	14,08	13,96	12,89	9,24	3,85	nd	nd
	C2	M	2,70	7,85	17,54	19,96	16,59	7,27	5,49	nd	nd
λ nm				290,88	220,35	257,61	267,72	327,39	231,60	188,98	228,80
LD mg kg <sup>-1</sup>	-	-	-	0,31	3,56	0,16	0,56	0,14	1,78	7,66	0,23

<sup>1/</sup> Perf/Top – Perfil/topossequência; <sup>2/</sup> Hor - Horizonte; <sup>3/</sup> V – Vegetação: Cf (café); Tg (Floresta Atlântica de Tabuleiros em regeneração); Tb (Floresta Atlântica de Tabuleiros); M (Muçununga Arborizada); <sup>4/</sup> Prof – Profundidade. ND = não detectado; <sup>5/</sup> LD – Limite de detecção. ICP (OES).

Os teores de Cu e Ni apresentam baixos teores (Tabela 7), se comparados a outros solos de materiais de origem diversos, Cu entre 3 e 238 mg kg<sup>-1</sup> e Ni entre 3 e 45 mg kg<sup>-1</sup>, sendo maiores em rochas máficas (CAMPOS et al, 2003, apud BIONCI, 2010). Nos perfis estudados, os teores de Cu apresentam uma maior variabilidade, entre 2,91 a 34,95 mg kg<sup>-1</sup>, sendo maiores nos B espódicos cimentados. Schnitzer & Skinner (1962) constataram a complexação de Cu e Ni à matéria orgânica em Espodosolos. Tal concentração de Cu nos horizontes espódicos já foi detectada por Oliveira (2007) em Espodosolos no sul da Bahia, explicado pela afinidade com a matéria orgânica e mobilização no perfil. Menor variação foi observada para os teores de Ni, entre 2,67 a 6,15 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7).

Os teores de Cr, também baixos, de 5,42 a 38,19 mg kg<sup>-1</sup>, e Pb de 5,66 a 41,39 mg kg<sup>-1</sup>. Os teores de As variam desde teores não detectáveis até 13,04 mg

$\text{kg}^{-1}$ , e Cd desde teores não detectáveis até  $0,77 \text{ mg kg}^{-1}$ . O micronutriente Mn apresenta valores muito baixos, de 4,20 até  $39,97 \text{ mg kg}^{-1}$ , diminuindo em direção aos ambientes mais úmidos, provavelmente em função do potencial de oxidação-redução. Os teores de V variam entre 2,69 a  $162,82 \text{ mg kg}^{-1}$  (valor observado em horizonte subsuperficial, Tabela 7).

Nos solos estudados, os teores de Fe (Fed; Tabela 6) apresentaram correlação positiva com V, Pb, Mn e Cr. Os teores de silte + argila (Tabela 2) apresentaram correlação positiva com V, Pb, Mn, Cr e Ni. Nessas frações estão os principais minerais adsorventes dos solos, como os óxidos de Al e Fe (LEE et al., 1997; KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001 apud PAYE et al., 2012). Os teores de COT (tabela 8) apenas apresentaram correlação positiva com o Cu.

#### 4.6.4. Caracterização e mobilidade das substâncias húmicas

Nos Argissolos Amarelos, a fração humina apresenta os maiores valores de N, enquanto nos Argissolos Acinzentados é a fração ácidos húmicos que apresenta os maiores valores de N, seguida pela humina (Tabela 8). Nos horizontes A e Bhm1 dos Espodossolos, os ácidos húmicos, seguidos pelos ácidos fúlvicos, apresentam os maiores valores de N, enquanto que no horizonte Bhm2 os ácidos húmicos e os ácidos fúlvicos apresentam valores próximos.

Os teores de COT aumentam na direção da depressão, com acréscimo na relação C/N nos Espodossolos. O teor de C e a distribuição das substâncias húmicas nos horizontes superficiais e subsuperficiais variam com os pedoambientes, com inferências para a movimentação lateral.

O aumento da relação C/N independe do maior aporte de material orgânico proveniente da vegetação e deve-se a menores taxas de decomposição, à presença do lençol freático suspenso aflorante várias vezes ao ano, ao ambiente arenoso e, provavelmente, à diminuição da atividade microbiana devido ao pH ácido e a qualidade química do material orgânico.

A qualidade química do material orgânico expressa pela relação C/N (SWIFT et al., 1979) indica que os baixos teores do nitrogênio correspondem a menores velocidades de decomposição do material orgânico aportado.

**Tabela 8.** Valores absolutos dos teores de carbono e nitrogênio nas frações húmicas, carbono total, nitrogênio total e relações entre as frações húmicas.

Perf/ Top <sup>1/</sup>	Hor <sup>2/</sup>	Prof <sup>3/</sup>	V <sup>4/</sup>	COT <sup>5/</sup>	C-FAH <sup>6/</sup>	C-FAF <sup>7/</sup>	C-HUM <sup>8/</sup>	C-SOM <sup>9/</sup>	C-EA: C- HUM <sup>10/</sup>	C-FAF: (FAF+ FAH) <sup>11/</sup>	C-FAF: (SOM) <sup>12/</sup>	C- HUM: (SOM) <sup>13/</sup>	NT <sup>14/</sup>	N- FAH <sup>15/</sup>	N- FAF <sup>16/</sup>	N- HUM <sup>17/</sup>	N- SOM <sup>18/</sup>	N-FAF: (FAF+ FAH) <sup>19/</sup>	N-FAF: (SOM) <sup>20/</sup>	N- HUM: (SOM) <sup>21/</sup>	C/N
				m					g/kg					g/kg							
PAdx TAB S24	Ap	0,1	Cf	8,8	0,19	1,23	6,05	7,47	0,23	0,86	0,16	0,81	0,48	0,17	0,19	0,23	0,59	0,53	0,32	0,40	18,48
	Bt1	0,7	Cf	6,1	0,38	0,79	7,00	8,18	0,17	0,67	0,10	0,85	0,34	0,16	0,19	0,17	0,53	0,54	0,36	0,33	17,95
PAdx TEF S45	AB	0,2	Tg	23,1	2,49	3,32	13,99	19,80	0,41	0,57	0,17	0,71	1,19	0,37	0,28	0,71	1,36	0,43	0,2	0,52	19,34
	Bt1	0,7	Tg	4,1	0,01	1,58	6,74	8,33	0,24	0,99	0,19	0,81	0,35	0,13	0,10	0,05	0,27	0,43	0,35	0,18	11,72
	Bt3	1,7	Tg	4,0	2,80	0,31	4,67	7,78	0,67	0,10	0,04	0,60	0,16	0,19	0,32	0,10	0,61	0,62	0,52	0,16	24,52
PACdx típico TCD TR2	A	0,2	Tb	15,6	4,99	1,61	10,66	17,26	0,62	0,24	0,09	0,62	1,03	0,57	0,31	0,33	1,21	0,36	0,26	0,27	15,18
	Bt2	1,0	Tb	5,3	0,57	1,65	6,76	8,98	0,33	0,74	0,18	0,75	0,31	0,06	0,03	0,22	0,32	0,33	0,10	0,70	16,89
	Cf	2,0	Tb	1,3	9,57	0,38	5,08	15,03	1,96	0,04	0,02	0,34	0,26	0,16	0,29	0,07	0,52	0,64	0,55	0,14	4,93
PACdx abráptico dúrico TCD TR1	A	0,2	Tb	26,2	4,41	2,37	13,51	20,30	0,50	0,35	0,12	0,66	1,32	0,63	0,45	0,46	1,54	0,42	0,29	0,30	19,81
	Csm	0,7	Tb	12,6	0,05	9,10	6,34	15,50	1,44	0,99	0,59	0,41	0,45	0,06	0,26	0,02	0,35	0,80	0,74	0,07	27,93
EKg dúrico TEF S49	A	0,2	M	26,6	6,31	2,36	13,38	22,06	0,65	0,27	0,10	0,60	1,15	0,72	0,35	0,51	1,59	0,33	0,22	0,32	23,18
	Bhm1	0,5	M	17,2	7,46	10,45	9,63	27,54	1,86	0,58	0,38	0,35	0,90	0,55	0,22	0,27	1,05	0,29	0,21	0,26	19,08
	Bhm1	0,7	M	6,3	0,23	1,80	6,23	8,27	0,33	0,88	0,22	0,75	0,37	0,77	0,03	0,58	1,38	0,04	0,02	0,42	16,76
EKg dúrico TCD S42	A	0,3	M	41,2	13,18	15,59	8,29	37,06	3,47	0,54	0,42	0,22	1,82	0,95	0,66	0,22	1,83	0,41	0,36	0,12	22,62
	Bhm2	1,7	M	27,8	5,37	8,82	3,94	18,14	3,60	0,62	0,49	0,22	0,56	0,26	0,30	0,02	0,58	0,53	0,51	0,04	49,95
EKg dúrico TCD S38	A	0,2	M	19,8	7,28	1,42	12,09	20,79	0,72	0,16	0,07	0,58	0,05	0,58	0,20	0,33	1,10	0,25	0,18	0,3	404,44
	Bhm2	1,2	M	22,6	5,93	5,58	3,92	15,44	2,94	0,48	0,36	0,25	0,04	0,31	0,26	0,02	0,60	0,45	0,43	0,04	524,17
EKg dúrico TCD S43	A	0,3	M	28,7	6,49	10,67	5,30	22,46	3,24	0,62	0,47	0,23	1,03	0,52	0,44	0,17	1,14	0,46	0,39	0,15	27,90
	Bhm1	0,6	M	17,4	5,75	5,03	6,37	17,15	1,69	0,47	0,29	0,37	0,58	0,46	0,21	0,05	0,71	0,31	0,29	0,07	29,80
	Bhm2	0,8	M	19,7	6,93	9,62	2,05	18,60	8,05	0,58	0,52	0,11	0,98	0,44	0,36	0,02	0,83	0,45	0,44	0,03	20,10

<sup>1/</sup> Perf/Top – Perfil/topossequência; <sup>2/</sup> Hor - Horizonte; <sup>3/</sup> Prof – Profundidade; <sup>4/</sup> V – Vegetação: Cf (café); Tg (Floresta Atlântica de Tabuleiros, em regeneração); Tb (Floresta Atlântica de Tabuleiros); M (Muçununga Arborizada); <sup>5/</sup> COT – Carbono Orgânico Total; <sup>6/</sup> C-FAH – C da fração ácido húmico; <sup>7/</sup> C-FAF – C da fração ácido fúlvico; <sup>8/</sup> C-HUM – C da fração humina; <sup>9/</sup> C-SOM – Soma do C das frações húmicas; <sup>10/</sup> C-EA: C-HUM – C do extrato alcalino (ácidos fúlvicos e ácidos húmicos) pelo C da fração humina; <sup>11/</sup> C-FAF:(FAF+FAH) – C da fração ácido fúlvico pela soma do C da fração ácido fúlvico e ácido húmico; <sup>12/</sup> C-FAF: (SOM) – C da fração ácido fúlvico pela soma do C das frações húmicas; <sup>13/</sup> C-HUM:(SOM) – C da fração humina pela soma do C das frações húmicas; <sup>14/</sup> NT – Nitrogênio Total; <sup>15/</sup> N-FAH – nitrogênio da fração ácido húmico; <sup>16/</sup> N-FAF – nitrogênio da fração ácido fúlvico; <sup>17/</sup> N-HUM – nitrogênio da fração humina; <sup>18/</sup> N-SOM – Soma do nitrogênio das frações húmicas; <sup>19/</sup> N-FAF:(FAF+FAH) – nitrogênio da fração ácido fúlvico pela soma do nitrogênio da fração ácido fúlvico e ácido húmico; <sup>20/</sup> N-FAF:(SOM) – nitrogênio da fração ácido fúlvico pela soma do nitrogênio das frações húmicas; <sup>21/</sup> N-HUM:(SOM) – nitrogênio da fração humina pela soma do nitrogênio das frações húmicas.

Soma-se aos fatores o efeito biotóxico do alumínio complexado à matéria orgânica na limitação da atividade microbiana, em que a formação desses complexos provoca na matéria orgânica uma maior resistência à oxidação, aumentando a estabilidade do sistema (YOUNG e STEPHEN, 1965; VOLKOFF et al., 1984; MENDONÇA, 1995; BENITES, 1998).

Os horizontes A dos solos da depressão e os horizontes B espódicos dos Espodossolos apresentam os maiores teores de COT (Carbono Orgânico Total), maiores nos solos com a cobertura florestal da Floresta Atlântica de Tabuleiros e Muçunungas, em relação aos solos sob cultivo de café.

Os teores de COT no horizonte Csm (PACdx) é de 1,3 %. Nos horizontes espódicos do Espodossolo é de 1,7 % no horizonte Bhm1 e de 2,0 a 2,8 % no horizonte Bhm2. Nos horizontes espódicos há uma ligeira diminuição do COT dentro do horizonte Bhm1 em profundidade (S49, TEF), seguido de um ligeiro aumento do carbono no Bhm2 (S42, S38, S43, TCD; Tabela 8).

Nos Argissolos Amarelos Distrocoesos e nos Argissolos Acinzentados Distrocoesos a fração humina apresenta os maiores valores de C em todos os perfis, seguida pelos ácidos fúlvicos nos Argissolos Amarelos, e pelos ácidos húmicos nos Argissolos Acinzentados.

A relação do carbono da fração ácido fúlvico dividida pela soma do carbono das frações húmicas (C-FAF:SOM) varia de 0,02 a 0,6, maior nos horizontes espódicos. Do total de 1,3 % do COT do Csm, a maior parte desse carbono está na fração ácido fúlvico, com também acontece no horizonte Bhm2 e nas partes menos profundas do Bhm1.

A relação do carbono da fração ácido fúlvico pela soma do carbono das frações ácido fúlvico e ácido húmico (C-FAF:FAF+FAH) varia de 0,04 a 0,99 (Tabela 8). Predominantemente, nos Espodossolos a fração ácidos fúlvicos apresenta os maiores valores de carbono, seguida pela fração ácidos húmicos. Nos horizontes espódicos desses solos a fração humina apresenta relativamente os menores valores de carbono.

Valores paramétricos são indicados para as frações húmicas do solo, dos quais baixos valores da relação do carbono do extrato alcalino (ácidos fúlvicos e ácidos húmicos) dividido pelo carbono da fração humina (C-EA:C-Hum)  $\leq 0,50$

indica maior estabilidade ou maior interação da matéria orgânica com a matriz mineral do solo. Valores maiores ou iguais a 2,0 indicam movimentação da fração solúvel (ácidos húmicos e ácidos fúlvicos), indicando fenômeno de iluviação de MO no solo (BENITES et al., 2001; BENITES et al., 2003).

Dos Argissolos Amarelos, passando pelos Argissolos Acinzentados até os Espodossolos, os valores da relação C-EA:HUM tiveram uma variação grande, entre 0,17 e 8,05 (Tabela 8). Esses valores tendem a aumentar ao longo da topossequência, apresentando picos da relação C-EA:HUM nos Espodossolos, relação semelhante ao observado por Benites (1998) e Benites et al. (2000) em Espodossolos, e Valladares et al. (2003) em Organossolos. Esses valores crescem em profundidade nos Argissolos Acinzentados, a partir do local de surgimento do horizonte Csm, e nos Espodossolos, sendo o oposto observado nos Argissolos Amarelos.

Valores menores do que 0,50 na relação C-EA:HUM foi observado nos Argissolos Amarelos e no B textural dos Argissolos Acinzentados (Tabela 8), mostrando estabilidade com a matriz mineral, predominantemente caulínica.

Nos Argissolos Acinzentados Distrocosos os índices estiveram entre 0,50 e 0,65 no horizonte A, 1,44 no horizonte Csm e 1,96 no horizonte Cf, indicando um limiar na transição de ambientes característico dos horizontes subsuperficiais, e de início da mobilização do carbono referente aos ácidos solúveis.

Os Espodossolos apresentam os maiores índices da relação C-EA:HUM, indicando matéria orgânica pouco ligada à fração mineral e maior probabilidade de mobilidade do carbono orgânico das frações solúveis ao longo do perfil. No horizonte A, essa relação é de 0,65 a 3,47, no horizonte Bhm1, de 1,69 a 1,86 (nas profundidades menores deste horizonte) e no horizonte Bhm2, de 2,94 e 8,05, indicando a maior mobilidade do carbono no horizonte A e no horizonte Bhm2.

A lixiviação de espécies químicas e a distribuição dos teores de C pela avaliação da matéria orgânica do solo explicam, em parte, os processos atuais de podzolização no pedoambiente do fundo da depressão, em que o reconhecimento das fases auxilia a compreensão sobre a formação de complexos solúveis e insolúveis em água, íons metálicos e oxidróxidos, a interação com os minerais de

argila e substâncias não húmicas da matéria orgânica do solo e a avaliação da sua mobilidade.

As taxas de carbono orgânico nos solos da Depressão do Cupido estão na dependência da cobertura vegetal, da textura e da estrutura do solo e da menor drenagem. A distribuição das substâncias húmicas variam em função dos pedoambientes, como também observado por Benites (1998), em que as características químicas e estruturais da MOS e sua interação com a fração mineral determinam sua intensidade de transformação no solo (BENITES et al., 2003).

#### 4.7. Composição mineralógica da fração argila dos solos

A composição mineralógica da fração argila é similar nos solos estudados. A caulinita é o constituinte mineral secundário de todos os três grupos de solos (PADx, PACdx e EKg), identificada pela alta definição dos picos do espectro de DRX (Figuras 46, 47, 48 e 49). Além da caulinita, o quartzo é o mineral primário encontrado nesses solos na fração argila. Nos Espodossolos Hidromórficos Humilúvicos o quartzo é caracterizado por picos de alta definição, com intensidade alta.

O anatásio ( $\text{TiO}_2$ ) é encontrado na fração argila. Considerando os baixos valores e boa distribuição do Ti nos solos (Tabela 5), estima-se uma baixa concentração de anatásio nesses solos. Picos bem definidos são encontrados nos Espodossolos (Figuras 48 e 49). A eluição e ou dissolução da caulinita nos horizontes passíveis de hidromorfismo nos Espodossolos, minimiza a sobreposição de picos e aumenta sua concentração na fração argila (CORRÊA, 2005). O rutilo é o outro mineral composto de dióxido de titânio identificado nos solos estudados.

Como os teores de óxidos de ferro são muito baixos (Tabelas 5 e 6), as amostras não foram desferrificadas, entretanto, os efeitos da remoção da matéria orgânica nas amostras são melhores sobre os padrões de picos da caulinita e, às vezes, sobre o pico do quartzo nos horizontes A dos Espodossolos (Figuras 48 e 49) e dos Argissolos (Figuras 46 e 47).

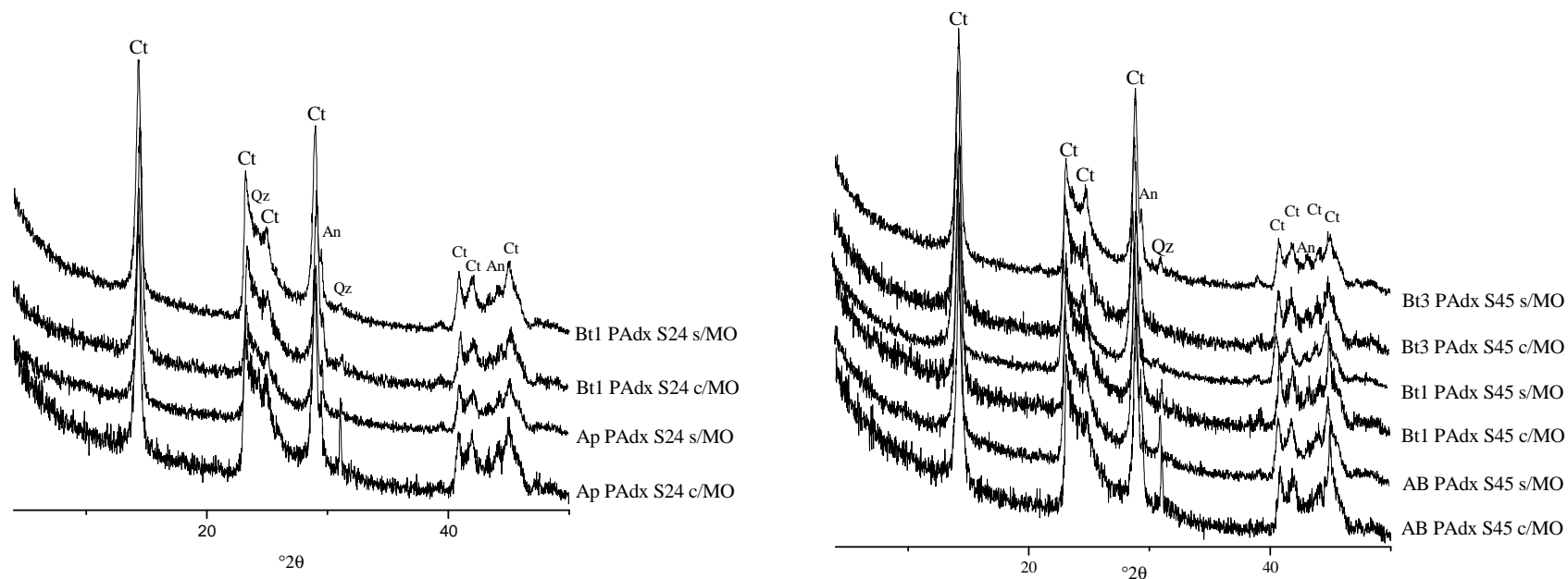


Figura 46 – Espectros de difratometria de raios-X (tubo de cobalto) da argila com e sem pré-tratamento para remoção da matéria orgânica (MO) dos perfis S24 (TAB) e S45 (TEF) dos Argissolos Amarelos Distrocoesos (PAdx). Ct (caulinita), Qz (quartzo), An (anatásio).

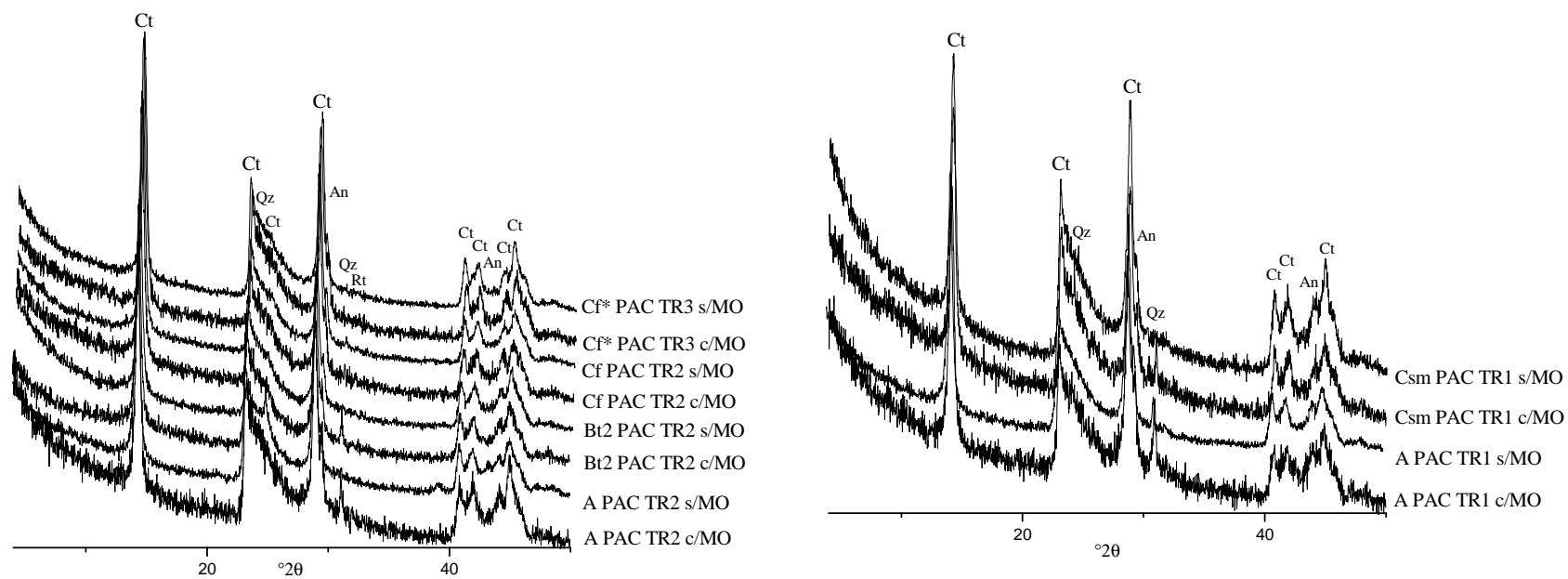


Figura 47 – Espectros de difratometria de raios-X (tubo de cobalto) da argila com e sem pré-tratamento para remoção da matéria orgânica (MO) dos perfis TR1, TR2 e TR3 (TCD) dos Argissolos Acinzentados Distrocoesos (PACdx). Ct (caulinita), Qz (quartzo), An (anatásio), Rt (rutilo).

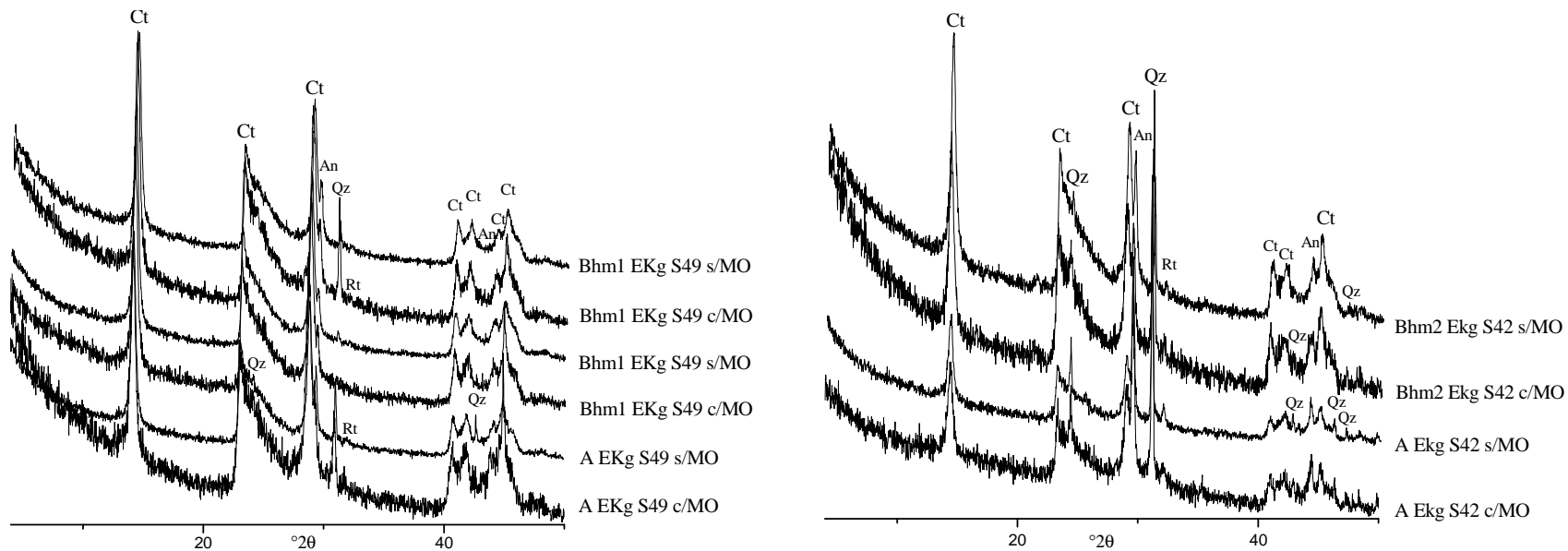


Figura 48 – Espectros de difratometria de raios-X (tubo de cobalto) da argila com e sem pré-tratamento para remoção da matéria orgânica (MO) dos perfis S49 (TEF) e S42 (TCD) dos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos (EKg). Ct (caulinita), Qz (quartzo), An (anatásio), Rt (rutilo).

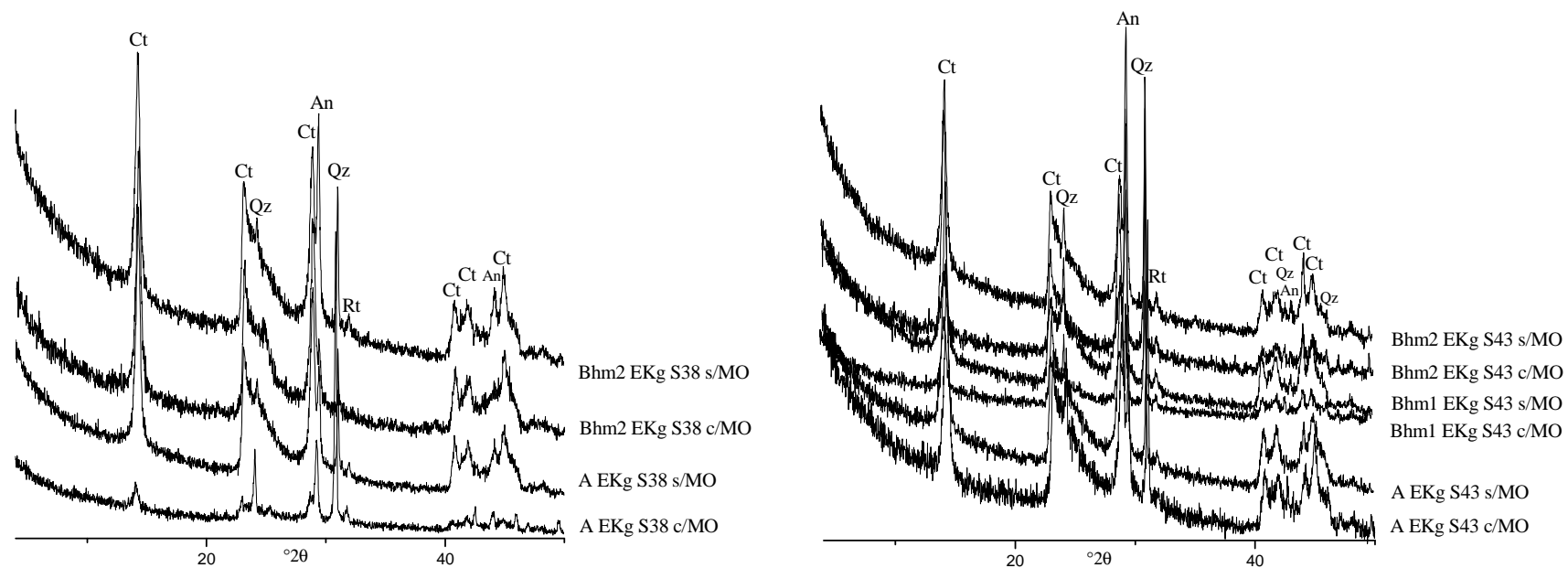


Figura 49 – Continuação. Espectros de difratometria de raios-X (tubo de cobalto) da argila com e sem pré-tratamento para remoção da matéria orgânica (MO) dos perfis S38 e S43 (TCD) dos Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos (EKg). Ct (caulinita), Qz (quartzo), An (anatásio), Rt (rutilo).

No horizonte A do perfil S49 as amostras com e sem pré-tratamento são parecidas e os picos de quartzo apresentam alta definição (Figura 48). O pico característico do anatásio na amostra natural do horizonte Bt2 TR2 (Figura 47) é mais bem definido do que o da amostra com o pré-tratamento, mas nos horizontes Bhm2 do perfil S38 e Bhm1 e Bhm2 do perfil S43 (Figura 49) com a remoção da matéria orgânica os picos têm alta definição.

Nos espectros de difratometria de raios-X obtidos por Melo et al. (2002a) para as argilas dos Argissolos do Barreiras em Aracruz-ES, a 14 m de profundidade, foram identificados caulinita, anatásio, quartzo e rutilo, além de zircão e mica. O predomínio da caulinita foi verificado nos solos do Barreiras por diversos autores (MOREAU, 2001; MELO et al., 2002a; CORRÊA, 2005; OLIVEIRA, 2007). Os baixos teores de Fe dos sedimentos Barreiras e as condições úmidas dos tabuleiros costeiros favoreceram a concentração da caulinita e a remoção de óxidos Fe (DUARTE et al., 2000; MELO et al., 2002b).

Nos solos da Depressão do Cupido aparentemente, toda a caulinita é herança dos sedimentos Barreiras pós e pré-intemperizados, já que o pH encontrado nesses solos está abaixo da faixa de 5-6, o esperado para formar caulinita neoformada em função da baixa solubilidade da SiO<sub>2</sub> e da alumina nessa faixa de pH.

## **CAPÍTULO 5**

### **EVOLUÇÃO PEDOGEOMORFOLÓGICA E AS IMPLICAÇÕES NA GÊNESE DA DEPRESSÃO DO CUPIDO**

Os estudos produzidos sobre a gênese das depressões dos tabuleiros costeiros traduzem a evolução dessas depressões por processos erosivos e ou processos geoquímicos nos materiais. Como determinantes na formação da Depressão do Cupido são apontadas dinâmicas concentradoras da água, favorecidas por condicionantes litológicos impostos pela horizontalidade dos sedimentos Barreiras, pela formação caulínica com sua estrutura planar, baixas quantidades de ferro e pelos horizontes coesos. Os lineamentos estruturais apontaram a direção de maior desenvolvimento da depressão.

Outros condicionantes genéticos são de natureza ácida e pré-intemperizada dos depósitos areno-argilosos do Barreiras. Depósitos continentais, naturalmente sem a presença de minerais facilmente intemperizáveis na fração areia, definiram a natureza química dos solos ácidos, com baixa reserva de bases trocáveis.

Interferências climáticas resultaram em sucessivos mecanismos de desenvolvimento pedogenético e morfogenético em constante modificação nos pedoambientes e geração de solos poligenéticos. Em se tratando de topos muito amplos, a passagem da água por fluxos superficiais atuou na definição de uma morfogênese inicialmente característica de erosão laminar, permitindo nos topos amplos, com presença de petroplintitas nos horizontes subsuperficiais nas bordas mais elevadas, uma fase inicial de surgimento de superfícies ligeiramente inclinadas que, unidas aos condicionantes pedológicos, reforçam o avanço da dinâmica concentradora da água. O baixo teor de ferro, que tem como função desestruturar o arranjo das caulinitas, implicou no maior adensamento do solo, composto por horizontes B textural coesos, acentuando o gradiente textural por acidólise no horizonte A, e levando a condições ainda mais propícias à erosão.

O clima, atuando sobre a pedogênese, favoreceu o aparecimento do duripã, na zona vadosa do lençol freático, resultando no selamento da superfície

em relação à passagem da água. A presença do duripã nos solos da Depressão do Cupido indica que houve um rebaixamento do lençol freático.

Uma fase de entalhamento fluvial regional e soerguimentos estruturais atuaram sobre a morfogênese, promovendo o aparecimento de vales fluviais encaixados e ativando processos erosivos superficiais, enquanto os vales das depressões, planos e sem talvegue, foram se mantendo em um nível mais elevado na paisagem dos tabuleiros costeiros.

Por meio da destruição, comprovada nos nódulos e mosqueados vermelhos (DUARTE et al., 2000), os materiais da petroplintita se alteraram, o ferro se tornou muito solúvel no lençol freático e, com a mobilidade do ferro reduzido, resultou-se na quase total desferrificação dos materiais dos solos. Com a continuidade desses processos, os topos também foram se rebaixando.

Nos pedoambientes dos Argissolos Amarelos Distrocoesos endopetroplíntico na Depressão do Cupido, considera-se o processo de ferrólise derivado de pedogênese como participante na destruição de parte da argila contida na concreção. A partir da desferrificação dos materiais, determinante para a desestruturação ferro-argila, é que foi possível a formação do duripã. A dissolução parcial da argila por acidólise, que ocorre em meio ácido, onde o Al é mais solúvel do que o Si (processo que se concretiza a  $\text{pH} < 5,5$ ), resultou no fornecimento de alumínio e silício, e a neoformação de aluminossilicatos amorfos, que cimentaram o duripã na zona vadosa do lençol freático.

O duripã, assim como a petroplintita, está instável nas condições climáticas atuais úmidas, passando de um material cimentado altamente resistente, a um material friável. Durante o processo de cimentação do duripã, tensão residual é produzida. Essas alterações ocorrem nas bordas do duripã em juntas de tração e dentro do duripã a partir das soluções que entram muito lentamente. As juntas de tração funcionam como zonas de fraqueza a partir das quais o duripã tem sido mais alterado. As instabilidades do duripã se iniciaram a partir dessas juntas produzidas por mecanismos de tração, originadas da tensão residual, o que ajuda a entender a deformidade do duripã e seu comportamento frágil. Essas juntas geraram as bandas ferruginosas onduladas, pontualmente

locais de maior oxidação, onde o material se torna mais poroso e exposto à entrada das soluções que atuam no ataque ácido dos cimentos do duripã.

Dentro do duripã o material cimentado é parcialmente destruído por acidólise da caulinita e dos aluminossilicatos amorfos, considerando as soluções enriquecidas por ácidos orgânicos, representado pela mobilização do carbono pelos ácidos solúveis, sobretudo ácidos fúlvicos. Outros processos são muito pontuais, quando ocorrem processos de depleção, resultando na perda localizada de componentes da matriz cimentada. O produto das alterações do duripã também fornece aos pedoambientes o silício e o alumínio responsáveis por novas cimentações, como as que ocorreram nos horizontes espódicos dos Espodossolos.

A destruição do duripã foi a responsável pelos conteúdos menos argilosos dos B texturais dos Argissolos Acinzentados (se comparados aos Argissolos Amarelos), associados a domínios de hidromorfismo temporário, e pelos conteúdos mais arenosos dos Espodossolos, vinculados a domínios de hidromorfismo acentuado em um pedoambiente mal drenado e sob influência do lençol freático atual. Esses domínios de hidromorfismo temporário e acentuado, correspondentes às dinâmicas concentradoras da água, por mecanismos de autodesenvolvimento, também estão na dependência das texturas dos solos. Nos Espodossolos, outro processo também favorece a concentração residual da fração areia, associado à dissolução da caulinita da fração argila por processos de acidólise nos horizontes A ( $\text{pH} < 4$ ), onde a acidez é influenciada por ácidos orgânicos.

Parte do alumínio, decorrente da destruição gradativa do duripã, está na forma de complexos organometálicos translocados ao longo do perfil. Nos processos de podzolização dos Espodossolos, o aumento no complexo matéria orgânica-metal insere-se no transporte da solução enriquecida pelos quelatos no sentido descendente, onde os lençóis freáticos do fundo da depressão têm limitado a sua imobilização. A outra parte está na forma de aluminossilicatos amorfos que, no contato com as partículas sólidas dos horizontes espódicos dos Espodossolos, produzem cimentação em graus diferenciados e crescentes com o aumento do endurecimento. Quanto maior a cimentação, maior a resistência e a rigidez do material (SEVERO, 2005), enquanto que, para um dado teor de

cimento, a resistência aumenta com o aumento do peso seco do solo, e o solo mostra uma tendência de crescimento da resistência com o aumento da energia de compactação e consequente diminuição dos vazios (MOURA et al., 2007).

Os processos de podzolização dos solos com caráter ebânico do fundo da depressão e a cimentação dos horizontes espódicos representam materiais transformados e solos recentes. No Brasil, de modo geral, os Espodossolos se formaram desde pelo menos 17.530 anos cal. A. P. no final do Pleistoceno até hoje, e sob predominância de clima úmido a subúmido (FILIZOLA et al., 2001; FORTUNATO, 2004; BUSO JUNIOR, 2010, UCHA et al., 2012).

A instabilidade da petroplintita e do duripã, os processos de podzolização, a cimentação dos horizontes espódicos ativos e a elevação do lençol freático aflorante, identificado pela destruição parcial do horizonte espódico de maior cimentação, refletem, contudo, as alterações pedológicas e ressaltam a contribuição das transformações geoquímicas na gênese da depressão.

## CONCLUSÕES

- Os padrões de drenagem (canais fluviais, desvios de drenagem e depressões) apresentam boa relação com os lineamentos estruturais do embasamento cristalino de direções brasileiras.
- O maior desenvolvimento das depressões internas nos tabuleiros resulta em fundos de vales amplos com superfícies aplanadas, subhorizontais, mais desenvolvidas e concentradas quanto menor a altitude dos topos dos tabuleiros.
- A gênese da depressão dos tabuleiros é pedogeomorfológica e corresponde a um dos estágios evolutivos das paisagens de topo.
- Os solos da Depressão do Cupido seguem uma sequência pedológica representada por Argissolos Amarelos Distrocoesos endopetroplíntico que passa a Argissolos Amarelos Distrocoesos típicos, Argissolos Acinzentados Distrocoesos abrupticos dúricos que passam a Argissolos Acinzentados Distrocoesos típicos, e Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos dúrico e Espodossolos Humilúvicos Hidromórficos típicos. Do produto da alteração dos duripãs surgem solos arenosos.
- As depressões compreendem um domínio hidrológico concentrador, e outro hiperconcentrador de água. O primeiro, correspondente aos fluxos nos horizontes superficiais e na superfície das vertentes. O segundo representa duas dinâmicas: 1) uma associada ao lençol freático aflorante, mantido pelos horizontes subsuperficiais das três classes de solo (PA<sub>dx</sub>, PAC<sub>dx</sub> e EK<sub>g</sub>) da depressão e 2) outra associada ao lençol freático suspenso, efêmero, que se forma acima dos horizontes cimentados da depressão.
- Outros condicionantes que atuam na dinâmica pedogenética da depressão são: 1) a horizontalidade dos sedimentos continentais do Barreiras; 2) a tendência de arranjo face-a-face planar da caulinita combinada a baixos teores de ferro, favorecendo coesão; 3) a natureza ácida dos depósitos areno-argilosos do Barreiras; 4) a tendência à erosão laminar e 5) a pedogênese na formação do duripã.
- Identificaram-se os seguintes estágios de transformação: 1) a desestruturação da argila pela desferrificação decorrente da destruição da petroplintita, em que o

ferro solúvel dos solos é removido; 2) a neoformação de aluminossilicatos amorfos, a partir do alumínio e do silício liberados na ferrólise; 3) a cimentação do duripã na zona vadosa do lençol freático mais elevado; 4) o rebaixamento do lençol freático; 5) a destruição por acidólise da caulinita e dos aluminossilicatos amorfos do duripã com a liberação de alumínio e silício; 6) a podzolização, envolvendo a translocação da matéria orgânica, alumínio e silício; 7) cimentação dos horizontes espódicos por aluminossilicatos amorfos; 8) destruição por acidólise do horizonte de cimentação intermediário (Bhm2) sob influência direta do lençol freático.

- Na Depressão do Cupido os horizontes B textural dos Argissolos Amarelos e dos Argissolos Acinzentados são independentes, ou seja, não têm a mesma origem. Enquanto o primeiro se origina dos horizontes de alteração da petroplintita, o segundo deriva da alteração do duripã.

- O quartzo é o mineral primário predominante na fração areia. O mineral secundário da fração argila em todos os três solos (PAdx, PACdx e EKg) é a caulinita. Os minerais primários presentes na fração argila são o quartzo, instável nessa condição, o anatásio e o rutilo.

- Os solos da Depressão do Cupido apresentam caráter álico, elevado distrofismo, soma de bases trocáveis baixa com teores de elementos traços baixos.

- Verificou-se mobilidade de ferro solúvel ao longo da topossequência, resultando em solos desferrificados, em que o ferro é removido.

- A densidade do solo pode aumentar com a profundidade e com o aumento da cimentação. Os diferentes graus de cimentação estão na dependência dos compostos aluminosos amorfos e aluminossilicatos amorfos, crescentes com o aumento do endurecimento.

- O crescente aumento da dissolução das caulinitas e dos aluminossilicatos amorfos do duripã contribui para os acréscimos do alumínio no pedoambiente, após o qual há iluviação do alumínio e sua imobilização nos horizontes espódicos. Os teores de Al ligado à matéria orgânica aumentam com a profundidade, revelando processos ativos de podzolização. Com a maior acidez do horizonte A, há precipitação de complexos orgânicos no horizonte A e lixiviação do Al, após o qual é imobilizado nos horizontes Bhm1 e Bhm2.

Espera-se que com o acréscimo da matéria orgânica haja diminuição da atividade do Al, que só aumentará com o aumento da dissolução da caulinita.

- Os teores de carbono orgânico nos solos da Depressão do Cupido, aumentam na direção da depressão (PAdx → PACdx → EKg).

- A presença de horizontes fortemente cimentados instáveis (duripã) e de horizontes cimentados ativos no fundo da depressão (horizontes espódicos fracamente cimentados) representa evidência de que ainda ocorre fornecimento de alumínio proveniente da destruição das argilas, resultante da expansão da depressão (com gradativo aumento do recuo das vertentes). A cobertura pedológica da Depressão do Cupido encontra-se em desequilíbrio e a frente de transformação avança no sentido remontante, sendo os Espodossolos a principal expressão do “colapso” geoquímico atual.

## BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo, 159p, 2003.
- ABRAHÃO, W. A. P.; COSTA, L. M.; MELLO, J. W.; NEVES, J. C. Distribuição de frequência de tamanho da fração areia e compacidade relativa de solos desenvolvidos de sedimentos do Grupo Barreiras. R. Bras. Ci. Solo, 22:1-9, 1998.
- ACHÁ PANOSO, L. Latossolo Vermelho-Amarelo de Tabuleiro do Espírito Santo: formação, características e classificação. Tese de Livre Docência. Recife, PE: UFRPE, 116p, 1976.
- ACHÁ PANOSO, L.; GOMES, I. A.; PIRES FILHO, A. M.; BONELLI, S. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro: EMBRAPA. SNLCS, 1978. 461p. (EMBRAPA –SNLCS, Boletim Técnico, 45).
- AGAREZ, F. V. Contribuição para a gestão de fragmentos florestais com vista à conservação da biodiversidade em Floresta Atlântica de Tabuleiros. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFRJ, 237p, 2002.
- AMADOR, E. S. Depósitos relacionados à Formação inferior do Grupo Barreiras no Estado do Espírito Santo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador. Anais... Salvador: SBG, 1982. v4, p. 1451-1460, 1982.
- AMADOR, E. S.; DIAS, G. T. M. Considerações preliminares sobre depósitos do Terciário Superior do norte do Espírito Santo. Anais Acad. bras. Cienc., 50 (1), 1978. p. 121-122, 1978.
- ANDERSON, J. V.; WHITE. J. L. A study of fragipans in some Southern Indiana soils. Soil Sci. Soc. Am . Proc., 22:450-454, 1958.
- ARAI, M. A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
- ARAÚJO FILHO, J. C. de. Horizontes cimentados em Argissolos e Espodossolos dos tabuleiros costeiros e em Neossolos Regolíticos e Planossolos da depressão sertaneja no Nordeste do Brasil. Tese, Instituto de Geociências (IGc), Universidade de São Paulo-SP, 2004.

- ARAÚJO FILHO, J. C. de; CARVALHO, A. Natureza e gênese de horizontes cimentados em solos de tabuleiro costeiro e do ambiente semi-árido. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 30, 2005, Recife, 21p, 2005.
- ASMUS, H. E.; GOMES, J. B.; PEREIRA, A. C. B. Integração geológica regional da Bacia do Espírito Santo. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, pp. 235-252, 1971.
- BANDEIRA JUNIOR, A. N.; PETRI, S.; SUGUIO, K. Projeto Rio Doce – Relatório Final Petrobrás – CPD, 1975. 203p, 1975.
- BENETT, P. C.; MELCER, M. E.; SIEGEL, D. I.; HASSET, J. P. The dissolution of quartz in dilute aqueous solutions of organic acids at 25°C. *Geochimica and Cosmochim Acta*, v.52, p.1521-1530, 1988.
- BENITES, V. M.; CAIAFA, A. N.; MENDONÇA, E. S.; SCHAEFFER, C. E. G. R.; KER, J. C. Solos e vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Floresta e Ambiente*, v.10, p.76-85, 2003.
- BENITES, V. M.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S. Fracionamento quantitativo de substâncias húmicas como auxiliar na identificação de diferentes solos da região Sul do Brasil. In: Reunião de Classificação, correlação e aplicação de levantamentos de solos, 2000, Colombo. Anais: 6. Guia de excursão de estudos de solos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Colombo: Embrapa Florestas, p. 184-192, 2000.
- BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MENDONÇA, E. S.; MARTIN NETO, L. Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.661-674, 2001.
- BENITES, V.M. Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica e suas relações com a gênese de solos da serra de Brigadeiro, zona da mata mineira. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Viçosa, UFV, 125p, 1998.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. de. Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos Cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Instituto Ciência da Terra, Universidade do Recife, Arq. 2:2-14. 1964.

- BIONDI, C. M. Teores naturais de metais pesados nos solos de referência do Estado de Pernambuco. Tese de doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010.
- BOULET, R. Análise Estrutural da Cobertura Pedológica e cartografia. Campinas, Anais 21º Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 414-429, 1988.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Total nitrogen. In: PAGE, A. L. Methods of soil analysis. Madison: American Society of agronomy, p. 595-624, 1982.
- BROWN, D. J.; HELMKE, P.A.; CLAYTON, M.K. Robust geochemical indices for redox and weathering on a granitic laterite landscape in central Uganda. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 67(15): 2711-2723, 2003.
- BRINKMAN, R. Ferrolysis, a hydromorphic soil forming process. *Geoderma*, 3, 199-206, 1970.
- ed. Rio Claro, Ageteo, p. 79-92, 2002.
- BUSO JUNIOR, A. A. Dinâmica ambiental holocênica (vegetação, clima e nível relativo marinho) baseada em estudos interdisciplinares de alta resolução, no litoral norte do estado do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 188p, 2010.
- CHADWICK O. A., HENDRICKS, D. M.; NETTLETON, W.D. Silica in Duric soils: I. A depositional model. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 51, 975-982, 1987.
- CHAUVEL, A.; PÉDRO, G.; TESSIER, D. Rôle du fer dans l'organisation de matériaux kaolinitiques. *Etudes experimentales, Science du Sol* 2, 101-113, 1976.
- COELHO, M.R.; VIDAL-TORRADO, P.; LADEIRA, F.S.B. Macro e micromorfologia de ferricretes nodulares desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru, Formação Adamantina. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:371-385, 2001.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. Guia de excursão pedológica do XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo: solos da zona da mata de Pernambuco. Embrapa-Recife; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Embrapa Solos. Recife, 2005, 85p.

- COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. Geomorphology in environmental management: a new introduction. Oxford, Clarendon Press, 410p, 1990.
- CORRÊA, M. M. Óxidos de ferro e tipificação de caulinitas na gênese de solos coesos do ambiente dos Tabuleiros Costeiros. Tese, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.
- CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; CURI, N.; TORRES, T. C. P. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. R. Bras. Ci. Solo, 32:297-313, 2008.
- COUTINHO, J. M. V. Embasamento pré-cambriano dos depósitos do delta do Rio Doce. Vol. II. Convênio Petrobrás – USP. Projeto Rio Doce. São Paulo, p. 1-26, 1972.
- DEMATTE, J. L. I.; MAZZA, J. A.; DEMATTE, J. A. M. Caracterização e gênese de uma topossequência Latossolo Amarelo-Podzol originado de material da Formação Barreiras - Estado de Alagoas. Scientia Agricola, Piracicaba-SP, v. 53, n. 1, p. 20-30, 1996.
- DEMEK, J., ed. Manual of detailed geomorphological mapping, Academy of Sciences, Prague, 344p, 1972.
- DRESS, L. R.; WILDING, L. P.; SMECK, N. E.; SENKAIY, A. L. Silica in soils: quartz and disordered silica polymorphs. In: Dixon, J. B., Weed, S. B. e Dinauer, R. C. (ed) Minerals in soil environments. 2nd. ed. SSSA, Book Ser 1 Madison, SSSA, WI, p.913-974, 1989.
- DIN 38 414 PArt 7. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge, sludge and sediment (Group S), Digestion Using Agua Regia for Subsequent Determination of the Acid-Soluble Portion of Metals (S7), 1983. (Berlin).
- DUARTE, M. N., CURI, N., PEREZ, D. V., KÄMPF, N.; CLAESSEN, M. E. C. Mineralogia, química e micromorfologia de solos de uma microbacia nos Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.35, n.6, p.1237-1250, 2000.
- DUNCAN, M. M.; FRANZMEIER, D. P. Role of free silicon, aluminum, and iron in fragipã formation. Soil Sci. Soc. Am. J., v.63, p.923-929, 1999.

ELLERT, N. Geofísica – eletrorresistividade na região de Linhares e arredores – Rio Doce. Convênio Petrobrás – USP Projeto Rio Doce. Universidade de São Paulo, São Paulo, 13p, 1972.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Organizadores, Guilherme Kangussú. Rio de Janeiro, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 230p, 2011.

FARMER, V. C. The role of inorganic species the transport of aluminium in podzols. In: Podzols et podzolization. D. Righi e A. Chauvel (Ed.). Paris: INRA. (Comptes rendus de la table ronde internationale). p.187-194, 1986.

FERNANDES, N. F.; ALMEIDA, J. C. H. de. Estereogramas e diagramas de roseta In Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações (Organização Sandra Baptista da Cunha e Antonio José Teixeira Guerra). Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, pp. 75-78, 1996.

FILIZOLA, H. F.; LAMOTTE, M.; FRITSCH, E.; BOULET, R.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, F. B. R.; LEPRUN, J. C. Os fragipãs e duripãs das depressões dos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro: uma proposta de evolução. R. Bras. Ci. Solo, 25:947-963, 2001.

FILIZOLA, H.; BOULET, R. Evolution and opening of closed depressions developed in a quartz-kaolinitic sedimentary substratum at Taubaté basin (São Paulo, Brazil), and analogy to the slope evolution. Elsevier, Geomorphology 16 (1996), 77-86, 1996.

FORTUNATO, F. F. Sistemas pedológicos nos tabuleiros costeiros do litoral norte do Estado da Bahia: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do Quaternário. Tese de doutorado. Universidade Federal da Bahia. 366p, 2004.

FRANZMEIER, D. P.; NORTON, L. D.; STEINHARDT, G. C. Fragipans formation in loess of the Midwestern United States. In: SMECK, N.E. & CIOLKOSZ, E.J., eds. Fragipans: Their occurrence, classification, and genesis. Wisconsin, USA. SSSA, p.69-97, 1989.

- GIARDINO, J. R.; MÄCKEL, R. Correlative development of dambos and dwalas: plateau regions of Zâmbia. Z. Geomorph. N. F., Suppl.-Bd 52, Berlin – Stuttgart, pp. 187-200, 1985.
- GIAROLA, N. F. B.; LIMA, H. V. de; ROMERO, R. E.; BRINATTI, A. M.; SILVA, A. P. da. Mineralogia e cristalografia da fração argila de horizontes coesos de solos nos tabuleiros costeiros. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2009.
- GIAROLA, N. F. B.; SILVA, A. P. da. Conceitos sobre solos coesivos e *hardsetting*. Scientia Agrícola, v. 59, n.3, p.613-620, 2002.
- GIAROLA, N.F.B.; SILVA, A.P. da.; TORMENA, C.; SOUZA, L. da S.; RIBEIRO, L. da P. Similaridades entre o caráter coeso dos solos e o comportamento *hardsetting*: estudo de caso. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.25, p.239-247, 2001.
- GUERRA, M. B. B.; LIMA NETO, E.; PRIANTI, M. T. A.; PREIRA-FILHO, E. R.; SCHAEFER, C. E. G. R. Post-fire study of the Brazilian Scientific Antarctic Station: Toxic element contamination and potencial mobility on the surrounding environment. Microchemical Journal 110 (2013) 21-27.
- HALLMARK, C.T.; SMECK, N.E. The effect of extractable aluminum, iron, and silica on strength and bonding of fragipan of northeastern Ohio. Soil Sci. Soc. Am. J., 43:145-150, 1979.
- HATUSHIKA, R. S; SILVA, C. G.; MELLO, C. L. Sismoestratigrafia de alta resolução no lago Juparanã, Linhares (ES - Brasil) como base para estudos sobre a sedimentação e tectônica quaternária. Revista Brasileira de Geofísica 25(4): 433-442, 2007.
- HELYAR, K. R.; CONYERS, M. K.; MUNNS, D. N. Soil solution aluminium activity related to theoretical Al mineral solubilities in four Australian soils. J. Soil Sci., London, v.44, p.317-333, 1993.
- ILER, R. K. The chemistry of silica. New York: John Wiley & Sons, 687p, 1979.
- INDA JUNIOR, A. V.; N. KÄMPF, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com Ditionito-Citrato-Bicarbonato de Sódio. R. Bras. Ci. Solo, 27:1139-1147, 2003.

JACKSON, A. L. Soil Chemical Analysis. Advanced Course. Ed. 2. Madson, 895p, 1979.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: Reunião Técnica sobre Solos Coesos dos Tabuleiros, Cruz das Almas, 1996. Pesquisa e desenvolvimento para os Tabuleiros Costeiros; anais. Aracaju: EMBRAPA, CPATC; EMBRAPA, CNPMF; EAUFBA; IGUFBA, p.13-24, 1996.

JACOMINE, P. K. T. Fragipans em solos de “tabuleiros”: características, gênese e implicações no uso agrícola. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 83p, 1974.

JACOMINE, P. K. T.; CARVALHO, A. P.; SANTOS, H. G. dos; OLIVEIRA, J. B. de; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. dos; COELHO, M. R.; FASOLO, P. J.; OLIVEIRA, V. A. de. A nova versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Recife, 15p, 2005.

JONES R. C.; UEHARA, G. Amorphous coating on mineral surfaces. Soil Sci. Soc. Am Proc., 37, 792-798, 1973.

JORDY FILHO, S.; OLIVEIRA FILHO, L. C. de; SALGADO, O. A. Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos In Folha SF.24 Rio Doce: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, IBGE, mapas (Levantamento de Recursos Naturais, 34), p.353-416, 1987.

LAVKULICH, L. M.; WIENS, J. H. Comparison of Organic Matter Destruction by Hydrogen Peroxide and Sodium Hypochlorite and Its Effects on Selected Mineral Constituents. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., vol. 34, 1970, p. 755-758.

LIU, C. C. Análise Estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicação ao estado do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 157p, 1984.

LOVELAND, P. J.; DIGBY, P. The extraction of Fe and Al by 0,1 M pyrophosphate solutions: a comparison of some techniques. J. Soil Sci., 35, 243–250, 1984.

- MÄCKEL, R. Dambos and related landforms in África – an example for ecological approach to tropical geomorphology. In: THOMAS, M. F. & GOUDIE, A. S., eds. Dambos: small chanelless valleys in the tropics, Z. Geomorph., Suppl.-Bd. N. 52, p.1-23, 1985.
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Fluctuating Holocene sea levels in eastern and southeastern Brazil: Evidence from multiple fossil and geometric indicators. J. coast. Res., v. 19, p. 101-124, 2003.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; DOMINGUEZ, J. M. L.; J. M. FLEXOR. Geologia do Quaternário Costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. CPRM, Belo Horizonte, 112p, mapas, 1997.
- MC KEAGUE, J. A. An evaluation of 0,1 M pyrophosphate and pyrophosphate-dithionite in comparison with oxalate as extractants of the accumulation products in podzols and some other soils. Can. J. Soil Sci., 47, 95–99, 1967.
- MC KEAGUE, J. A.; CLINE, M. G. Silica and soil solutions. I. The form and concentration of dissolved silica in aqueous extracts of some soils. Can. J. Soil. Sci., v.43.,p.-70-82, 1963a.
- MC KEAGUE, J. A. and CLINE, M. G. Silica in soil solutions. II. The adsorption of monosilicic acid by soil and by other substances. Can. J. Soil Sci., v.43, 83-96, 1963b.
- MC KEAGUE, J.A.; DAY, J.H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. Can. J. Soil Sci., 46:13-22, 1966.
- MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: CLAYS & CLAY MINERAL CONFERENCE, 7, London, 1960. Proceedings. London, v.7, p.317-327, 1960.
- MELLO, C. L, RODRIGUES H. B; HATUSHIKA, R. S. Reativações tectônicas Cenozóicas na Faixa de Lineamentos Colatina (ES). Anais do X Congresso do SNET/IV IST. CD-ROM, 2005a.
- MELLO, C. L.; RODRIGUES, H. B.; HATUSHIKA, R. S. Tectônica quaternária e anomalias de drenagem na região Centro-Norte do Espírito Santo. In: X Congresso da ABEQUA (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário),

2005, Guarapari. Anais do X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, 2005. v. Único, 2005b.

MELO, V. F.; NOVAIS, R. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FONTES, M. P. F.; SINGH, B. Mineralogia das frações areia, silte e argila de sedimentos do Grupo Barreiras no município de Aracruz, Estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 26, núm. 1, pp. 29-41, 2002a.

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SINGH, B.; NOVAIS, R. F.; FONTES, M. P. F. Propriedades químicas e cristalográficas da caulinita e óxidos de ferro em sedimentos do grupo barreiras no município de Aracruz, Estado do Espírito Santo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 53-64, 2002b.

MENDES, I. A.; DANTAS, M.; BEZERRA, L. M. de M. Geomorfologia In Folha SF.24 Rio Doce: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, IBGE, mapas (Levantamento de Recursos Naturais, 34), p.173-228, 1987.

MENDONÇA, E. S. Oxidação da matéria orgânica e sua relação com diferentes formas de alumínio de Latossolos. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 19, p.25-30, 1995.

MORAIS, R. M. O de. Sistemas fluviais terciários na área emersa da bacia do Espírito Santo (Formações Rio Doce e Barreiras). Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de doutorado, 139p, 2007.

MORAIS, R. M. O. de; MELLO, C. L. Sistemas Fluviais Terciários na área emersa da Bacia do Espírito Santo (Formação Rio Doce e Barreiras). In: XI CONGRESSO DA ABEQUA, 2007, Belém - PA. Anais, 2007.

MOREAU, A. M. S. S. Gênese, Mineralogia e Micromorfologia de Horizontes Coeso, Fragipã e Duripã em Solo do Tabuleiro Costeiro do Sul da Bahia. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 137p, 2001.

MOREAU, A. M. S. S.; COSTA, L. M. da; KER, J. C.; GOMES, F. H. Gênese de horizonte coeso, fragipã e duripã em solos do tabuleiro costeiro do sul da Bahia. R. Bras. Ci. Solo, 30:1021-1030, 2006.

MOREAU, A. M. S. S.; KER, J. C.; COSTA, L. M. Gênese de horizontes coeso, fragipã e duripã através da microssonda eletrônica com dispersão de energia. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29, Ribeirão Preto, 2003. Anais. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, CD-ROM, 4p, 2003.

MOURA, D. S. S.; SEVERO, R. N. F.; SANTOS JÚNIOR, O. F. dos; CARVALHO JÚNIOR, H. G.; MACEDO NETO, O. C. de. Escoamento plástico e comportamento tensão-deformação de solos cimentados naturalmente. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa, PB, 2007.

MÜLLER, J. P. e BOCQUIER, G. Dissolution of kaolinites and accumulation of iron oxides in lateritic-ferruginous nodules: mineralogical and microstructural transformations. *Geoderma*, (37):113-136, 1986.

NETTLETON, W.D.; McCRAKEN, R.J.; DANIELS, R.B. Two North Carolina Coastal Plain catenas. II. Micromorphology, composition and fragipã genesis. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 32:582-587, 1968.

NORRIS, R. C.; FLETCHER, A. B. Increased solubility of quartz following ferrous-ferric iron reactions. *Nature*, v.330, p.558-561, 1987.

NOVAIS, L. C. C.; SZATMARI, P.; ZELENKA, T. Recurrent tectonic reactivations in the Espírito Santo Basin, Brazil's South Atlantic Margin: association of volcanism and neotectonics. 33. IGC, Oslo, 2008, AMS-05 (Active Tectonic in South America), 2008.

NOVAIS, L. C. C.; TEIXEIRA, L. B.; NEVES, M. T.; RODARTE, J. B. M; ALMEIDA, J. C. H.; VALERIANO, C. M. Novas ocorrências de diques de diabásio na faixa Colatina – ES: estruturas rúpteis associadas e implicações tectônicas para as bacias de Campos e do Espírito Santo. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, 2004. p.191-194, 2004.

NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; CUNHA, T. J. F.; VILAS BOAS, G. S.; CARVALHO, J. J. S.; ANGELI, A. Solos com horizontes coesos desenvolvidos sobre diferentes litofácies do Grupo Barreiras no litoral norte da Bahia. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2011, Uberlândia - MG. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas, 2011.

- OLIVEIRA, L. B. de. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, v.3, p.197-200, 1968.
- OLIVEIRA, A. P.; KER, J. C.; OLIVEIRA, A. P.; NEVES, A. T. G.; ARAÚJO, E. A. Pedogênese de Espodosolos em ambientes do Grupo Barreiras e Restinga do sul da Bahia. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Gramado-RS, 5p, 2007.
- OLIVEIRA, A. P. de; KER, J. C.; SILVA, I. R. da; FONTES, M. P. F.; OLIVEIRA, A. P. de; NEVES, A. T. G. Spodosols pedogenesis under Barreiras Formation and sandbank environments in the south of Bahia. R. Bras. Ci. Solo, 34:847-860, 2010.
- OLLIER, C.; PAIN, C. Regolith, soil and landforms. Chichester, John Wiley & Sons, 316p, 1996.
- PANSU, M.; GAUTHEYROU, J. Handbook of Soil Analysis: Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer, New York. 993p, 2003.
- PAYE, H. de S. MELLO, J. W. V de; MELO, S. B. de. Métodos de análise multivariada no estabelecimento de valores de referência de qualidade para elementos-traços em solos. R. Bras.ci. solo, 36:1031-1041, 2012.
- PETERSEN, G. W.; RANNEY, R. W.; CUNNINGHAM, R. L.; MATELSKI R. P. Fragipans in Pennsylvania soils: A statistical study of laboratory data. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 34:719-722. 1970.
- PETROBRÁS. Folha geológica Lagoa Juparanã, escala 1:50.000. Primeira impressão, primeira edição, 1969.
- PIAZZA, H. D.; ARAUJO, M. B. de. Projeto Rio Doce – Geologia da parte continental. Petrobrás – Região de Produção da Bahia – Divisão Regional de Exploração, 1972.
- RAUNET, M. Lês bas-fonds en Afrique et à Madagascar: Géomorphologie – Géochimie – Pédologie – Hydrologie. Z. Geomorph. N. F., Suppl.- Bd. 52, Berlin Stuttgart, 25-62, 1985.
- REZENDE, J. de O. Solos coesos dos Tabuleiros Costeiros: limitações agrícolas e manejo. Salvador, SEAGRI, SPA, 117p. (Série Estudos Agrícolas, 1), 2000.

- RIBEIRO, L. P. Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano: gênese, evolução e degradação. Salvador: Seplantec, CADCT, 99p, 1998.
- RIBEIRO, L. P. Primeira avaliação sobre a gênese de solos coesos da região de Cruz das Almas-BA. In: Table ronde: Organization, dynamique interna de la couverture pedologique et son importance pour la comprehension de la morfogenese. Caen, France, 1991.
- RICHIE, A.; WILDING, L. P.; HALL, G. F.; STAHNKE, C. R. Genetic implications of B horizons in Aqualfs of Northeastern Ohio. Soil Sci. Soc. Am. J., 38:351-358, 1974.
- RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a Divisão Fitogeográfica do Brasil. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 25 (1): 1-64, 1963.
- RODRIGUES E SILVA, F. B.; LEPRUN, J. C. Duripãs em solos dos Tabuleiros Costeiros no nordeste do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997, Rio de Janeiro, RJ. Anais... SBCS, Seção 5. 1997.
- ROMERO, R. E. Gênese e degradação de duripãs em uma topossequência dos tabuleiros costeiros, Conde-Ba. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 144p, 2003.
- ROMERO, R. E.; CLEMENTE, C. A.; RIBEIRO, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J. Material cimentante de duripãs em uma topossequência dos tabuleiros costeiros. XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeirão Preto, 4p, 2003.
- SANTOS, J. H. G. dos; VIEIRA, E. I.; SILVA, G. B. Pedologia: levantamento exploratório de solos In Folha SF.24 Rio Doce: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, IBGE, mapas (Levantamento de Recursos Naturais, 34), p.229-352, 1987.
- SANTOS, R. D. dos; BARRETO, W. de O. †; ARAÚJO, W. S. de; CLAESSEN, M. E. C.; PAULA, J. L. de; SOUZA, J. L. R de; PÉREZ, D. V.; SOUZA, J. S. de. Levantamento expedito dos solos das Reservas Florestais de Linhares e Sooretama no Estado do Espírito Santo. Embrapa, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 49, Rio de Janeiro, mapa e relatório, 66p, 2004.

- SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos e Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Embrapa, 100p, 2005.
- SAPORETTI JUNIOR, A. W. Vegetação e solos de Muçununga em Caravelas, Bahia. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 127p, 2009.
- SAPORETTI JUNIOR, A. W.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, A. L. de; SOARES, M. P.; ARAÚJO, D. S. D.; MEIRA-NETO, J. A. A. Influence of Soil Physical Properties on Plants of the Mussununga Ecosystem, Brasil. *Folia Geobot* (2012) 47:29-39.
- SARCINELLI, T.S. Muçunungas: Enclaves de Vegetação Arenícola na Floresta Atlântica de Tabuleiro. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV. 186p, 2010.
- SARCINELLI, T. S.; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; MAFIA, R. G., NERI, A. V. Soil modification by termites in a sandy-soil vegetation in the Brazilian Atlantic rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 29: 439-448, 2013.
- SCHAEFER, C. E. G. R. The B horizon microstructure of Brazilian Latosols as long-term biotic constructs. *Austr. J. Soil Res.*, 39:909-926, 2001.
- SCHAEFER, C. E. G. R. Bases físicas da paisagem brasileira: estrutura geológica, relevo e solos. *Tópicos Ci. Solo*, 8:221-278, 2013.
- SCHNITZER, M.; SKINNER, S.I.M. Organo-metallic interactions in soils: 1. Reactions between a number of metal ions and the organic matter of a Podzol Bh horizon. *Soil Sci.*, 96:86-93, 1962.
- SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Óxidos de ferro jovens em ambientes pedogênicos brasileiros. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Campinas, v.7, n.3, p.251-256, 1983.
- SEVERO, R. F. Análise da Estabilidade das Falésias entre Tibau do Sul e Pipa – RN. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária, 2005.

- SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. *R. Bras. Ci. Solo*, 21:677-684, 1997.
- SILVA, J. M. R. da; LIMA, M. I. C. de; VERONESE, V. F.; RIBEIRO JUNIOR, R. N.; ROCHA, R. M.; SIGA JUNIOR, O. Geologia In Folha SF.24 Rio Doce: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, IBGE, mapas (Levantamento de Recursos Naturais, 34), p.23-172, 1987.
- SINGH, B.; GILKES, R. J. The recognition of amorphous silica in indurated soil profiles. *Clay Minerals*, 28, 461-474, 1993.
- SKJEMSTAD, J. O. Genesis of Podzols on coastal dunes in southern Queensland III: The role of aluminium-organic complexes in profile development. *Aust. J. Soil Res.*, Melborn, v.30, n. 5, p.645-666, 1992.
- SOARES, P. C.; LANDIN, P. M. B. Geomorfologia do delta do Rio Doce – ES. Vol I. Convênio Petrobrás – USP. Projeto Rio Doce. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973, 7p, 1973.
- SOBREIRA, J. F. F. Evidences of neotectonic activity in the Espírito Santo Basin and adjoining areas offshore: 7<sup>th</sup> National Symposium on Tectonic Studies and International Symposium on Tectonics of the Brazilian Geological Society, Lençóis, 1999, Anais, Sessão 4, p.33-36, 1999.
- SUGUIO, K. Variação regional das associações de minerais pesados – Rio Doce. Vol. III. Convênio Petrobrás – USP. Projeto Rio Doce. São Paulo, p. 1-6, 1972.
- SUGUIO, K.; NOGUEIRA, A. C. R. Revisão crítica dos conceitos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. *Geociências*, São Paulo, 18(2), p.461-479, 1999.
- SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D. L., ed. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods.* Soil Sci. Soc. Am. Book Series: 5. Soil Sci. Soc. Am. Madison, p.1018-1020, 1996.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. *Decomposition in terrestrial ecosystems.* Oxford, Blackwell Scientific Publications, 372p, 1979.

- TARDY, Y. *Péetrologie des latérites et des sols tropicaux*. Paris, masson. 461p, 1993.
- TARDY, Y.; ROQUIN, C. L. *Dérive des continents et paléoclimats*. BRGM Doct., 473 p, 1998.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 174p, 1995.
- TORQUATO, J. R.; TORQUATO, A. M. P.; MORAES, R. M. de. Alguns aspectos neotectônicos da região litorânea compreendida entre o sítio do Retirinho e Ponta Grossa (Ceará). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 29, 1996, Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, v.5, p.470-3, 1996.
- UCHA, J. M. *Processos de transformação Latossolo-Espodosolo sobre os sedimentos do Grupo Barreiras nos tabuleiros costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia*. Salvador, Universidade Federal da Bahia (tese Dr.), 196p, 2000.
- UCHA, J. M.; VILAS-BOAS, G. da S.; HADLICH, G. M. A degradação dos horizontes duripã e fragipã e o processo de transformação dos solos sobre os tabuleiros do litoral norte baiano. *Cadernos de Geociências*, v. 9, n. 1, p. 65-73, 2012.
- VALLADARES, G. S.; BENITES, V. de M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos; EBELING, A. G. *Proposta para classificação de organossolos em Níveis Inferiores com base nas frações Húmicas*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003.
- VÍCENS, R. S.; AGAREZ, F. V.; GARAY, I. A Região da Rebio Sooretama e da Reserva de Linhares e seu entorno: das características físico-geográficas ao uso da terra *In A Floresta Atlântica de Tabuleiros*. Irene Garay & Cecília Maria Rizzini (org.). Petrópolis, Vozes, pp 7-15, 2003.
- VOLKOFF, B.; ANDRADE, M. J. *Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia: aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas*. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 15, Campinas. Anais... Campinas: SBCS. 1975. p. 119-126.

VOLKOFF, B.; CERRI, C. C.; MELFI, A. J. Húmus e mineralogia dos horizontes superficiais de três solos de campos de altitude dos estados de Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v.8, p.277-283, 1984.

WADA, K. Allophane and imogolite. 2nd edition. In: eds. Dixon, J. B. & Weed, S. B. Minerals in Soil Environments. Madison. SSSA, p.1051-1087, 1989.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal., New York: The Hague, V.19, n.13, p.1467-1476, 1988.

YOUNG, A.; STEPHEN, I. Rock weathering and soil formation of high-altitude plateaus of Malawi. J. Soil Sci., London, v.16, p.322-333, 1965.

ZANGRANDE, M. B.; FEITOZA, L. R.; VALLE, S. S. Balanço hídrico no Espírito Santo. Cariacica, Emcapa, 36p, 1978.