



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 8, nº 2 (2022)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2022v8n2ID28987>



## Solos de tabuleiro do Recôncavo Baiano (Brasil): gênese, transformação e neotectonismo

### *Soils of the tablelands of the Recôncavo Baiano (Brazil): genesis, transformation and neotectonism*

Claudia Csekö Nolasco de Carvalho<sup>1</sup>; Fábio Carvalho Nunes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL) – Campus Santana do Ipanema, Brasil. E-mail: claudia.cseko@uneal.edu.br  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2807-2829>

<sup>2</sup> Instituto Federal Baiano – IF Baiano, Campus Santa Inês, Santa Inês/BA, Brasil. Email: fabio.nunes@ifbaiano.edu.br  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5954-397X>

**Resumo:** Os Tabuleiros Costeiros constituem uma unidade geomorfológica desenvolvida sobre o Grupo Barreiras com grande extensão territorial no nordeste brasileiro. Os solos dessa unidade sustentam diversas atividades produtivas, mas apresentam complexos sistemas de transformação pedológica. O estudo genético desses solos permite compreender a dinâmica dos processos, possibilitando seu uso e manejo mais sustentável. Neste trabalho, através de análise topossequencial, procedeu-se a caracterização morfológica, micromorfológica, física, química e mineralógica dos solos para entender os processos de transformação Latossolo – Espodosolo com elevados teores de matéria orgânica desenvolvidos sobre os sedimentos do Grupo Barreiras em um tabuleiro do Recôncavo Baiano, no município de Santo Amaro, Brasil. O sistema pedológico é complexo, apresentando depressões relacionadas ao cruzamento de falhas e/ou fraturas que sugerem o neotectonismo como o processo que inicia a transformação pedológica. As relações entre o domínio latossólico e o hidromórfico apontam que a transformação dos latossolos é promovida por condições de saturação hídrica cíclicas e pela ação de compostos orgânicos de baixo peso molecular. Os elevados teores de matéria orgânica, acumulada por redução da mineralização sob condições ácidas e de anaerobiose temporária, propiciariam a evolução do húmus com a formação de compostos orgânicos móveis e ácidos que atuam na transformação dos Latossolos Amarelos, através da instalação de processos de podzolização com acidólise parcial de jusante para montante da vertente. Geoquimicamente a destruição de minerais primários e desorganização dos secundários indicam uma rota predominantemente orgânica no processo de transformação, sob influência de ambientes redutores

**Palavras-chave:** Grupo Barreiras; Podzolização; Acidólise.

**Abstract:** The process of transformation of the Yellow Latosol - Spodosoils with high contents of organic matter were the subject of this study. They developed on the Barreiras Group sediments, in a Recôncavo Baiano tablelands located in Santo Amaro county, Brazil. The starting point was the toposequential soils analysis which were characterized regarding the morphology, micromorphology and physical, chemical and mineralogical attributes. The pedological system is complex, showing depressions related to faults and/or fractures crossing that indicate the neotectonism how started process of transformation. The relationships between the oxic and the hidromorphic domain point to Latosol transformations linked to conditions of cyclic hydric saturation and to the action of organic composites of low molecular weight. The high contents of organic matter accumulated by reduction of mineralization under acids conditions and temporary anaerobiose propitiate the evolution of humus with the formation of mobile organic composites and acids which act on the transformation of the Latosol, through the installation of processes of podzolisation with partial acidolysis, acting from downstream to upstream in the versant. On the pedochemical aspect the destruction of primary minerals and the disorganization of the secondaries, indicate a route predominantly organic in the transformation, process, under the influence of reducing environments.

**Keywords:** Barreiras Group; Podzolisation; Acidolysis.

Recebido: 24/05/2022; Aceito: 23/09/2022; Publicado: 10/11/2022.

## 1. Introdução

Situado no Brasil, o estado da Bahia possui 25.510 km<sup>2</sup> ocupados por solos de tabuleiros costeiros. Apesar das diversidades climáticas e de vegetação, os solos desenvolvidos sobre estes tabuleiros se distribuem basicamente dentro das classes dos Latossolos Amarelos, Argissolos Amarelos, Argissolos Acinzentados e Espodossolos (RIBEIRO, 1998; UCHA, 2000; FORTUNATO, 2004).

Estes solos identificados no conjunto como coberturas ferralíticas arranjam-se em diferentes conjuntos pedológicos distribuídos na paisagem de forma ordenada, porém tem sido frequente associar a ocorrência dos Espodossolos a áreas ligeiramente abatidas, que constituem o modelado das depressões (UFLA/UFV, 2004; SILVA et al., 2013).

Objetivando conhecer as relações genéticas e verificar os processos atuantes, procedeu-se a investigação de um sistema Latossolo Amarelo – Espodossolo na região do Recôncavo Baiano como meio de subsidiar a exploração agrícola racional destas áreas.

## 2. Metodologia

A topossequência está localizada em um tabuleiro na região do Recôncavo Baiano, município de Santo Amaro / BA – Brasil. Geograficamente delimitada pelas coordenadas 12°33'46.50" - 12°33'53.72" S e 38°48'44.39" - 38°48'40.40" W em área da Fazenda Engenho Novo/Usina Nova Paranaguá (Figura 1).

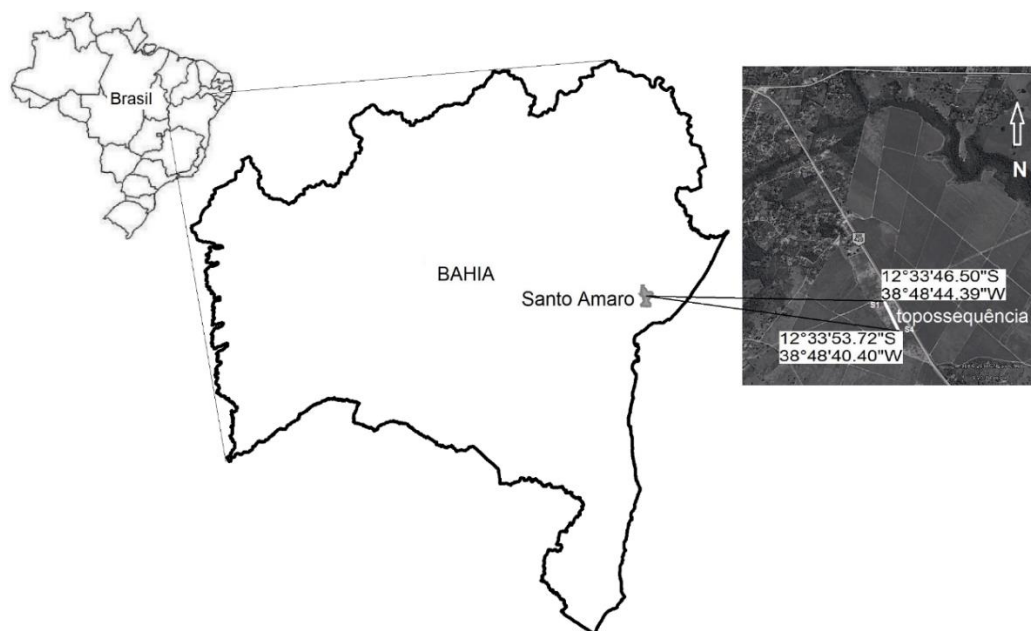


Figura 1 – Localização da topossequência na área de estudo.

Fonte: Autores (2022).

O estudo da topossequência, analisou inicialmente seu contexto na paisagem. Foi realizada a descrição de 4 perfis (CAL 1, 2, 3, e 4) e 3 pontos de amostragem (Av 1, 2 e 3). A investigação foi embasada em critérios morfológicos, micromorfológicos, mineralógicos e análises químicas e físicas.

As análises morfológicas foram realizadas conforme Santos et al. (2013) e as granulométricas e químicas segundo Embrapa (2017). As amostras indeformadas para descrição das feições morfológicas dos horizontes selecionados na escala micrométrica foram impregnadas com resina poliéster, tendo como solvente o monômero de estireno, submetidas a vácuo, secadas a temperatura de 40°C e, subsequentemente, laminadas (Embrapa, 2017).

Para caracterização geológica da área utilizou a descrição de perfil litológico e análise estrutural por meio de fotointerpretação.

Para avaliação dos argilominerais por Difractometria de raios-X (DRX) lâminas de argila orientadas foram preparadas e irradiadas no intervalo de  $5^{\circ}$  a  $45^{\circ}$  ( $2\theta$ ). Numa segunda etapa as lâminas foram intersaladas com hidrazina a 85% e mantidas em estufa por duas horas, à temperatura de  $60^{\circ}$  (JACKSON; ABDZL-KADER, 1978). Parte da amostra passou por remoção da matéria orgânica e desferrificação, sendo saturada com magnésio e com potássio. Nas lâminas K-saturadas, previamente foram realizados tratamentos térmicos sucessivos nas temperaturas de  $25^{\circ}$ ,  $110^{\circ}$  C,  $350^{\circ}$  C e  $550^{\circ}$  C, antes do DRX.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Caracterização do meio físico

O Grupo Barreiras constitui uma cobertura sedimentar essencialmente siliciclástica, de origem continental e marinha, de idade compreendida entre o Mioceno inferior/médio e o Plioceno (VILAS BOAS et al., 2001; ARAI, 2006; ROSSETTI; DOMINGUEZ, 2012). Na área de estudo é areno-argiloso, constituído por caulinitas, óxidos de ferro, traços de feldspatos e está assentado sobre rochas de idade Cretácea do Grupo Santo Amaro (CARVALHO, 2001).

Localizada em topo de tabuleiro com altitude média de 190m, a área estudada possui um relevo plano a suave-ondulado com rampas longas de declives suaves que variam entre 1 e 8%. São comuns as depressões fechadas e semifechadas arredondadas, pouco profundas e com algumas dezenas de metros de diâmetro, normalmente úmidas, algumas com água durante o ano todo. A sua distribuição mostra uma relação com o alinhamento estrutural (Figura 2). Na região algumas falhas foram ativas durante o Quaternário, e as principais continuam ativas até hoje (CORREA-GOMES; UCHA, 2012), enfatizando o papel decisivo desse processo na origem da topografia contemporânea.

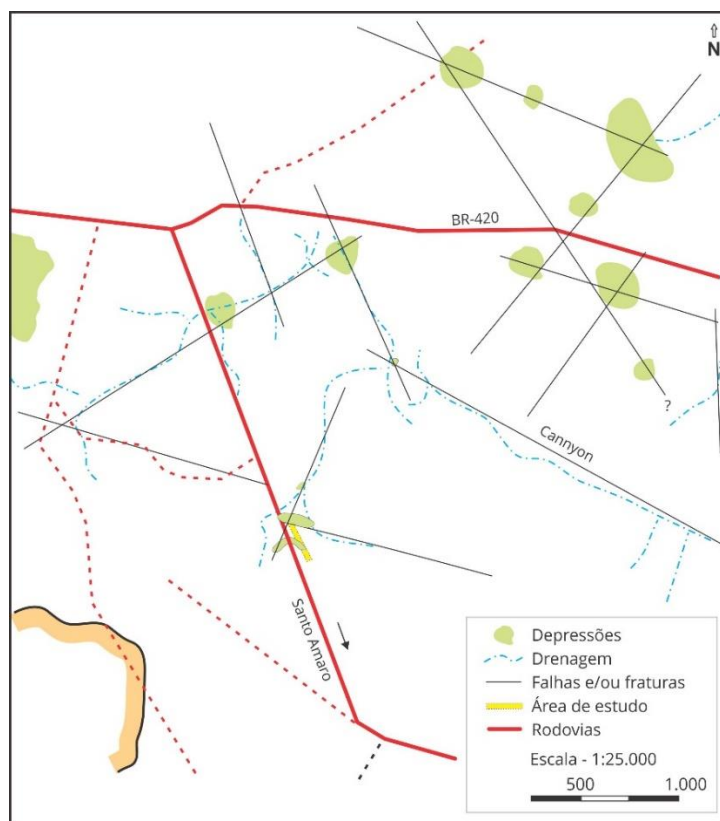


Figura 2 – Lineamentos estruturais na área de estudo. Foto interpretação: imagens da Cruzeiro do Sul SA, voo D-53, Escala: 1:25.000. Fotos 3764-3766, 3752-3754. Fonte: Autores (2022).

O clima é úmido do tipo B1rA' a' segundo a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), com pequena deficiência nos três primeiros meses do ano, megatérmico, com pluviosidade e evapotranspiração média anual de 1.614,6mm e 1.194mm, respectivamente, e excedente hídrico total de 460mm. A Floresta Ombrófila Densa Submontana foi quase toda substituída por vegetação secundária e cultura de cana-de-açúcar.

### 3.2 Caracterização morfológica

A descrição morfológica reconstituiu ao máximo a disposição e a forma relativa dos diferentes materiais, fornecendo a imagem bidimensional aproximada da organização pedológica na topossequência. Ela foi subdividida em 4 setores diferenciados por características de solo e relevo (Figura 3), e apresenta duas depressões, uma menor localizada no setor 2 com declividade perpendicular a declividade da vertente e outra maior situada na base, onde se encontra o setor 4.

O exame morfológico em setores ao longo da topossequência identificou 4 conjuntos: superficial, de transição, latossólico e de horizontes maciços e endurecidos. Os atributos relacionados aos horizontes constituintes desses conjuntos podem ser vistos na Figura 3.

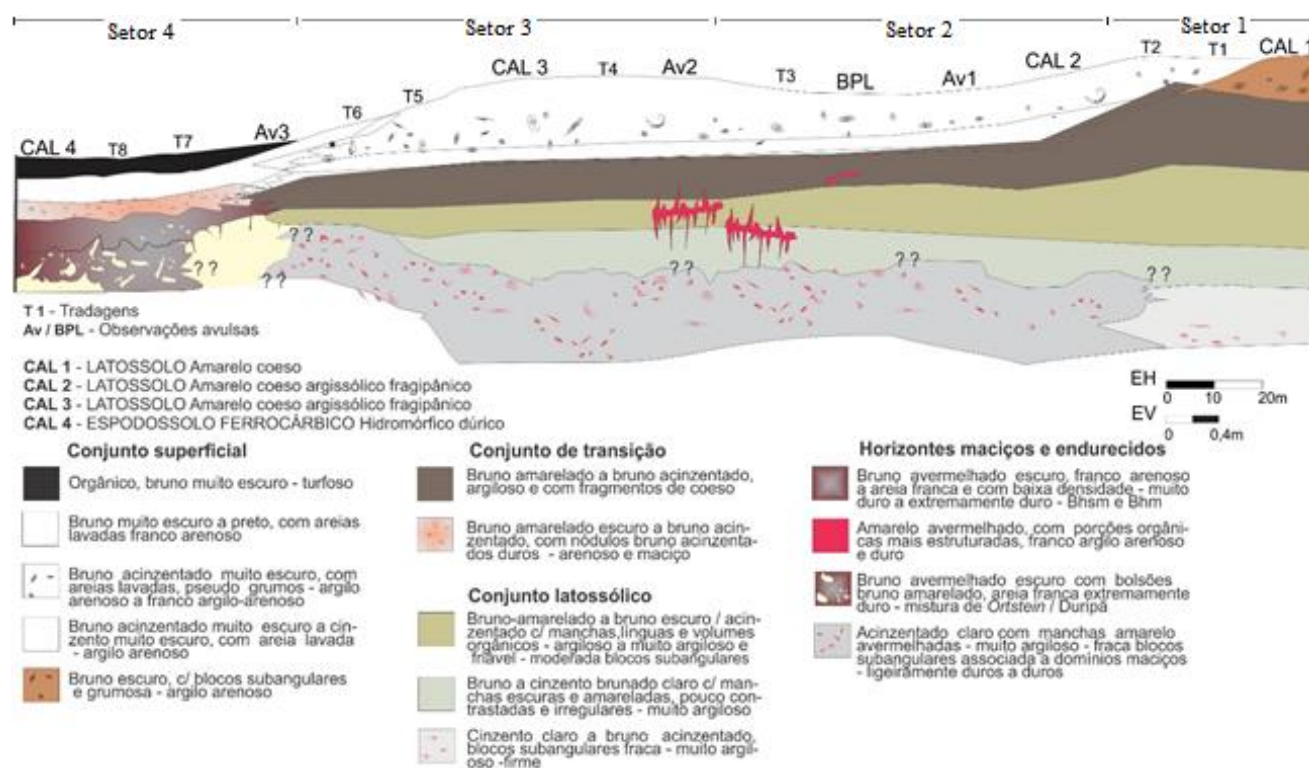


Figura 3 – Organização bidimensional da topossequência de solos.

Fonte: Autores (2022).

**Setor 1.** Situado na parte mais elevada apresenta solo profundo, relativamente bem drenado com zonas enriquecidas em matéria orgânica. Os horizontes superficiais avançam gradativamente em direção ao Setor 2 às custas de uma transformação do horizonte latossólico.

**Setor 2.** Inserido em uma área plana abaciada, possui drenagem moderada e horizonte ricos em matéria orgânica. Os solos são ainda latossólicos, porém em processo de transformação e com matéria orgânica lembrando humos do tipo MOR. Morfologicamente o horizonte superficial muito friável, apresenta grande quantidade de matéria orgânica mal ligada à fração mineral, areia lavada e porosidade tubular acentuada. No conjunto de transição, observa-se a existência de volumes argiloarenosos endurecidos, amarelo-avermelhados, próximos a pontos de maior porosidade dentro de porções mais coesas. O horizonte latossólico é friável com lamelas e línguas de matéria orgânica. No meio do conjunto foram encontradas

manchas bruno-amarelada-claras, de material latossólico ainda não impregnado por compostos orgânicos. A atividade biológica é intensa, associada à presença de crotovinas e canais de antigas raízes. Vertical e lateralmente o material passa progressivamente a exibir consistência endurecida, constituindo, de um modo geral, porções mais estruturadas, associadas a partes descontínuas maciças mais claras com características fragipânicas.

Entre o setor 2 e o 3 há presença de bolsões descontínuos argiloarenoso endurecidos - BPL, amarelo-avermelhados (7,5 YR 7/6), dentro do conjunto de transição, associados a porções mais coesas ou acima de volumes com características fragipânicas.

**Setor 3.** O conjunto superficial possui maior teor de matéria orgânica e melhor drenagem que o Setor 2. No conjunto de transição há manchas de contorno definido associadas a fragmentos de coeso não impregnados por matéria orgânica assentados sobre horizonte com características fragipânicas. A transição para o Setor 4 é abrupta, associada a mudança do relevo e ao aparecimento sazonal do lençol freático, que sofre flutuação do seu nível de base, em função da pluviometria.

**Setor 4.** Localizado dentro da depressão maior, possui um horizonte A turfoso sobre conjunto de transição com pequenos nódulos ligeiramente endurecidos bruno-acinzentados que compõem relíquias do horizonte latossólico. O horizonte espódico rico em matéria orgânica apresenta bolsões bruno-amarelados com limites definidos, constituindo uma mistura de duripã com ortstein. Estes horizontes impermeáveis e sua posição no relevo favorecem a elevação periódica do lençol freático e acentuam os processos de oxiredução.

### 3.3 Micromorfologia

Ao longo da topossequência o esqueleto sofre um processo de degradação crescente da base para a superfície do perfil, mais forte ao nível dos horizontes latossólicos intermediários, onde a morfologia detectou zonas enriquecidas em matéria orgânica e que se manifesta pela presença de grãos de quartzo com superfícies corroídas e com golfos de dissolução (Figura 4a). Essas feições provavelmente resultam da ação dos ácidos fúlvicos livres em concentrações relativas maiores e podem ser responsáveis pela alteração e redução do tamanho dos grãos de quartzo, determinando o aumento relativo do teor de areia fina em relação à areia total em profundidade.

O plasma bruno-amarelado no conjunto latossólico do Setor 1 é similar ao dos latossolos amarelos da região (NUNES et al, 2020; FORTUNATO, 2004), porém em direção ao segundo Setor, apresenta impregnações de colóides orgânicos e sua organização em agregados diminui gradativamente do primeiro para o terceiro Setor. Cutãs revestindo as paredes de vazios e preenchendo fendas evidenciam o deslocamento desse material dentro dos perfis, com exportação e redistribuição tanto em profundidade quanto lateralmente na topossequência (Figura 4b).

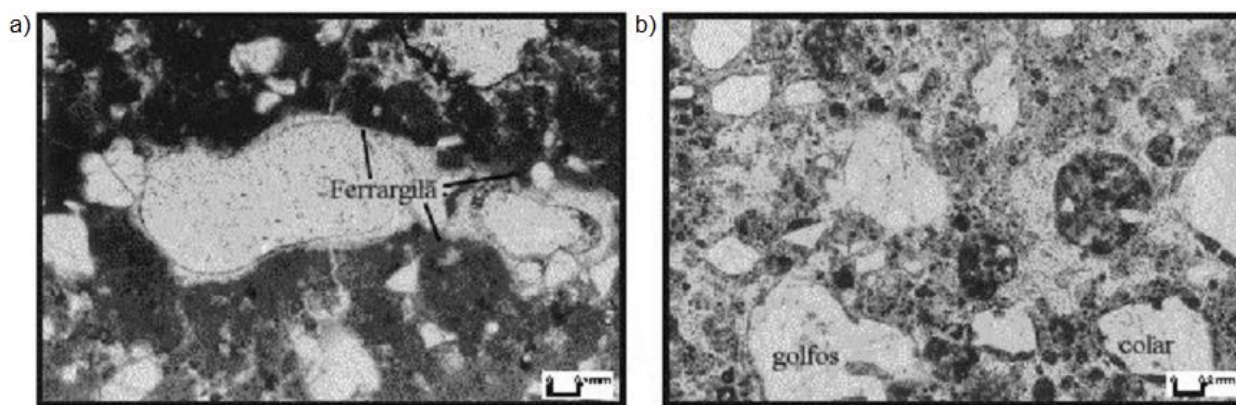


Figura 4 – a) deslocamento de ferro e ferrargilã em vazio; b) estrutura aglomeroplásmica, plasma argilo-húmico, quartzos fraturados, com colar de matéria orgânica e golfos de dissolução (luz plana).

Fonte: Autores (2022).

De montante para jusante, a base dos perfis latossólicos apresenta um arranjo de fábrica progressivamente mais cerrado, com plasma principal bruno amarelado preenchendo vazios e aumentando quantitativamente em direção a base da vertente. Esse material parece constituir no duripã e no horizonte espódico uma espécie de cimento.

### 3.4 Atributos físicos e químicos

Os solos são de baixa fertilidade (valores variando entre 4 e 29%) e os valores de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) e potássio ( $\text{K}^{+}$ ) aumentam ligeiramente nos horizontes superficiais, fato relacionado ao uso de fertilizantes e corretivos em áreas próximas a estudada, e principalmente a aportes promovidos pela matéria orgânica, com valores elevados nestes solos. Há tendência de aumento dos valores de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  e  $\text{K}^{+}$  da parte mais alta e plana da topossequência para a parte mais baixa. Este deslocamento segundo o gradiente de inclinação aponta as depressões como local de “recepção” dos elementos lixiviados.

Os valores de  $\text{Al}^{+3}$  altos no horizonte superficial de todos os perfis, especialmente no CAL 2 e CAL 4, decrescem em profundidade. A matéria orgânica também diminui em direção a base, mas os valores ainda são muito elevados e diferenciados dos padrões para Latossolos Amarelos (ALVARENGA et al, 2013; PRAGANA et al, 2012).

Os solos são ácidos com média do pH em água de 4,3. Observa-se que mesmo havendo uma redução dos valores de  $\text{H}^{+} + \text{Al}^{+3}$  e carbono orgânico em profundidade, o pH mostra ligeira redução no conjunto de transição e no topo do conjunto latossólico, indicativo de que a natureza da matéria orgânica imprime características mais ácidas a estes volumes (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos químicos e físicos.

Horiz	pH		g kg <sup>-1</sup>		Complexo sortivo (mmol <sub>e</sub> kg <sup>-1</sup> )						%	g kg <sup>-1</sup>	Granulometria (g.kg <sup>-1</sup> )						
	H <sub>2</sub> O	KCl	M.O	C	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>			T	V	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AT	AG	AF	S
<b>Perfil CAL 1</b>																			
A1	4,5	3,6	104,9	61,0	27	14	2	0,7	18	105	148,7	29	2,1	480	310	170	60	460	180
A2	3,7	3,5	25,4	14,8	6	7	0,3	0,2	18	44	57,5	24	2,6	430	240	190	20	550	110
AB	3,7	3,5	24,8	14,4	5	2	0,2	0,2	16	71	78,4	9	2,4	390	280	110	40	570	60
BA	3,5	3,3	22,2	12,9	7	5	0,2	0,2	15	67	79,4	16	2,6	380	270	110	20	600	30
Bw1	4,0	3,5	16,3	9,5	7	5	0,1	0,1	15	58	70,2	17	2,5	330	260	70	80	590	20
Bw2	3,8	3,5	9,3	5,4	9	4	0,1	0,2	14	58	71,3	19	2,8	350	240	110	10	640	0
Bwh3	3,8	3,2	11,4	6,6	9	5	0,1	0,2	13	40	54,3	26	2,3	310	210	100	10	680	0
Bw4	3,8	3,4	10,6	6,1	7	5	0,1	0,2	13	37	49,3	25	2,4	300	210	90	0	700	0
Bw5	3,9	3,5	11,1	6,5	7	5	0,1	0,2	9	30	42,2	29	2,5	290	240	50	0	710	0
<b>Perfil CAL2</b>																			
A1	4,0	3,5	84,2	49,0	8	6	0,7	0,4	23	160	175,1	9	1,7	540	390	150	40	420	80
A2	4,0	3,6	91,2	53,0	7	3	0,4	0,4	22	119	129,8	8	1,4	530	340	190	40	430	70
ABh/E	3,7	3,4	109,8	63,8	7	6	0,5	0,3	31	155	168,8	8	1,4	580	420	160	50	370	90
BAh	4,0	3,6	36,3	21,1	7	3	0,3	0,2	15	97	107,5	108	1,6	450	290	160	30	520	30
Bwh1	4,2	3,7	27,1	15,8	6	5	0,2	0,2	18	79	90,4	13	1,8	310	190	120	100	590	0
Bwh2	4,3	3,8	23,4	13,6	5	3	0,2	0,2	18	79	87,4	10	2,0	420	240	180	50	530	20
Bw3	4,3	3,7	20,4	11,9	6	4	0,2	0,2	18	63	73,4	14	1,8	400	230	170	60	540	10
Bw4	4,3	3,6	12,1	7,0	7	3	0,2	0,5	15	45	55,7	19	1,5	350	240	110	10	640	0
<b>Perfil CAL 3</b>																			
A1	4,1	3,5	104,9	61,0	19	8	1,3	0,8	17	132	161,1	18	0,6	710	440	270	0	290	70
A2	4,0	3,6	48,0	27,9	7	6	0,5	0,5	15	113	127,0	11	1,4	530	340	190	20	450	50
AB	4,5	3,7	32,5	18,9	7	7	0,6	1	18	116	131,6	12	1,7	510	370	140	10	480	10
BA1	4,3	3,8	32,7	19,0	4	3	0,4	1,1	18	98	106,5	8	1,6	400	250	150	20	580	0
BA2	4,5	3,8	29,5	17,2	8	5	0,4	1,6	15	87	102,0	15	1,8	370	220	150	10	620	0
Bwh1	4,3	3,7	18,9	11,0	8	3	0,3	1	18	74	86,2	14	1,6	320	260	60	30	650	0
Bwh2	4,5	3,7	16,0	9,3	7	5	0,6	0,6	11	50	63,2	21	1,9	340	200	140	20	640	0
Bw3	4,2	3,6	10,5	6,1	6	6	0,3	1	18	60	73,6	18	1,9	380	240	140	0	620	0
Bwx4	4,4	3,5	10,1	5,9	7	4	0,1	0,3	13	37	48,4	24	2,0	360	250	110	0	640	0
<b>Perfil CAL 4</b>																			
Hp	4,0	3,7	164,1	95,4	29	14	1,3	0,9	23	271	316,2	14	0,7	860	550	310	70	70	40
Ap	4,2	3,8	135,2	78,6	7	6	0,8	1,2	18	197	212	7	0,6	740	470	270	160	100	20
A	4,5	3,9	147,1	85,5	8	5	0,7	1,4	15	220	235,1	6	0,7	710	460	250	150	140	20
Bs/Eh	4,4	4,1	114,0	66,3	7	4	0,4	0,4	12	199	210,8	6	0,7	810	460	350	170	20	10
Bhm1	4,8	4,3	68,1	39,6	8	5	0,5	0,8	13	193	207,3	7	0,5	860	490	370	100	40	30
Bhsm2	4,9	4,4	146,1	85,0	5	4	0,6	1,5	10	241	252,1	4	0,8	810	390	420	230	20	10

AT- Areia total; AG- Areia grossa; AF- Areia fina; S- Silte; A- Argila; AD- Argila dispersa.

Fonte: Autores (2022).

A análise do pH indica que os valores estão sendo influenciados por frações orgânicas de baixo peso molecular, notadamente os ácidos fúlvicos, fato observado por Ribeiro (1998) e Santos (2003) na área estudada.

A relação areia fina/areia total mostra uma tendência de aumento dos teores de areia fina no Bwh2 e Bwh3 quando comparado aos horizontes subjacentes, sugerindo que a matéria orgânica atua de forma diferenciada nestes horizontes, fato que pode ser associado à fração de compostos orgânicos predominante na constituição da matéria orgânica acumulada em profundidade. A micromorfologia destes horizontes corrobora com esta ideia, observando-se um aumento acentuado de quartzos fragmentados e com bordas corroídas nestes horizontes.

### 3.5 Mineralogia

Nas paisagens onde estão inseridas feições de relevos mais estáveis é possível encontrar solos espessos e pedogeneticamente muito evoluídos. Os registros da sua evolução ou seu atual estágio evolutivo podem ser inferidos através de atributos mineralógicos associados a sua morfologia, características químicas e físico-hídricas. Dentro da toposequência os solos apresentam uma suíte predominantemente caulinitica. Não houve expansão das argilas tratadas com hidrazina. A presença na argila natural de picos de baixa intensidade, sugere ser caulinita mal cristalizada, que também foi identificada em outros de Tabuleiros Costeiros (GOMES et al, 2012; LIMA NETO et al., 2010; CORRÊA et al., 2008ab, MÖLLER; ARAKI, 1984). As condições climáticas da região e o material de origem (sedimentos terciário-quaternários do Grupo Barreiras), são propícias a ocorrência de caulinitas com menores índices de cristalinidade, que tendem a ser encontrados em solos derivados de rochas sedimentares e em regiões com pequeno período de estação seca (HUGHES; BROWN, 1979). KÄMPF et al. (2003) destacam ainda que a assembleia mineralógica de um solo é condicionada pelo material de origem e pela pedogênese, incluindo etapas de estabilidade, transformação e neoformação de minerais.

A morfologia do conjunto coeso demonstra correlação com a mineralogia. Vrdoljack (1998), em seu estudo microscópico com amostras de Latossolos, no Norte do Brasil, observou que a unidade fundamental de agregação nesses solos é constituída por placas de caulinita arranjadas face a face, e partículas de goethita. A análise da fração argila do solo, permite, não só entender a dinâmica dos processos de transformação que estão ocorrendo em um sistema, mas também é útil na classificação de solos, sendo um critério utilizado na diferenciação de classes taxonômicas como a dos Latossolos Amarelos. Para Correa et al. (2008a) a gênese dos horizontes coesos em solos dos Tabuleiros Costeiros é derivada do translocação de argila fina de composição caulinitica. O maior adensamento desses horizontes estariam então relacionados aos ajuste face a face dessas caulinitas (LIMA NETO et al., 2010; FERNANDES et al., 2016).

A DRX mostrou a existência de uma certa homogeneidade vertical na mineralogia dos perfis dos setores 1, 2 e 3 com presença de caulinita desordenada. Goethita, quartzo e traços de anatásio também foram encontrados. O setor 4 diferiu dos demais apresentando interestratificados de caulinita/esmectita e traços de rutílio e anatásio. Localizado na base da toposequência e inserido em feição abaciada do relevo, esse setor tem lixiviação lenta favorecida pela má drenagem do ambiente e possibilita portanto, processos de neoformação.

### 3.6 Pedogênese e processos de formação

Os solos da toposequência apresentam horizontes superficiais ricos em matéria orgânica diferenciando-os da ampla maioria dos solos existentes nos tabuleiros. Ao longo da vertente os horizontes superficiais apresentam pH em água variando de 3,7 a 4,5 (Tabela 1). A acidez interfere no potencial dos microrganismos em mineralizar a matéria orgânica e promove mudanças não só na qualidade da mesma, como também na composição e quantidade de microrganismos envolvidos nas transformações (ANDRADE et al., 1995), que contribuem para o acúmulo da matéria orgânica no solo.

No Setor 2 e 4, onde ocorrem as depressões, a hidromorfia temporária provocada por redução da velocidade de infiltração em função de pequeno desnível topográfico e da presença de horizontes de baixa permeabilidade, determinam condições de anaerobiose favoráveis à redução bacteriana e a formação de compostos orgânicos de baixo peso molecular, promotores de acidez.

Os sedimentos do Grupo Barreiras, que são essencialmente cauliniticos (RIBEIRO, 1998), imprimem características ácidas aos solos, fato que aliado a vegetação e topografia local, corrobora para o estabelecimento das condições necessárias ao acúmulo de matéria orgânica na área.

O processo pedogenético que atua de forma destacada no ambiente da toposequência, é a acidólise parcial. Os valores de pH entre 4 e 4,5 e os elevados teores de  $Al^{+3}$  ao longo da vertente, ratificam esta suposição, sendo compatíveis com o processo que se caracteriza pela solubilização das argilas, por ação de soluções contendo ácidos orgânicos provenientes da decomposição anaeróbica parcial da fitomassa.

Lateralmente a relação genética entre os solos, expressa na modificação progressiva da cor bruno-amarelada para bruno-acinzentada no conjunto latossólico, é determinada por escoamento subsuperficial lento, favorecido pela presença de horizontes coesos e cimentados. A matéria orgânica também influencia de forma marcante a cor dos solos, podendo ser percebida pela presença de manchas escuras em diferentes tons de bruno no topo do conjunto latossólico e no conjunto de transição. Em profundidade se observa modificação progressiva da cor que se torna acinzentada em quase todo o conjunto maciço, exceto no Setor 4.

O conjunto superficial de montante para jusante torna-se gradativamente mais arenoso, menos estruturado, mais rico em matéria orgânica e menos espesso. A estrutura, a partir do topo da sequência, mostra um grau de evolução decrescente dos agregados. No conjunto superficial, inicialmente em blocos subangulares e grumosa moderada no Setor 1, passando a estar associada à presença de areias lavadas e grumos frágeis no Setor 2 e 3 e na base da topossequência em grãos simples. No conjunto latossólico há mudança gradual da estrutura em blocos subangulares para um conjunto maciço.

A degradação da estrutura nos horizontes superficiais pode estar relacionada ao tipo de composto orgânico predominante no processo de mineralização da matéria orgânica, notadamente os ácidos fúlvicos, que favoreceriam o deslocamento e a perda em superfície de sílica, alumínio e do ferro liberados no processo de dissolução das argilas (RIBEIRO, 1998). Estes, transportados por substâncias orgânicas, seriam os responsáveis pela instabilidade estrutural em subsuperfície (VOLKOFF; ANDRADE, 1976; RIBEIRO, 1998), e pelo aparecimento de horizontes cimentados (UGOLINI; DAHLGREN, 1986; PEDRO, 1987; PEDRO, 1978).

A interpretação de fotografias aéreas da região mostrou que as depressões ocorrem geralmente no cruzamento de falhas ou fraturas, com alinhamentos que seguem uma direção preferencial, indicando o neotectonismo como iniciador do processo de transformação podzólica. Os pontos de cruzamento determinariam fluxos preferenciais de drenagem, interferindo na dinâmica da água, implicando em exportação de material, abatimento da superfície e estabelecimento de condições hidromórficas, como sugerido por Barbiero (1995), Filizola e Boulet (1996), Dubroeuq (1999), Ucha (2000), Carvalho (2001), Fortunato (2004) e Nunes et al. (2019). A redução do fluxo de escoamento superficial é imposta pela nova condição de relevo e acentuada pela presença de horizontes coesos que diminuem a velocidade de infiltração.

Instalada a hidromorfia na base da vertente, há acúmulo de matéria orgânica no Setor 4 por decréscimo da mineralização por anaerobiose temporária e formação de húmus rico em compostos orgânicos ácidos (LEFEBVRE-DROUET et al., 1993; RIBEIRO, 1998), que provocariam a desorganização da estrutura das argilas, dissolução seletiva de oxi-hidróxidos de ferro, manifestada na mudança gradual da cor, com amarelecimento, seguido de embranquecimento e perda progressiva da estrutura em agregados para matrizes maciças, menos porosas, pouco permeáveis e propícias ao encharcamento.

O fluxo lateral de soluções contendo compostos orgânicos ácidos sobre um material essencialmente caulínico determinaria o estabelecimento de acidez elevada no solo e o acúmulo de matéria orgânica por redução da taxa de mineralização.

Sucessivos ciclos de umedecimento e secagem, regidos pelas condições climáticas, seriam então responsáveis pela translocação de compostos organometálicos e instalação dos processos de podzolização. A subsequente cimentação de horizontes promoveria o aparecimento de um nível de base local do lençol freático e o avanço da podzolização.

As flutuações do lençol freático nos períodos de maior e menor precipitação compõem uma área em forma de cunha que se adelga a montante, entre seu limite de influência máxima e mínima. Esta configuração indica que a podzolização se processa de forma regressiva e menos intensa em pontos menos profundos e mais distantes do centro das depressões, sendo a exportação de material garantida pela recarga e pelo esvaziamento do lençol.

Dentro da topossequência o aparecimento de horizontes acinzentados pode ser percebido na base, como uma evolução descontínua e gradativa de características fragipânicas de montante para jusante, que parecem se desenvolver próximas a manchas e pequenas acumulações mais ou menos lineares e descontínuas de ferro.

A maior influência do lençol freático pode ser constatada pela presença de mosqueamento nos horizontes latossólicos inferiores, e pela modificação da cor associada à redução de drenagem e apontadas nas marcas de segregação do ferro, típicas de ambientes temporariamente saturados pela água. Neste caso, são decorrentes da velocidade com que a água atravessa o solo e da intervenção do lençol freático no solo, ou seja, o tempo de residência deste no solo.

Material friável e escurecido pela matéria orgânica penetrando em canais ravinares antigos ou associados à decomposição de velhas raízes, como observado no conjunto latossólico, parecem determinar, localmente, uma reorganização da estrutura.

Volumes arredondados firmes e bruno-escuros encontrados a cerca de 1m de profundidade no conjunto latossólico são resultantes, provavelmente, do preenchimento de material orgânico de biovazios. Esses volumes surgem com mais



frequência após o Setor 2 e, a partir do Setor 3, adquirem uma consistência mais dura e com ligeiro aumento de tamanho em direção ao Setor 4.

Os níveis endurecidos e impermeáveis, na parte inferior da vertente - Setor 4, originaram um nível de base local do lençol freático que nas condições climáticas atuais chega a superfície.

Entre o Setor 1 e 2 da toposequência, no conjunto de transição, ocorre um bolsão arredondado amarelo-avermelhado endurecido e maciço com penetrações descontínuas mais ou menos verticalizadas. Sua origem parece estar relacionada à diminuição da velocidade de infiltração nos horizontes subsuperficiais. Sendo o ferro móvel na forma reduzida, nos períodos mais secos, migraria em solução, tendendo a acumular-se nos poros maiores, nas cavidades biológicas, nos pontos onde há ocorrência de volumes mais coesos ou no local onde a depressão menor inserida na pendente exerce interferência sobre o nível e o tempo de permanência do lençol.

Sua incidência é maior na área plana e ligeiramente abaciada do Setor 2, e suas características morfológicas sugerem o desenvolvimento de um horizonte Bsh, por acentuação dos processos de podzolização determinada pela topografia e acúmulo de matéria orgânica.

Dentro do conjunto de transição, os horizontes coesos, menos permeáveis, provocam temporariamente o surgimento de lençol suspenso que favorece a mobilização de soluções orgânicas e o aparecimento de zonas enriquecidas em matéria orgânica associadas a manchas indicativas de processo de oxi-redução.

Os horizontes Bhm e Bhsm do Setor 4, centro da área deprimida, que compõem o conjunto maciço são extremamente ricos em matéria orgânica, endurecidos e com baixa densidade. Neste setor, os solos estariam em equilíbrio com as condições locais e, junto com a matéria orgânica, estabelecem uma frente de transformação remontante que pode implicar numa modificação da paisagem. Dentro da depressão o horizonte de transição é constituído por horizonte E com areias lavadas, que se desenvolve irregularmente às expensas do conjunto latossólico e avança para o Setor 3, que mostra volumes bruno-amarelados, relíquias do horizonte latossólico no horizonte Bh/E e no BA.

No Setor 2, inserido na borda da menor depressão da vertente, o processo aparece de forma mais acentuada. A maior quantidade de água captada por redução do fluxo de escoamento superficial determina uma hidromorfia mais prolongada e o acúmulo de matéria orgânica. Assim, a ação conjunta da hidromorfia e de ácidos orgânicos provocaria a desorganização das argilas por dissolução, o aparecimento de areias lavadas, a precipitação de compostos organometálicos translocados e a cimentação de horizontes, promovendo o avanço da podzolização em pontos mais afastados e em níveis mais elevados que os encontrados na depressão.

#### 4. Conclusões

1. O sistema pedológico é complexo, apresentando depressões fechadas relacionadas a pontos de cruzamento de falhas e/ou fraturas, evidência da influência de processos tectônicos na evolução da vertente.

2. A caracterização e organização da sequência latossolo-espodossolo mostra indícios da existência de uma dinâmica regida pela presença de matéria orgânica com predominância de frações orgânicas de baixo peso molecular, notadamente os ácidos fúlvicos, que interfere nos processos geoquímicos e nas propriedades químicas e físicas dos solos. Os valores reduzidos de CTC, saturação de bases, os baixos valores de pH e a quantidade de argilas dispersas em superfície, reforçam esta avaliação, tendo em vista que os valores de matéria orgânica encontrados são altos e, apesar de decrescerem gradualmente em profundidade, ainda permanecem elevados até a base do perfil.

3. No aspecto pedogeoquímico a destruição de minerais primários e a desorganização dos secundários registradas nas análises micromorfológicas, químicas e de raios-X, apontam a translocação de ferro e húmus, indicando uma rota predominantemente orgânica no processo de transformação, sob influência de ambientes redutores.

4. A toposequência evolui de jusante para montante com acumulação de matéria orgânica nos Setores 2 e 4, apontando um processo de mudança da organização estrutural mais evidenciado no Setor 2, influenciado pelo relevo, pelo nível do lençol freático e pela morfologia dos horizontes que apresentam coesão e cimentação.

5. O acúmulo de matéria orgânica, sob condições ácidas e de anaeróbiose temporária (nas depressões), propicia a formação de compostos orgânicos móveis e ácidos que atuam na transformação dos Latossolos Amarelos, através da instalação de processos de podzolização com acidólise parcial.

6. A matéria orgânica mal ligada à matéria mineral lembra um húmus tipo MOR, que promove a degradação da estrutura do solo e o aparecimento de areia lavada, consequência de uma gradual dissolução de constituintes dos horizontes superiores.

7. A análise morfológica permite afirmar que os solos da topossequência são influenciados pelo lençol freático. A saturação periódica das depressões favoreceu a formação de horizontes orgânicos, a produção de substâncias húmicas menos evoluídas e o estabelecimento de ambiente propício a transformação podzólica e a formação de horizontes do tipo duripã e fragipã.

### Referências

- ALVARENGA, E. S. et al. Podzolização em solos de áreas de depressão de topo dos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro. **R. Bras. Ci. Solo**, n. 37, p.11-24. 2013
- ANDRADE, D. S.; COLOZZI-FILHO, A.; PAVAN, M. A.; BALOTA, E. L. & CHAVES, J. C. D. Atividade microbiana em função da calagem em um solo cultivado com cafeeiro. **R. Bras. Ciên. Solo**, n.19, p.191-196, 1995.
- ARAI, M. A Grande Elevação Eustática do Mioceno e Sua Influência na Origem do Grupo Barreiras. **Geol. USP Sér. Cient.**, São Paulo, v.6, n2, p. 1-6, 2006.
- BARBIERO, L. **Aspects morphologiques du passage latosol-planosol, gèneses et evolution actualles**: Itaberaba - Bahia, Brésil. Paris : Ministère des Affectes Etranger, 1995. 62p. il.
- CARVALHO, C. C. N. de. Gêneses e transformação de solos em um tabuleiro do Recôncavo Baiano. Salvador, 2001. (Tese de Mestrado). 135p. Instituto de Geociências, UFBA, 2001.
- CORREA M. M., Ker J. C., Barron V., Torrent J., Curi N., Pereira T. T. C. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente Tabuleiros Costeiros. **Rev. Bras. Ci. Solo**, n. 32, p. 297-313. 2008a
- CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; FONTES, M. P. F., CURTI, N. Propriedades cristalográficas de caulinitas de solos do ambiente tabuleiros costeiros, amazônia e recôncavo baiano. **R. Bras. Ci. Solo**, n.32, p.1857-1872, 2008b
- CORREA-GOMES, L. C. ; UCHA, J. M. ; SILVA, I. C. Neotectônica. **In**: BARBOSA, J. S. F.. (Org.). Geologia da Bahia: pesquisa e atualização. 1ed.Salvador: CBPM, 2012, v. 2, p. 497-515.
- DUBROEUCQ, D.; VOLKOFF, B.; FAURE, P. Les couvertures pédologiques à podzols du Bassin du Haut Rio (Amazonie). **Étude et Gestion des Sols**, Paris, v. 6, n. 2, p. 131-153. 1999.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Teixeira, P. C. et al ed. Tec. 3.ed. Rio de Janeiro, 2017. 574p.
- FERNANDES K. L., RIBON A. A., MARQUES JUNIOR J., BAHIA A. S. R. S., TAVARES FILHO J. Characterization, classification and analysis of the main properties of the Southwestern Goiás soil. *Semina: Ciências Agrárias*, n.37, p.1135-1154. 2016
- FILIZOLA, H. F.; 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. **Geomorphology**, North Carolina, v. 16, n. 4, p. 77-86, 1996. (série Pédologie).
- 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. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia (Tese de Doutorado), 2004. 366p
- GOMES, J. B. V.; ARAÚJO- FILHO, J. C. de; CURTI, N. Solos de tabuleiros costeiros sob florestas naturais e sob cultivo. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 32, n. 71, p. 233-246, 2012.
- HUGHES, J. C, BROWN, G. A crystallinity index for soil kaolins and its relation to parent rock, climate and soil maturity. **Journal of Soil Science**, v. 23, n. 3, p. 557-563, 1979.

- JACKSON, M. L.; ABDZL-KADER, F. H Kaolinite intercalation procedure for all sizes and types with X-ray diffraction spacing destinate from other phyllosilicates. *Clays and Clay Miner.*, v.26, n. 21, p.81-7, 1978.
- KAMPF, N.; MARQUES, J. J.; CURTI, N. Mineralogia de solos brasileiros, p. 81-145. In: Ker, J.C. et al eds. *Pedologia: Fundamentos*. Viçosa, MG, SBCS, 343p. 2012.
- LEFEBVRE-DROUET, E.; ROUSSEAU-DJABRI, M. F.; BETREMIEUX, R. Mobilization du fer et d'autres éléments minéraux majeurs d'un sol en présence d'acide lactique. **Bulletin de L'Association Française pour L'Étude du Sol**, Plaisir - France, v.31, n.42, p.37-42, 1993.
- LIMA NETO J.A., RIBEIRO M. R., CORRÊA M. M., SOUZA JÚNIOR V. S., ARAÚJO FILHO J. C., LIMA J. F. W. F. Atributos químicos, mineralógicos e micro morfológicos de horizontes coesos de Latossolos e Argissolos dos tabuleiros costeiros do Estado de Alagoas. **Rev. Bras. Ci. Solo**, n.34, p.473-486. 2010.
- MÖLLER, M R. F.; ARAKI, S. Intersalação de caulinitas separadas de latossolos. **Boletim de pesquisa**. Belém. EMBRAPA/CPATU. v.61, 20p. il.
- NUNES, F. C. et al. Solos vermelhos e amarelos coesos de tabuleiros costeiros: gênese, evolução e influência da neotectônica. **Caminhos da Geografia** (UFU. Online) , v. 20, p. 294-314, 2020.
- NUNES, F.C. et al. Solos vermelhos e amarelos coesos de tabuleiros costeiros: gênese, evolução e influência da neotectônica. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 20, n. 72 p. 294-314, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG207241145>
- PEDRO, G. Um problème pédologique fort ancien, mais toujours d'actualité. **In: PODZOLS ET PODZOLISATION**. AFES, Plaisir - INRA : Grignon. 1987, p. 53 - 65. Eds. RIGHI, D. et CHAUVEL. (Comptes rendus de la table ronde internationale).
- PEDRO, G.; JAMAGNE, M.; BEGON J. C. Two Routes in Genesis of Strongly Differentiated acid soil under Humid cool -temperate conditions. **Geoderma**. Amsterdam, v. 20, p.173-189, 1978.
- PRAGANA, R. B. et al. Atributos biológicos e dinâmica da matéria orgânica em latossolos amarelos na região do cerrado piauiense sob sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, n.36, p. 851-858, 2012.
- RIBEIRO, L. P. **Os latossolos amarelos do Recôncavo Baiano**: gênese, evolução e degradação. Salvador: SEPLANTES/CADCT, 1998. 99p.
- ROSSETTI, D. F. & DOMINGUEZ, J. M. L. Tabuleiros Costeiros. **In: BARBOSA J.S.F.; MASCARENHAS, J.F.; GOMES, L.C.C. & DOMINGUEZ, J.M.L.**, eds. *Geologia da Bahia – Pesquisa e Atualização*. Salvador, UFBA-CBPM, v.2, p. 365-393, 2012
- SANTOS, A. P. dos. Caracterização da matéria orgânica de solos em um tabuleiro do Recôncavo Baiano. Salvador, 2003. (Tese de mestrado). 122p. Instituto de Geociências, UFBA, 2003.
- SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H.C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.
- SILVA, E. A. et al. Podzolização em solos de áreas de depressão de topo dos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2013, v.37, n.1, p. 11-24. ISSN 0100-0683. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000100002>.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1).
- UCHA, J. M. Processos de transformação Latossolo – Espodossolo sobre os sedimentos do Grupo Barreiras nos tabuleiros costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia. Salvador, 2000. (Tese de doutoramento). 196p. Instituto de Geociências, UFBA, 2000.

---

UGOLINI, F. C.; DAHLGREN, R. The mechanism of podzolisation as revealed by soil solution studies. **In: PODZOLS ET PODZOLISATION**. AFES, Plaisir - INRA : Grignon. 1986, p. 53 - 65. Eds. RIGHI, D. et CHAUVEL. (Comptes rendus de la table ronde internationale).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS/UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFLA/UFV. Levantamento pedológico de áreas da Aracruz Celulose S.A. nos estados do Espírito Santo, Bahia e Minas Gerais, e sua interpretação para o cultivo do eucalipto e para o ambiente em geral. Aracruz, ARCEL, 2004. CD ROM.

VILAS BOAS, G. S.; SAMPAIO, F. J.; PEREIRA, A. M. S. The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 73, n. 3, p. 417-427, 2001.

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, 1976. Anais. Campinas, SBCS, 1976. p. 116-126.

VRDOLJACK, G. A. Ultramicroscopy of a Brazilian Oxisol Berkeley. University of California, 1998. (CD ROM).