

## CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E LIMITAÇÕES DE USO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NA BAIXADA LITORÂNEA FLUMINENSE, RJ

### **Carlos Roberto Pinheiro Junior**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

### **Marcos Gervasio Pereira**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

### **Eduardo Carvalho da Silva Neto**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

### **Ademir Fontana**

Embrapa Solos, Rio de Janeiro - RJ

### **Otavio Augusto Queiroz dos Santos**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

### **Renato Sinquini de Souza**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

**RESUMO:** A região da Baixada Litorânea Fluminense está inserida na unidade geomorfológica de “Mar de Morros”, sendo o fator relevo, um dos principais responsáveis pela variabilidade de solos. Adicionalmente, a geologia composta por rochas ácidas influencia fortemente nos atributos do solo. O objetivo desse estudo foi caracterizar os atributos de solos de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense, buscando interpretar as principais limitações de uso agrícola, assim como as recomendações visando minimizar

a degradação do solo. Foi selecionada uma topossequência e abertas trincheiras nas posições de terço superior (P1), terço médio (P2), terço inferior (P3) e baixada (P4). Foi realizada a descrição morfológica e análises dos atributos físicos e químicos. Os solos apresentam baixa fertilidade natural devido à natureza ácida do material de origem; alta susceptibilidade a erosão associada ao gradiente textural; baixa capacidade de armazenamento de água e retenção de cátions pelo predomínio de textura arenosa e; deficiência de oxigênio na baixada em condição de má drenagem. As principais práticas recomendadas são o cultivo de culturas perenes e manutenção da cobertura morta, minimizando a atuação de processos erosivos; manejo da matéria orgânica, aumentando a retenção de cátions e armazenamento de água e; cultivo de plantas adaptadas a condição de má drenagem e/ou implantação de sistemas de drenagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Susceptibilidade a erosão; Solos arenosos; Drenagem.

### SOIL CHARACTERIZATION AND USE LIMITATION IN A TOPOSSEQUENCE IN THE FLUMINENSE COASTAL LOWLAND, RJ

**ABSTRACT:** Baixada Fluminense region is inserted in the “Mar de Morros” Domain, and the topography is one of the main factors

responsible for soil variability. In addition, the parent material, basically acid rocks, strongly influences soil attributes. The objective of this study was to characterize the soil attributes of a toposequence in the Baixada Fluminense, to interpret the main limitations of land use, as well recommendations to minimize soil degradation. A toposequence was selected and trenches were opened at the positions shoulder (P1), backslope (P2), footslope (P3) and toeslope (P4). Morphological description and analysis of physical and chemical attributes were performed. Soils have low fertility due to the nature of the parent material; high susceptibility to erosion associated with textural gradient; low water storage capacity and cation retention due to the predominance of sandy texture and; oxygen deficiency in the lowland under poor drainage condition. The main recommended practices are the cultivation of perennial crops and maintenance of mulch, minimizing the erosion processes; organic matter management, increasing cation and water retention; cultivation of plants adapted to poor drainage condition and/or implementation of drainage systems.

**KEYWORDS:** Soil erosion; Sandy soils; Drainage.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo da relação solo-paisagem auxilia no entendimento da complexidade e variabilidade dos solos, tornando-se assim uma importante ferramenta no levantamento e planejamento de uso das terras (Campos et al., 2012). Ao longo das vertentes, a organização estrutural interna do solo em horizontes apresenta um determinado arranjo espaço-temporal, revelado por sua disposição vertical e longitudinal. Dessa forma, o estudo de perfis de solos alinhados entre si ao longo de uma vertente (topossequência) representa uma forma de estudo que possibilita a compreensão da gênese, evolução e padrão da cobertura pedológica (Queiroz Neto, 2011).

De acordo com Wysocki et al. (2005), a distribuição dos solos na paisagem é determinada pelas diferentes feições do relevo e composição do material de origem, os quais direcionam os processos pedogenéticos. Adicionalmente, estudos propostos para o entendimento da evolução geomorfológica apresentam relações envolvendo relevo, geologia e clima, assim como sua influência no intemperismo, pedogênese, erosão e dinâmica fluvial (Passos e Bigarella, 1998).

A caracterização de um solo é realizada pela descrição das suas características morfológicas que refletem as condições sob as quais ele foi formado, permitindo a realização de inferências sobre os processos pedogenéticos atuantes, sua aptidão agrícola e resposta às práticas de manejo. Portanto, o conjunto das características morfológicas fornece o alicerce para a identificação do solo em campo, devendo posteriormente ser complementada por análises laboratoriais (Kämpf e Curi, 2012).

A região da Baixada Litorânea Fluminense no estado no Rio de Janeiro, está inserida na unidade geomorfológica do Mar de Morros, onde as peculiaridades das feições do relevo são responsáveis por uma intensa dinâmica hídrica, que associada

ao material de origem de natureza ácida e a condição de clima tropical, resultam em uma ampla variabilidade de atributos dos solos.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi caracterizar os atributos de solos de uma topossequência localizada na Baixada Litorânea Fluminense, buscando identificar as principais limitações de uso agrícola, assim como recomendar práticas que visem minimizar a degradação das terras.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Meio físico, coleta de amostras e caracterização morfológica dos perfis de solo

O estudo foi realizado no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica - RJ, região da Baixada Fluminense. O clima da região é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen, com chuvas no verão, temperaturas elevadas e um inverno seco com temperaturas amenas (Alvares et al., 2013).

A vegetação primária é do tipo floresta tropical subcaducifólia. Com relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos, a região está inserida no Domínio de “Mar de Morros”, caracterizado pela presença de colinas e relevo que varia de suave ondulado a ondulado (Figura 1), com rochas ácidas do Complexo Paraíba do Sul (granitos e gnaisses) e sedimentos derivados do intemperismo dessas rochas.



Figura 1. Aspectos do relevo na paisagem de “Mar de Morros”. Foto: Marcos Gervasio Pereira.

Para o estudo foram selecionados quatro perfis ao longo de uma vertente, sendo abertas trincheiras nas posições de terço superior (P1), terço médio (P2), terço inferior (P3) e baixada (P4) (Figura 1). Informações gerais da paisagem e dos pontos de abertura das trincheiras encontram-se na Tabela 1.

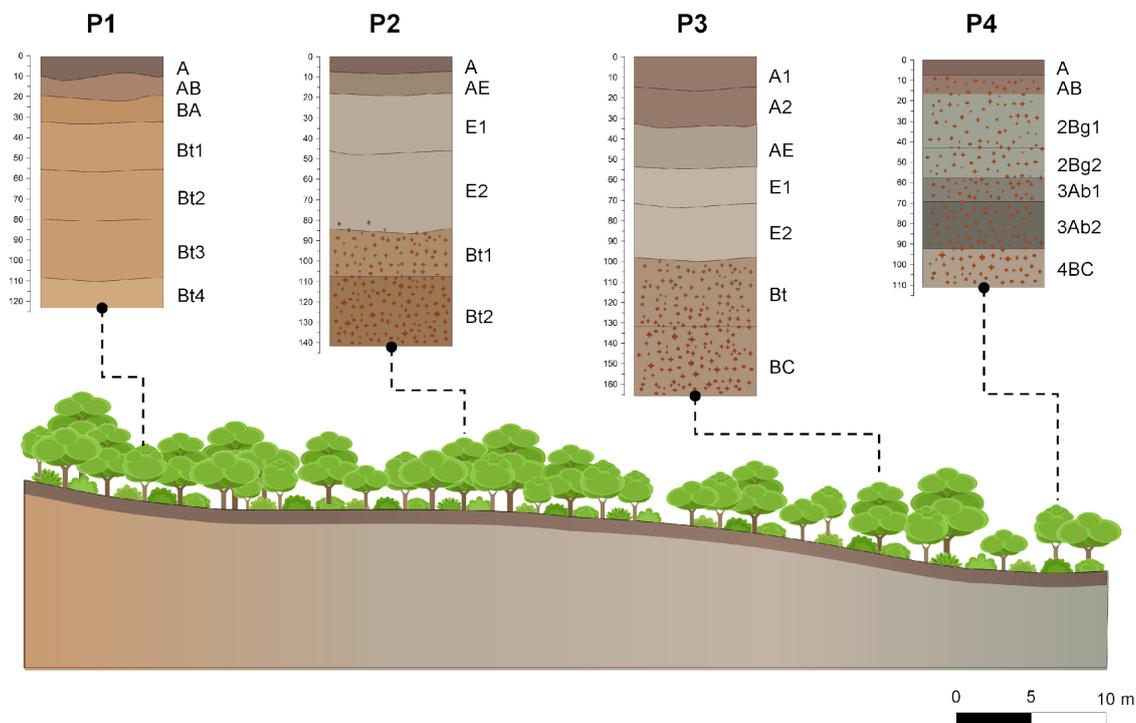


Figura 2. Distribuição dos perfis ao longo da topossequência.

Perfil	Coordenada	Situação paisagem/ altitude	Relevo local /declive	Material de origem	Drenagem
P1	22°45'26.18"S 43°41'56.10"O	Terço superior / 43 m	Suave ondulado / 8%	Produto da intemperização do gnaiss	Bem drenado
P2	22°45'26.83"S 43°41'54.38"O	Terço médio / 41 m	Ondulado / 15%	Sedimentos coluviais da rocha supracitada	Moderadamente drenado
P3	22°45'27.35"S 43°41'53.17"O	Terço inferior / 38 m	Suave ondulado / 4%	Sedimentos coluviais da rocha supracitada	Imperfeitamente drenado
P4	22°45'27.78"S 43°41'51.91"O	Baixada / 36 m	Plano / 1%	Sedimentos colúvio-aluvionares da rocha supracitada	Mal drenado

Tabela 1. Informações gerais da paisagem e pontos de aberturas das trincheiras ao longo de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense.

Os perfis foram morfologicamente descritos e coletados de acordo com Santos et al. (2015). As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas (< 2mm), para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA) na qual foram realizadas as análises físicas e químicas.

## 2.2 Análises Físicas e Químicas

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (Day, 1965), quantificando-se os teores de argila, silte, areia fina e areia grossa, e a partir dos

mesmos calculadas as relações areia fina/areia grossa e silte/argila. As análises dos atributos químicos foram realizadas de acordo com Teixeira et al. (2017), quantificando-se: a) os valores de pH em água e KCl (1 mol L<sup>-1</sup>) nas proporções 1:2,5; b) teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> utilizando solução extratora de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>, sendo Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> quantificados por complexometria titulados com solução EDTA e Al<sup>3+</sup> por titulação com NaOH; c) teores de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e P utilizando solução extratora duplo ácido (HCl e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), sendo Na e K quantificados por fotometria de chama e, P a partir do desenvolvimento de cor do complexo fosfomolibídico por colorimetria ; e) teores de H+Al utilizando solução extratora acetado de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup>, quantificado por titulação com NaOH. A partir dos resultados obtidos foram calculados o ΔpH, soma de bases (S), capacidade de troca catiônica do solo (valor T), saturação por bases (V%) e atividade da fração argila (Santos et al., 2018).

Os teores de carbono orgânico total (COT) foram quantificados de acordo com Yeomans e Bremner (1988), utilizando solução de dicromato de potássio (0,167 mol L<sup>-1</sup>) como agente oxidante em meio ácido (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), titulando-se o excesso com solução de sulfato ferroso amoniacal (0,2 mol L<sup>-1</sup>).

## 2.3 Classificação dos Solos e Interpretações

A partir dos atributos morfológicos, físicos e químicos, os solos foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). As interpretações quanto aos potenciais e limitações seguiram o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (Ramalho Filho e Beek, 1995).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Atributos Morfológicos e Físicos

Os perfis apresentaram diferenças nos atributos morfológicos e físicos relacionadas com a posição topográfica. A natureza do material de origem e a drenagem dos solos determinaram a atuação e intensidade de diferentes processos pedogenéticos (Tabela 2). De maneira geral todos os perfis apresentam horizontes superficiais com cores escuras devido a adição de matéria orgânica, também se verifica o predomínio da estrutura granular, sendo exceção a esse padrão o perfil P4 no qual foi observada estrutura em blocos subangulares. Na baixada, a formação de agregados em blocos na superfície do solo é decorrente dos maiores teores de argila (textura argila e muito argilosa) (Tabela 3) e a variação de umidade, favorecendo os ciclos de expansão e contração do solo. Nessa condição são geradas zonas de cisalhamento e pontos de fraqueza na forma plana levando a formação da estrutura em blocos.

Para os horizontes subsuperficiais, foram observadas variações nas cores dos solos relacionadas às condições de drenagem. No perfil P1, as cores alaranjadas

(5YR) indicam uma condição de boa drenagem, que propicia a formação da hematita, aumentando a proporção de vermelho nesses horizontes. Nos perfis P2, P3 e P4 as cores refletem a influência do lençol freático nos processos de hidratação e oxirredução do ferro. Observou-se predomínio de cores acinzentadas em todos os horizontes e, zonas de segregação de ferro (mosqueado). Os matizes amarelados (10YR), podem ser associados ao baixo teor de minerais ferromagnesianos fornecidos pelo material de origem (rochas ácidas), contribuindo dessa forma para a formação da goethita que confere ao solo tons amarelados.

Hor	Prof cm	Úmida	Cor Mosq.	Estrutura	Classe textural
Perfil 1 – Terço superior					
A	0-9	5YR 3/2	-	mo., pq e me. e gr.	Franco-argilo arenosa
AB	9-18	5YR 3/4	-	mo., pq e me. e gr.	Franco-argilo arenosa
BA	18-30	5YR 4/3	-	mo., pq., e bsa.	Franco-argilo arenosa
Bt1	30-52	5YR 4/6	-	mo., pq., e bsa.	Argiloarenosa
Bt2	52-75	5YR 4/6	-	mo., pq., e bsa.	Argila
Bt3	75-102	5YR 5/4	-	mo., pq., e bsa.	Argila
Bt4	102-116+	5YR 5/6	-	mo., pq., e bsa.	Argila
Perfil 2 – Terço médio					
A	0-7	10YR 4/1	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
AE	7-17	10YR 4/2	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
E1	17-44	10YR 5/4	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
E2	44-80	10YR 5/4	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
Bt1	80-102	10YR 5/5	5YR 5/8; co., me. e di.	mo., pq. e bsa	Franco-argilo arenosa
Bt2	102-134+	10YR 4/6	2YR 5/8; ab., gra. e pr.	mo., pq. e bsa	Argiloarenosa
Perfil 3 – Terço inferior					
A1	0-14	10YR 4/2	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
A2	14-31	10YR 4/2	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
AE	31-54	10YR 5/4	-	fr., pq. e gr.	Areia
E1	54-71	10YR 5/4	-	grão simples	Areia
E2	71-96	10YR 5/4	-	grão simples	Areia-franca
Bt	96-128	10YR 6/4	7,5 YR 6/8; ab., gra. e di.	mo., pq. e bsa	Franco
BC	128-164+	10 YR 6/2	7,5 YR 6/8; ab., gra. e di.	fr. a mo., pq. e bsa.	Franco-arenosa
Perfil 4 - Baixada					
A	0-7	10YR 3/1	-	fo., mu. pq. e ba.	Argila
AB	7-16	10YR 4/1	5YR 4/6; po., pq. e di.	fo., mu. pq. e bsa.	Muito argilosa
2Bg1	16-41	N 5/	5YR 4/6; co., me. e pr.	fo., pq. e bsa.	Muito argilosa
2Bg2	41-55	N 5/	5YR 4/6; po., pq. e pr.	fo., pq. e bsa.	Muito argilosa
3Ab1	55-66	N 4/	5YR 4/6; po., pq. e di.	fo., pq. e bsa.	Muito argilosa
3Ab2	66-88	N 3/	5YR 4/6; po., pq. e di.	mo., pq. e bsa.	Muito argilosa
4BC	88-105+	10YR 5/1	5YR 4/6; po., pq. e di.	mo., pq. e bsa.	Argila

Tabela 2: Atributos morfológicos de perfis de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense, RJ.

Hor.: Horizonte; Prof.: Profundidade; Mosq.: Mosqueado; co.: comum; di: difuso; pr.: proeminente; ab.: abundante;

Nos perfis localizados no terço superior, médio e inferior (P1, P2 e P3, respectivamente) foi verificado o aumento substancial no conteúdo de argila em profundidade (Tabela 3), caracterizando um gradiente textural, atendendo o critério de gradiente textural em P1 e mudança textural abrupta em P2 e P3 (Santos et al., 2018). A textura mais arenosa nos horizontes superficiais desses perfis, especialmente em P2 e P3, é responsável pelo menor grau de desenvolvimento da estrutura, sendo esta fracamente desenvolvida ou até mesmo do tipo grão simples (sem agregação). Nesses perfis as classes texturais predominantes foram areia e areia-franca.

Quanto os teores de silte, verifica-se a diminuição em profundidade nos perfis P1 e P2 nos horizontes Bt, enquanto, em P3 observou-se aumento dessa fração (Tabela 3). Para o perfil P4, os maiores valores de silte (em torno de 250 g kg<sup>-1</sup>) nos horizontes superficiais, estão associados ao ponto de paisagem onde o perfil está localizado, área de baixada, na qual ocorre a adição das frações trazidas das partes mais elevadas.

Com relação a fração areia, a relação AF/AG não apresenta variações expressivas ao longo dos perfis, sendo observado o predomínio da fração AG (Tabela 3). Contudo, entre perfis, verifica-se que os valores dessa relação são inferiores a 0,5 de maneira geral, diminuindo do terço superior para o terço inferior da paisagem. Na área de baixada observa-se o aumento dessa fração, na mesma magnitude observada no perfil P1 (terço superior).

Hor	Prof cm	Areia			Argila	Silte	AF/AG	Silte/Argila	CTC argila
		Grossa	Fina	Total					
-----g kg <sup>-1</sup> -----									
Perfil 1 – Terço superior									
A	0-9	419	209	628	220	152	0,5	0,7	-
AB	9-18	435	212	647	239	114	0,5	0,5	-
BA	18-30	324	150	474	336	190	0,5	0,6	16,1
Bt1	30-52	320	153	473	402	125	0,5	0,3	13,0
Bt2	52-75	293	138	431	458	111	0,5	0,2	10,5
Bt3	75-102	296	150	446	466	88	0,5	0,2	11,4
Bt4	102-116+	296	152	448	472	80	0,5	0,2	11,4
Perfil 2 – Terço médio									
A	0-7	709	146	855	80	65	0,2	0,8	-
AE	7-17	696	146	842	73	85	0,2	1,2	-
E1	17-44	657	168	825	73	102	0,3	1,4	-
E1	44-80	655	151	806	83	111	0,2	1,3	-
Bt1	80-102	506	105	611	330	59	0,2	0,2	13,8
Bt2	102-134+	370	83	453	499	48	0,2	0,1	11,3

Perfil 3 – Terço inferior									
A1	0-14	752	107	859	39	102	0,1	2,6	-
A2	14-31	735	94	829	78	93	0,1	1,2	-
AE	31-54	809	79	888	59	53	0,1	0,9	-
E1	54-71	787	82	869	34	97	0,1	2,9	-
E2	71-96	699	102	801	39	160	0,2	4,1	-
Bt	96-128	472	46	518	152	330	0,1	2,2	14,3
BC	128-164+	573	133	706	169	125	0,2	0,7	14,2
Perfil 4 - Baixada									
A	0-7	161	56	217	526	257	0,4	0,5	-
AB	7-16	103	47	150	628	222	0,5	0,4	-
2Bg1	16-41	22	14	36	685	279	0,6	0,4	16,1
2Bg2	41-55	33	14	47	909	44	0,4	0,1	13,2
3Ab1	55-66	55	20	75	877	48	0,4	0,1	-
3Ab2	66-88	96	38	134	838	28	0,4	0,0	-
4BC	88-105+	464	93	557	406	37	0,2	0,1	19,1

Tabela 3: Atributos físicos de perfis de uma toposequência na Baixada Litorânea Fluminense, RJ.

Legenda. Hor.: Horizonte; Prof.: Profundidade; AF: areia fina; AG: areia grossa;

CTC: Capacidade de troca catiônica

### 3.2 Atributos Químicos

De maneira geral os valores de pH são baixos, variando entre as classes de reação de forte a extremamente ácida (Santos et al., 2018). Em todos os perfis os valores de  $Al^{3+}$  chegam a  $2,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  (Tabela 4), sendo que em quase todos os horizontes dos perfis estudados, os valores atingem níveis tóxicos, superiores a  $0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  (Freire, 2013).

Hor	Prof cm	pH		$\Delta$ pH	Al	Ca	Mg	K	Na	H+Al	K	P	S	T	V	COT
		H <sub>2</sub> O	KCl													
Perfil 1 – Terço superior																
A	0-9	4,30	3,71	-0,59	1,1	0,6	0,7	0,02	0,00	7,2	6	7	1,32	8,53	15	11,8
AB	9-18	4,17	3,66	-0,51	1,4	0,3	0,6	0,01	0,00	6,2	5	6	0,92	7,14	13	10,7
BA	18-30	4,34	3,80	-0,54	1,1	0,3	0,7	0,01	0,00	4,4	4	3	1,01	5,42	19	9,3
Bt1	30-52	4,10	3,90	-0,20	1,4	0,1	0,7	0,01	0,00	4,4	5	3	0,81	5,22	16	4,1
Bt2	52-75	4,10	3,86	-0,24	1,4	0,2	0,7	0,01	0,00	3,9	5	3	0,91	4,83	19	2,4
Bt3	75-102	4,36	4,03	-0,33	1,2	0,2	1,0	0,01	0,01	4,1	5	3	1,22	5,29	23	3,2
Bt4	102-116+	4,31	3,86	-0,45	1,5	0,1	0,7	0,01	0,00	4,6	3	4	0,81	5,38	15	2,9
Perfil 2 – Terço médio																
A	0-7	4,97	3,93	-1,04	0,3	0,8	0,9	0,01	0,00	3,4	4	19	1,71	5,13	33	11,1
AE	7-17	4,75	4,00	-0,75	0,5	0,2	0,5	0,01	0,00	3,3	4	10	0,71	3,96	18	6,3
E1	17-44	5,74	4,79	-0,95	0,0	0,2	0,6	0,01	0,00	1,3	3	4	0,81	2,08	39	2,3
E2	44-80	5,07	4,45	-0,62	0,1	0,2	0,9	0,01	0,00	1,3	2	4	1,11	2,38	47	2,1
Bt1	80-102	4,76	3,97	-0,79	0,9	0,0	1,6	0,04	0,01	2,9	15	3	1,64	4,56	36	6,3
Bt2	102-134+	4,54	3,96	-0,58	1,3	0,0	1,7	0,03	0,01	3,9	12	3	1,74	5,65	31	6,9

Perfil 3 – Terço inferior																
A1	0-14	4,97	4,02	-0,95	0,3	0,5	0,9	0,01	0,00	2,8	3	9	1,41	4,17	34	9,9
A2	14-31	4,26	3,75	-0,51	0,7	0,0	0,5	0,00	0,00	2,9	2	4	0,51	3,43	15	4,1
AE	31-54	4,64	4,08	-0,56	0,5	0,0	0,4	0,00	0,00	1,6	1	4	0,40	2,01	20	0,9
E1	54-71	4,78	4,16	-0,62	0,2	0,0	0,3	0,00	0,00	1,1	1	4	0,30	1,41	22	0,3
E2	71-96	4,79	4,13	-0,66	0,3	0,0	0,2	0,00	0,00	0,9	1	4	0,21	1,15	18	2,1
Bt	96-128	4,33	3,86	-0,47	0,8	0,0	0,4	0,01	0,00	1,8	2	4	0,41	2,17	19	5,1
BC	128-164+	4,38	3,77	-0,61	0,5	0,2	0,5	0,00	0,00	1,7	0	2	0,70	2,40	29	2,1
Perfil 4 - Baixada																
A	0-7	4,55	3,79	-0,76	1,0	4,5	2,6	0,04	0,01	12,5	15	21	7,15	19,64	36	43,6
AB	7-16	4,52	3,93	-0,59	1,2	3,5	2,0	0,02	0,01	10,4	7	31	5,53	15,87	35	38,2
2Bg1	16-41	4,47	3,62	-0,85	1,5	3,0	2,3	0,01	0,02	5,7	3	13	5,32	11,05	48	12,3
2Bg2	41-55	4,37	3,51	-0,86	2,2	2,3	2,5	0,01	0,02	7,2	2	17	4,83	12,04	40	7,5
3Ab1	55-66	4,32	3,46	-0,86	2,4	2,5	2,7	0,00	0,05	8,2	2	36	5,25	13,45	39	11,7
3Ab2	66-88	4,24	3,50	-0,74	2,3	2,8	3,0	0,00	0,05	7,4	2	32	5,86	13,23	44	15,3
4BC	88-105+	4,22	3,42	-0,80	1,4	1,7	1,8	0,00	0,02	4,2	1	37	3,53	7,77	45	6,9

Tabela 4: Atributos químicos de perfis de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense, RJ.

Legenda. Hor.: Horizonte; Prof.: Profundidade; COT: carbono orgânico total.

Os teores de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  foram considerados baixos, especialmente em P3, devido a textura muito arenosa e aos baixos teores de COT. A soma de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  foi inferior a  $3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  em quase todos os perfis, exceto em P4, o qual recebe todos os íons que são lixiviados e/ou transportados das partes mais altas. Os teores de  $\text{K}^+$  são muito baixos, atingindo máximo de  $15 \text{ mg kg}^{-1}$  e, os valores de  $\text{Na}^+$  são praticamente nulos; esses valores podem ser explicados pela característica de monovalência desse íon, o que favorece a sua lixiviação, intensificada nos solos de textura mais arenosa. Os teores de P foram considerados muito baixos, porém, nos horizontes superficiais de P2 e em todos os horizontes de P4 os teores foram  $\geq 10 \text{ mg kg}^{-1}$ , nível considerado médio (Freire, 2013).

Nos perfis P1, P2 e P3, os valores da soma de bases (valor S) foram inferiores a  $2,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Associados a maiores valores de H+Al, refletiram em uma saturação por bases (valor V%) muito baixa, especialmente em P1, valores variando de 13 a 23%. Nesses perfis, os teores de COT também foram considerados muito baixos, atingindo valor máximo de  $11,8 \text{ g kg}^{-1}$  no horizonte A do perfil P1. Esses valores podem ser explicados pelo predomínio de textura mais arenosa nos horizontes superficiais desses perfis, em que o predomínio de macroporos, conseqüentemente, maior aeração, acelera a decomposição da matéria orgânica.

No perfil P4, apesar dos altos valores de H+Al, o valor V% foi próximo de 40% em quase todos os horizontes, o que se deve aos maiores teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  acumulados nessa posição da paisagem, condição também explica o maior valor S nesse perfil. Nos horizontes superficiais desse perfil, os valores de COT são altos,

próximos a  $40 \text{ g kg}^{-1}$  e, podem estar associados à condição de má drenagem, condições anaeróbicas durante a maior parte do ano, reduzindo a atividade dos organismos na decomposição da matéria orgânica. Nesse perfil, observou-se um aumento nos teores de COT nos horizontes 3Ab1 e 3Ab2, onde também foram verificadas cores mais escuras, o que sugere que estes horizontes foram enterrados em função da deposição de sedimentos nessa área.

### 3.3 Formação e Classificação de Solos

Os perfis P1 e P2 apresentaram horizontes subsuperficiais com acúmulo de argila (Bt – B textural), podendo estes terem se formado por aumento absoluto (translocação de argila do horizonte A para o horizonte B) e/ou relativo (perda de argila por erosão seletiva no horizonte A). Os principais fatores de formação envolvidos nesses processos são o clima, através do fornecimento de água, e relevo, favorecendo a infiltração e/ou o escoamento superficial. Dois processos pedogenéticos específicos podem contribuir para a formação desses solos: a) eluviação e iluviação, em que a argila se torna dispersa nos horizontes superficiais e é mobilizada para os horizontes subsuperficiais num processo denominado de translocação; e b) elutriação, no qual as partículas de argila são removidas dos horizontes superficiais, fazendo com que o horizonte B apresente maiores valores comparativamente ao horizonte superficial.

Ambos os perfis (P1 e P2) foram classificados como Argissolos, sendo P1 identificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, por possuir horizonte diagnóstico subsuperficial B textural, com cores no matiz 5YR e baixa saturação por bases. O perfil P2 foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico abrupto, por possuir horizonte diagnóstico subsuperficial B textural e presença de horizonte E, com predomínio de matiz amarelo (10YR), baixa saturação por bases (V%), com variação significativa do teor de argila em profundidade, denominada de mudança textural abrupta (Santos et al., 2018).

Para o perfil P3 verificou-se também um aumento do conteúdo de argila em profundidade, decorrente do processo de translocação, que ocorreu de forma mais intensa, sendo possível observar-se a presença de um horizonte de eluviação, denominado de E. Nesse caso, a intensa translocação de argila caracteriza, o processo pedogenético específico de lessivagem. Verifica-se nesse perfil a ocorrência de um horizonte de acúmulo de argila que apresenta permeabilidade lenta, sendo identificado pela presença de cores acinzentadas e mosqueados, denominado de B plânico (Bt). Esse perfil foi classificado como Planossolo Háptico Distrófico arênico, por possuir horizonte diagnóstico subsuperficial B plânico, com baixa saturação por bases e predomínio de textura muito arenosa nos horizontes superficiais.

Para o perfil P4 observa-se uma grande influência do fator relevo na gênese do solo, com cores acinzentadas decorrentes da redução e remoção do ferro, caracterizando o processo pedogenético específico de gleização. Esse perfil foi

classificado como Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, por apresentar horizonte diagnóstico subsuperficial glei, baixa capacidade de troca catiônica da fração argila e baixa saturação por bases.

### 3.4 Principais limitações ao uso agrícola

Considerando a caracterização dos perfis, classificação e posição na paisagem, as limitações mais significativas para uso agrícola estão relacionadas à baixa fertilidade natural, susceptibilidade à erosão, deficiência de oxigênio e baixa retenção/armazenamento de água. De maneira geral, todos os perfis apresentam baixa fertilidade natural, são distróficos ( $V\% < 50$ ), e possuem textura muito arenosa que não favorece a retenção que bases.

No terço superior e médio da vertente, nos Argissolos (P1 e P2), a presença do horizonte B textural, faz com que esses solos apresentem como principal limitação à suscetibilidade a erosão. Quanto maior o gradiente textural, maior será a suscetibilidade a erosão. Esses perfis também estão em posições da vertente com maior declividade (P1 = 8% e P2 = 15%), o que intensifica essa limitação. Nesse caso, a suscetibilidade a erosão é natural e pode ser intensificada ou não, em função do manejo. Por exemplo, com práticas culturais que expõem a superfície do terreno à ação direta das gotas de chuva, o processo erosivo pode ocorrer com maior intensidade.

Considerando a erosão como principal limitante da utilização agrícola, a recomendação de culturas perenes, que por sua vez minimizam o revolvimento do solo e adicionam constantemente resíduos vegetais protegendo a superfície do solo, surge como importante estratégia. Em P1, apesar do gradiente textural, o relevo suave, permite o cultivo de culturas anuais, contudo, práticas conservacionistas como cultivo em curva de nível e manutenção da cobertura morta devem ser intensificadas.

No terço inferior, na área do Planossolo (P3) a deficiência de oxigênio é uma das principais limitações, em função do horizonte subsuperficial, restringir o fluxo interno de água. O horizonte Bt plânico, possui permeabilidade lenta, apresenta cores acinzentadas devido a condição de drenagem imperfeita. Em função do lento fluxo interno de água, podendo ocorrer deficiência de oxigênio, especialmente nas épocas de maior precipitação pluviométrica. Nesse caso, a maior limitação será para culturas perenes em comparação as anuais, sendo recomendado apenas espécies adaptadas a essas condições. Em função dos possíveis encharcamentos, a área de ocorrência desses solos não é indicada, para o plantio de frutíferas de maior porte, como citros e goiaba, além de espécies florestais como eucalipto, devido a sensibilidade dessas espécies as condições de anaerobiose.

Nesse solo à presença de horizontes de textura mais arenosa (A e E), favorece uma baixa capacidade de troca catiônica e retenção de água. Adicionalmente, também em função da textura arenosa, a decomposição da matéria orgânica é rápida e o solo oferece uma menor fixação para as espécies de maior porte, podendo levar ao

tombamento das mesmas.

Em função dessas características, recomenda-se sua utilização com hortaliças em canteiros, no qual o desnível do canteiro em relação a superfície minimiza a deficiência de oxigênio na ocasião de ascensão do lençol freático, nos períodos de maior precipitação pluviométrica. O manejo da matéria orgânica é de fundamental importância, pois favorece tanto o armazenamento de água quanto a retenção de nutrientes.

Para o Gleissolo (P4) situado na área de baixada, as principais limitações envolvem a deficiência de oxigênio, impedimentos à mecanização e riscos de inundação. Nesse caso, devem ser utilizadas culturas adaptadas como arroz e/ou, quando viável, a implantação de sistemas de drenagem ou ainda espécies forrageiras adaptadas ao alagamento sazonal.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos estudados possuem baixa fertilidade natural devido à natureza do material de origem e a condição de clima tropical que intensifica a lixiviação dos nutrientes.

Quanto as limitações agrícolas, o gradiente textural e a declividade nas partes mais altas da vertente (Argissolos), condicionam a maior susceptibilidade a erosão, devendo esses solos serem cultivado com culturas perenes associada a práticas conservacionistas.

A textura muito arenosa no terço inferior (Planossolo) propicia baixa capacidade de armazenamento de água e retenção de cátions, sendo o manejo da matéria orgânica a principal prática para melhoria dessas limitações.

Na área de baixada (Gleissolo) a principal limitação é a deficiência de oxigênio devido a condição de má drenagem, devendo a área ser recomendada para o uso com culturas adaptadas as condições de anaerobiose ou implantação de sistema de drenagem para a sua utilização.

#### REFERÊNCIAS

ALVARES C.A, STAPE J.L, SENTELHAS P.C, GONÇALVES J.L.M, SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Zeitschrift**; 22: 711-28. 2013.

CAMPOS, M. C. C., RIBEIRO, M. R., DE SOUZA JÚNIOR, V. S., RIBEIRO FILHO, M. R., & DE ALMEIDA, M. D. C. Relações solo-superfície geomórfica em uma topossequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36(2), 325-336, 2012.

DAY, P.R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. In.: BLACK, C. A. (ed.) Methods of soil analysis. Madison: Am. Soc. Agron., pp. 545-567.

FREIRE, L. R. Recomendações gerais. In: FREIRE, L. R. et al. **Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Editora Universidade Rural, Seropédica, 2013. 430 p.

KÄMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa- MG: SBCS. 2012. 343 p.

PASSOS, E.; BIGARELLA, J.J. Superfícies de erosão. In: CUNHA, S.B.; & GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia do Brasil**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 390 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 1995.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7 ed. Viçosa – MG: SBCS. 2015. 100 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G.; (org.). **Manual de métodos de análises de solos**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

WYSOCKI, D. A.; SCHOENEBERGER, P. J.; LAGARRY, H. E. Soil surveys: a window to the subsurface. **Geoderma**, Amsterdam, v. 126, n. 2, p. 167-180, 2005.

YOEMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science Plant Analysis**, n. 19 p. 1467-1476. 1988.