RELAÇÃO SOLO-VEGETAÇÃO EM CAMPOS DE ALTITUDE NA MATA ATLÂNTICA: O CASO DO NÚCLEO CURUCUTU DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR – SUDESTE DO BRASIL

Lucas Gonzaga Santos
Marcos Roberto Pinheiro
Sidneide Manfredini

RESUMO

As fitofisionomias florestais são dominantes no bioma da Mata Atlântica, mas as formações herbáceas e arbustivas também são frequentes e, em alguns casos, formam campos rupestres e de altitude. Um dos exemplos dessas ocorrências está situado no Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar (SP). Neste local, os campos estão em condições altimétricas e climáticas equivalentes às das florestas do entorno, sem que estas avancem sobre os campos e provoquem o seu progressivo desaparecimento. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é verificar se o solo é o fator limitante para o avanço das formações florestais sobre as áreas campestres. Para responder a essa questão, foram realizados três transectos pedo-vegetacionais, percorrendo tanto as formações florestais como as campestres. Ao longo dos transectos, foram levantadas as características morfológicas e químicas dos solos, e as variações na topografia, sendo estabelecidas correlações com as fitofisionomias. Os dados mostram que os solos da área são, predominantemente, rasos, textura franca, extremamente ácidos, lixiviados, e um pouco mais profundos nas florestas que nos campos. Contudo, observou-se em campo que, durante as chuvas, a infiltração da água é rápida e, nas vertentes, dominadas pelos campos, origina um lençol suspenso no contato do horizonte A com C/CR, formando um fluxo lateral rápido, sugerindo que o tempo de permanência da água nesse solo é reduzido. Assim, considera-se que o estresse hídrico e a pequena espessura dos solos são os fatores limitantes para a expansão de florestas sobre as áreas de campos de altitude.

Palavras-chave: campos naturais; solo; mata atlântica; relação solo-vegetação; Parque Estadual da Serra do Mar.

Soil-Vegetation Relation in grassland of the Atlantic Forest: the example of the Curucutu Nucleus of the State Park of Serra do Mar – Southeastern Brazil

ABSTRACT

Grasslands (*campos de altitude*) surrounded by forest phytophysiognomies occur in the Atlantic Forest of the Southeastern Brazil. The *Curucutu* Nucleus of the State Park of *Serra do Mar* (São Paulo State) preserves remnants of these grasslands, located at the same altimetric level as the surrounding forests. In this context, the objective of this study is to verify if soil is restricting the growth of the forests and their progressive expansion to the areas covered by grasslands. Three pedo-vegetation transects were performed in areas covered by (a) forest and grassland, (b) grassland, and (c) forest. Morphological and physical-chemical data of the soils, as well as topographical and vegetation information, were surveyed. In general, the data suggest that the soils of the study area are shallow, loam texture, extremely acidic, leached not only in the forest areas, but also in the grassland zones. However, soils covered by grassland are shallower. In addition, we identify that, during rains, soil infiltration is fast and a water sheet is formed between the A and C or R horizons in the slopes covered by grasslands. Such water flux quickly moves into and through the soil cover laterally, reducing the store water and its availability for use by plants and soil organisms. Thus, the thickness and hydrodynamic behavior of the soil seem to play an essential role in preventing the expansion of forests to grassland areas.

Keywords: grasslands; soil; Brazil's Atlantic Forest; soil-vegetation relation; Serra do Mar State Park

Introdução

O Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), localizado na faixa Atlântica do Estado de São Paulo (Sudeste do Brasil), resguarda importantes remanescentes da Mata Atlântica, um dos conjuntos de ecossistemas com maior biodiversidade do mundo e um dos mais ameaçados, integrando a lista dos 25 hotsposts do mundo (MYERS et al. 2000; SÃO PAULO, 2006). Criado por meio do Decreto n° 10.251 (30/08/1977), o PESM passou a integrar o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) a partir de 18 de Julho de 2000, quando foi proclamada a Lei Federal n° 9.985, que regulamenta o artigo 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII, da Constituição Federal de 1988 (SÃO PAULO, 2006). Segundo a Fundação Florestal, responsável pela administração do parque, o mesmo é uma unidade de conservação de proteção integral e, devido à sua grande extensão territorial, tem sido gerenciado por meio de núcleos administrativos: Cunha, Santa Virgínia, Picinguaba, Caraguatatuba, São Sebastião, Itutinga-Pilões, Pedro de Toledo e Curucutu.

O parque é um instrumento fundamental de conservação do Bioma da Mata Atlântica, na qual predomina especialmente a Floresta Ombrófila Densa. Contudo, embora as fitofisionomias florestais sejam dominantes, a Mata Atlântica abriga outros tipos de vegetação, como as formações campestres que ocorrem principalmente no Núcleo Curucutu do PESM. Neste local, em meio às típicas formações florestais, ocorrem campos de altitude, situados entre as cotas altimétricas de 750 e 850 m, nível topográfico inferior ao dos demais campos da Mata Atlântica (GARCIA, 2003; GARCIA e PIRANI, 2005; MOFFATO, 2005).

Geralmente, os campos naturais são classificados como rupestres ou de altitude. De acordo com Ribeiro e Freitas (2010), ambos se caracterizam por mosaicos de tipologias vegetais bem definidas, em altimetrias superiores a 900 m na Serra do Espinhaço e 1500-2000 m nas Serras do Mar e Mantiqueira, apresentando grande variedade de espécies tanto na escala local como regional, além de inúmeros relictos e endemismos. Embora campos de altitude e rupestres apresentem muitas semelhanças fisionômicas e ecológicas, apresentam diferenças florísticas e de substrato sobre os quais se formam (CAIAFA e SILVA, 2005): os campos rupestres ocorrem predominantemente sobre quartzitos e arenitos, enquanto que os de altitude se estendem majoritariamente sobre granitos e migmatitos (MOCOCHINSKI e SCHEER, 2008).

Particularmente, a origem dos campos de altitude é complexa e, segundo Safford (1999), estaria relacionada ao final do Pleistoceno, período em que o clima era mais seco e frio que o atual no sudeste da América do Sul. Nesse contexto, a extensão das áreas cobertas pelos campos seria maior que a atual, passando a ocupar zonas muito mais restritas a partir da retomada das condições mais

quentes e úmidas, durante o Holoceno (BEHLING, 2002; BEHLING e LICHTE, 1997 ; BEHLING et al. 1998). Os campos de altitude do Núcleo Curucutu do PESM são exemplos claros dessa dinâmica, considerando que existem inúmeras ilhas ou encraves de vegetação campestre em domínios de formações florestais. Isso suscita questões sobre as razões pelas quais as fitofisionomias florestais não avançaram sobre essas zonas residuais de campos, causando o desaparecimento destas. São Paulo (2006) e Scarano (2002) associam a permanência desses campos a fatores isolados ou combinados que limitariam o crescimento das florestas, sendo os principais: afloramentos rochosos, solos rasos e pouco férteis, grande amplitude térmica, variação de umidade, presença de neblina e exposição ao vento.

Dentre as variáveis mencionadas, destaca-se o solo como um dos elementos abióticos que mantém o vínculo mais próximo com a biodiversidade, devido ao seu papel condicionante para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies vegetais por meio do suporte mecânico e nutricional (TORRES et al. 1997; LIMA et al. 2003; MARTINS et al. 2003; ROSSI et al. 2005; MANFREDINI et al. 2008). Nesse contexto, o presente trabalho busca verificar se o solo e seus atributos morfológicos e químicos de fato influenciam na distribuição da vegetação no Núcleo Curucutu do PESM, limitando o crescimento da vegetação de maior porte e, assim, possibilitando o desenvolvimento das formações campestres.

Área de Estudo

A área de estudo está situada no Núcleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar, unidade de conservação localizada no extremo sul do município de São Paulo (Sudeste do Brasil), abrangendo ainda os territórios de Juquitiba, Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande (**Figura 1**). Os encraves de campos naturais (**Figura 2**), que envolvem a questão central desta pesquisa, estão entre as latitudes 23°58’16’’S e 24°00’02’’S e longitudes 46°40’11’’W e 46°45’28’’W.

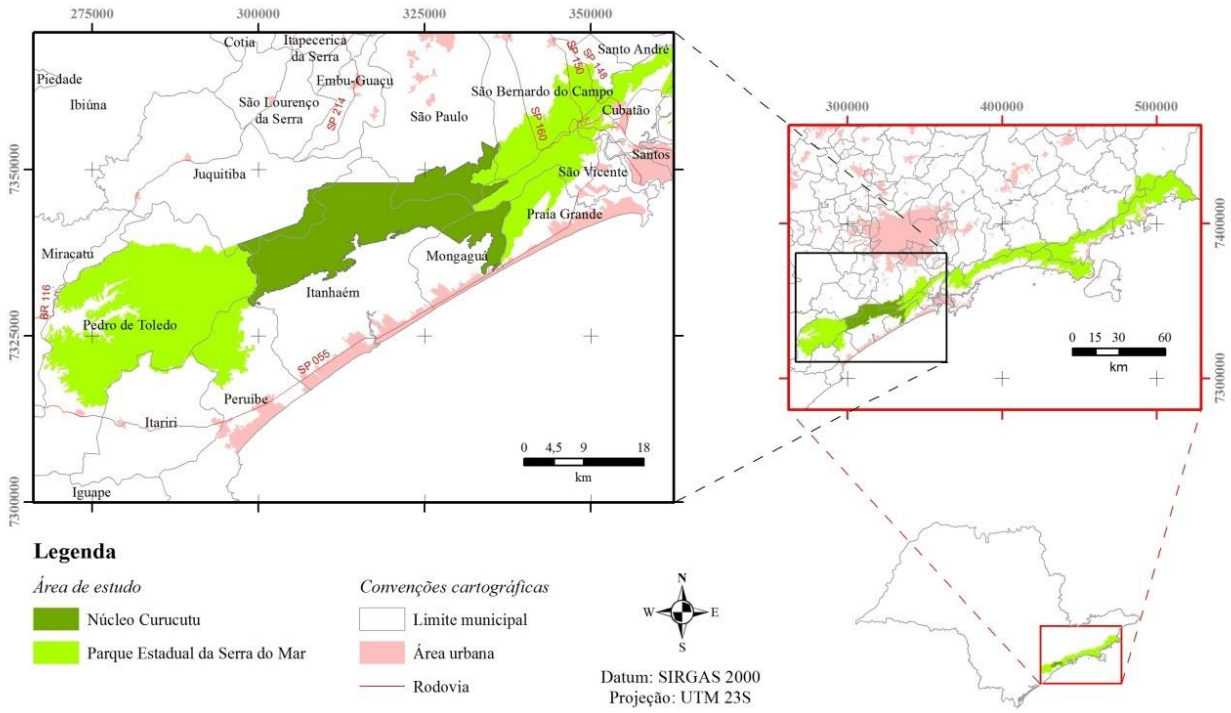


Figura 1: Localização da área de estudo



Figura 2: Vista geral dos campos de altitude do Núcleo Curucutu do PESM. **Fonte:** Disponível em: SÃO PAULO. Parque Estadual da Serrado Mar, 2016. http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/atrativo/campos-nebulares/. Acesso em 28/02/16.

Os campos naturais (**Figura 2**) da região do Curucutu são classificados como campos de altitude ou alto-montanos (GARCIA, 2003). Contudo, segundo este autor, estes campos apresentam flora mais pobre quando comparados aos campos de altitude de outras regiões da Mata Atlântica, provavelmente devido à pequena área ocupada por eles no Curucutu, altitude mais baixa dessa região e condições climáticas tropicais. Nesse contexto, Novais (2023) considera que a área está no Domínio Climático Tropical Ameno, com temperatura média do mês mais frio entre 15° e 17,9°C, sem influência da Zona de Convergência Intertropical. O autor indica, ainda, que, no nível do Subtipo climático, a área se enquadraria no Subtropical úmido meridional, do Planalto Paulistano.

Com relação às características do meio físico da região, destaca-se o predomínio de relevo de morros e morrotes de dissecações variadas, além de escarpas, destacando-se a Serra do Mar, feição geomorfológica orientada na direção NE-SW e ENE-SSW, esculpida sobre rochas do embasamento cristalino Pré-Cambriano por um sistema de drenagem fortemente controlado por estruturas tectônicas brasilianas, em parte reativadas durante o Cenozoico (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998; PERROTA et al. 2005), como a falha de Cubatão. No Curucutu, particularmente, essas formas de relevo foram esculpidas sobre migmatitos e gnaisses graníticos, além de pequenos depósitos quaternários compostos por aluviões, geralmente associados aos canais de drenagem mais importantes (COUTINHO, 1980; BISTRICHI, 1981).

O avanço da pedogênese sobre esses materiais dá origem a solos de baixo a médio grau de desenvolvimento, especialmente Neossolos Litólicos (RL) e Cambissolos Háplicos (CX) nas encostas e topos de interflúvio, e Neossolos Flúvicos (RY) nos fundos de vale em que há deposição de sedimentos fluviais (OLIVEIRA et al. 1999; ROSSI e KANASHIRO, 2017). Esse modesto grau de desenvolvimento do solo está relacionado não apenas às elevadas declividades de grande parte da área, como também ao elevado índice pluviométrico, cujos acumulados anuais médios são superiores a 2000 mm (ARCOVA et al. 2020), derivando uma intensa morfogênese.

Materiais e Métodos

Para realizar o presente trabalho, primeiramente, foi feito um levantamento bibliográfico e cartográfico dos materiais já produzidos sobre a área de estudo, o que serviu de referencial para definir qual é a lacuna de conhecimento a ser preenchida por este trabalho. Com base nas cartas planialtimétricas (GEGRAN, escala 1:10000, folha SF-23-Y-C-VI-4-SO-E) e fotografias aéreas pancromáticas 1:25.000 (Prospec S.A., 1962), bem como imagens de satélite mais recentes disponíveis no software Google Earth, foram estabelecidos 3 transectos ou catenas, tal como

definido por Milne (1935), que percorreram tanto formações florestais como os campos de altitude: Transecto (A-B): mata e campo; Transecto (C-D): campo; Transecto (E-F): mata.

Ao longo desses transectos foram levantadas as principais características morfológicas dos solos em 19 pontos. As descrições e coletas foram feitas de acordo com Santos et al. (2015), em trincheiras e com materiais obtidos por sondagem a trado holandês.

As amostras coletadas foram enviadas para o Laboratório de Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), para a realização de análises químicas de fertilidade, contemplando os atributos acidez (pH $CaCl_2$ e H+Al), teor de matéria orgânica (M.O.), macronutrientes (P, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}), micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn) e os cálculos de SB, CTC, V%. Os resultados das análises foram interpretados de acordo com Prezotti e Guarçoni (2013) e Sobral et al. (2015), e enquadrados no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al. 2018), permitindo classificar os solos até o nível de subordem (2° nível).

Por fim, foram elaborados os perfis topográficos, com base nas cartas planialtimétricas, sobre os quais foram plotadas as localizações das diferentes fitofisionomias, mata e campo, e os pontos de descrição e coleta de solos. Procurou-se, assim, identificar se as características pedológicas seriam determinantes para a ocorrência e grau de desenvolvimento das espécies vegetais da mata e dos campos de altitude (TORRES et al. 1997; LIMA et al. 2003; MARTINS et al. 2003; ROSSI et al. 2005). Salienta-se que, embora tenham sido observadas em campo questões gerais sobre a vegetação, não foi realizado levantamento florístico. As informações sobre a vegetação foram obtidas essencialmente a partir de dados secundários, extraídos da literatura (e.g. LIMA et al. 2003; GARCIA, 2003; GARCIA e PIRANI, 2005; SÃO PAULO, 2006).

Resultados

Os solos mais comuns no Núcleo Curucutu do PESM são Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos, Latossolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Flúvicos (**Figura 3A**). Esse contexto geral é bastante semelhante ao verificado na escala local, nos transectos, cuja localização em meio às diferentes fitofisionomias está expressa na **Figura 3B**. Em campo, foram descritos Neossolos Litólicos, Neossolos Flúvicos e Cambissolos Háplicos em dezenove pontos de observação, situados ao longo dos diferentes transectos, a saber: AB: pontos 1 a 8; CD: pontos 10 a 15; EF: 16 a 20. As características principais desses solos serão apresentadas a seguir.

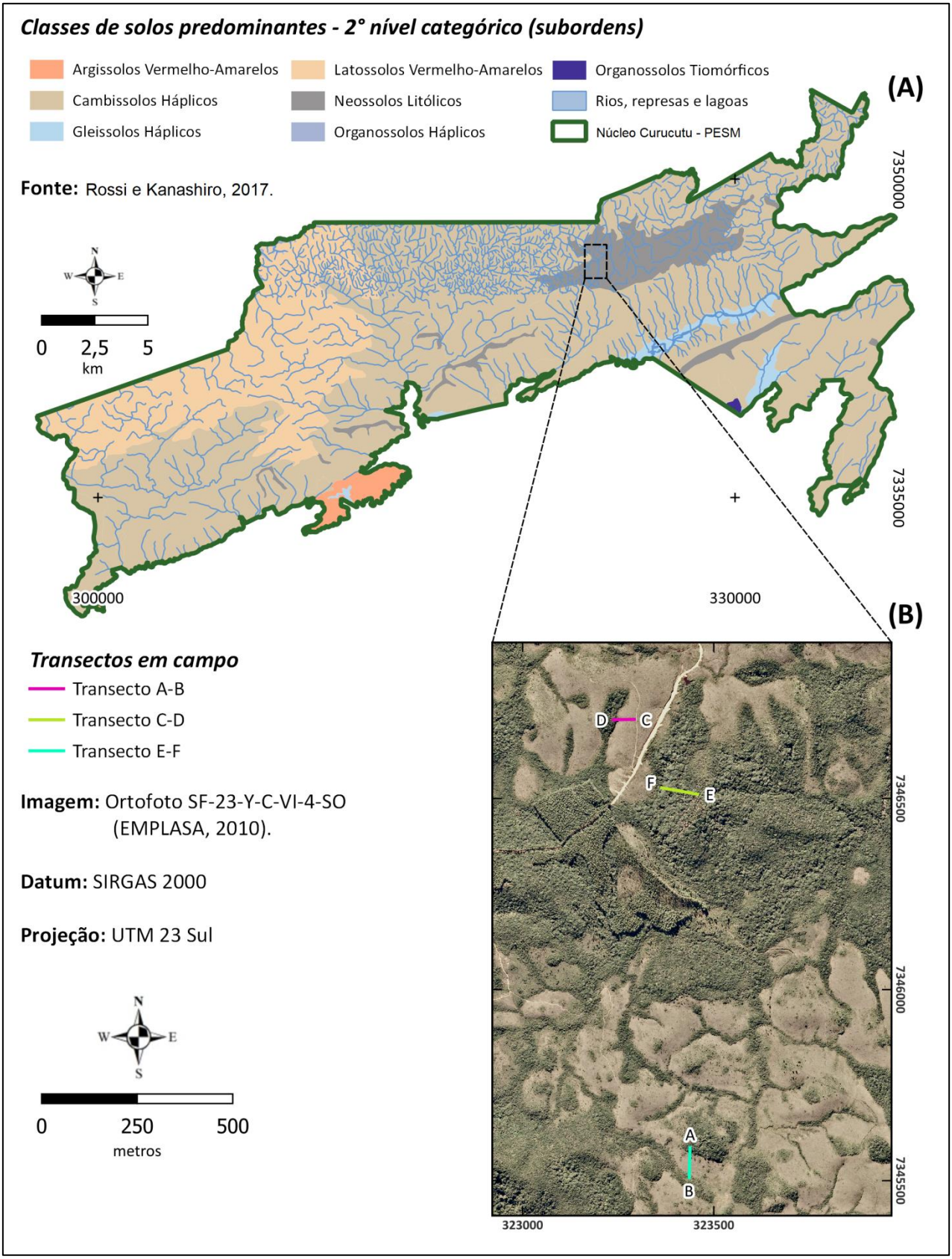

Classes de solos predominantes - 2° nível categórico (subordens)
Argissolos Vermelho-Amarelos
Latossolos Vermelho-Amarelos
Organossolos Tiomórficos
Cambissolos Háplicos
Neossolos Litólicos
Rios, represas e lagoas
Gleissolos Háplicos
Organossolos Háplicos
Núcleo Curucutu - PESM
Fonte: Rossi e Kanashiro, 2017.
(A)
7350000
7335000
300000
330000
0 2,5 5
km
(B)
Transectos em campo
Transecto A-B
Transecto C-D
Transecto E-F
Imagem: Ortofoto SF-23-Y-C-VI-4-SO (EMPLASA, 2010).
Datum: SIRGAS 2000
Projeção: UTM 23 Sul
D
C
F
E
A
B
7346500
7346000
7345500
323000
323500
0 250 500
metros

Figura 1: (a) Mapa de solos do Núcleo Curucutu do PESM e (b) Ortofoto com a localização dos transectos estudados em meio às diferentes fitofisionomias.

O transecto A-B (**Figuras 4 e 5**) está situado em um morrote com cobertura florestal no topo e formações campestres da alta à baixa vertente. A mata apresenta porte arbóreo baixo (5 a 6 m de altura), com dossel aberto, sendo notável a presença de epífitas, além de alguns indivíduos de araçá (*Psidium cattleianum*), canela-do-curucutu (*Ocotea curucutuensis*) e palmeira-juçara (*Euterpe edulis*). Nos campos, predominam gramíneas, mas registrou-se a invasão de alguns indivíduos jovens de *Pinus spp*, que geralmente são cortados pelos funcionários do parque, como forma de manejo e conservação dos campos de altitude.

Neste transecto A-B foram realizadas descrições e coletas de solos em oito pontos (**Figura 4 e Tabela 1**). Do topo à média vertente, os solos são rasos (Neossolos Litólicos - RL), bruno-amarelados, textura franca a franco-siltosa (ambas com cascalho), e com profundidade que não ultrapassa cerca de 40 cm, quando se dá o contato com a rocha pouco alterada. A partir do ponto 6, onde se verifica uma ruptura de declive convexa, os solos se tornam franco-argilo-siltosos com cascalho (horizonte Bi) a franco-siltosos (horizontes C e CR) e mais espessos, atingindo cerca de 70 cm de profundidade. Mais a jusante, no ponto 7, a vertente passa a ser côncava e o solo atinge a profundidade de até 120 cm, assumindo cor variegada (2.5Y 6/6 e 2.5Y 6/1) e textura franco-siltosa no horizonte C. No sopé da encosta (ponto 8), cuja forma permanece ligeiramente côncava, o solo passa a ser cinza, arenoso, não pegajoso e não plástico, e apresenta 90 cm de profundidade. Destaca-se, ainda, a quantidade elevada de micas nos solos dos pontos 1 e 4, além de cascalhos e calhaus de rocha e couraças ferruginosas nos pontos 1 a 5.

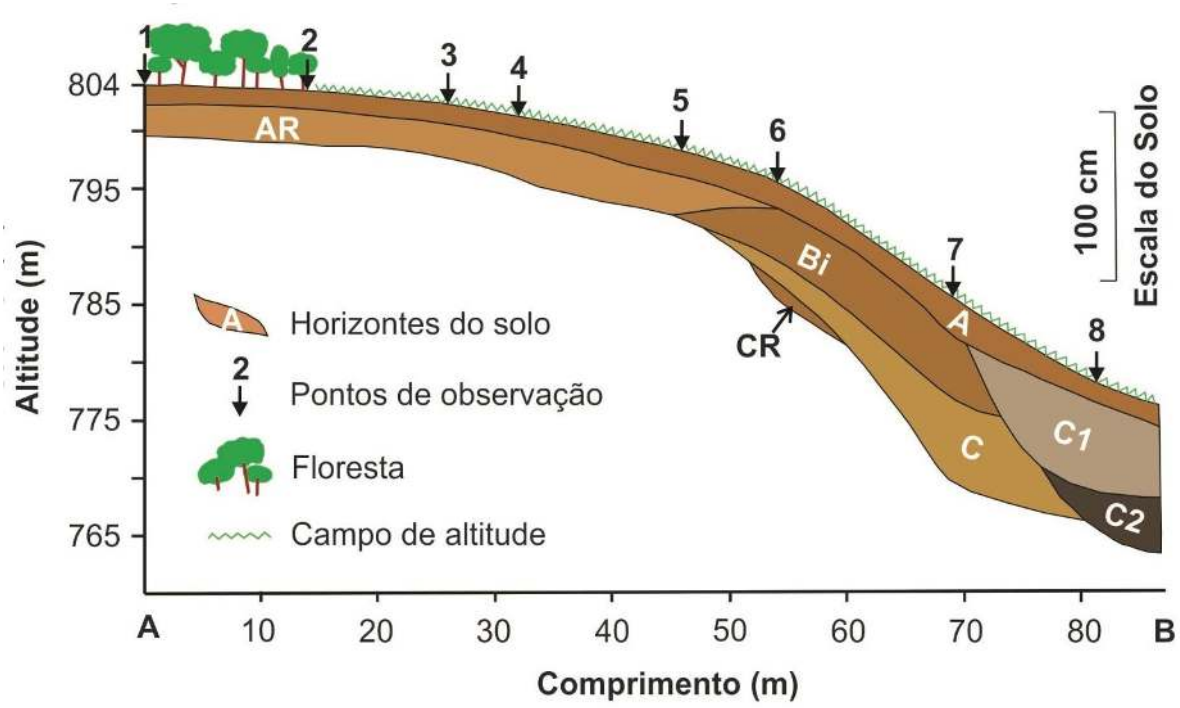


Figura 2: Transecto A-B: perfil topográfico, cobertura vegetal e pedológica



Figura 3: Vista (ângulo de visada: N20E), a partir do ponto de coleta 5, da vertente sobre o qual foi feito o Transecto A-B

Tabela 1: Descrição morfológica dos solos do Transecto A-B

Descrição morfológica do solo – Transecto A-B								
Tipo de Uso: Floresta – Campo de Altitude								
Forma da vertente	**Ponto**	**Solo**	**Horizonte**	**Prof. (cm)**	**Cor (úmida)**	**Textura**	**Consistência molhada**	
							Plasticidade	**Pegajosidade**

Convexa	1	RL	A	0-10	10YR 5/8	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			AR	10-30		Franca com cascalho		
	2	RL	A	0-10	10YR 5/8	Franca com cascalho	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			AR	10-30				
	3	RL	A	0-10	10YR 5/8	Franca com cascalho	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			AR	10-30	10YR 6/6			
	4	RL	A	0-15	10YR 6/3	Franco-siltosa com cascalho	Ligeiramente plástica	Pegajosa
			AR	15-40	10YR 5/8			
	5	RL	A	0-10	10YR 5/8	Franca com cascalho	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			AR	10-40		Franco-argilo- siltosa	Plástica	Pegajosa
Convexa (ruptura)	6	CX	A	0-15	10YR 5/8	Franca	Ligeiramente plástica	Pegajosa
			Bi	15-50		Franco-argilo-siltosa com cascalho	Plástica	
			C	50-60	10YR 5/8	Franco-siltosa	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			CR	60-70	10YR 5/6			
Côncava	7	CX	A	0-30	10YR 5/8	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			Bi	30-70	10YR 5/6			
			C	70-120	Variegada: 2.5Y 6/6 (50%) 2.5Y 6/1 (50%)	Franco-siltosa		
	8	RY	A	0-10	10YR 4/2	Franca	Não plástica	Não pegajosa
			C1	10-50	10YR 5/1	Arenosa		
			C2	50-90	10YR 3/1			

Em relação às características físico-químicas **(Tabela 2)**, observa-se que os solos são extremamente ácidos (pH <4,3) e muito lixiviados, apresentando níveis baixos de quase todos macro e micronutrientes, destacando-se apenas os valores médio a elevados de Fe, especialmente no horizonte A do topo do morro, cerca de 78 mg.dm·³, onde há também um valor médio (11 mg.dm·³) de P, acima do encontrado em toda a área. Com relação ao teor de M.O., os valores são baixos, exceto no topo, sob floresta, e em um ponto isolado da média encosta (Ponto 3).

Tabela 2: Dados físico-químicos dos solos – Transectos A-B, C-D e E-F

Dados Físico-Químicos do Solo																
Transecto	**Ponto e Horizonte**	**pH $CaCl_2$**	**g.dm·³**	**mg.dm·³**	**mmolc.dm·³**						**%**	**mg.dm·³**				
			M.O.	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**H+Al**	**SB**	**CTC**	**V**	**B**	**Cu**	**Fe**	**Mn**	**Zn**
AB	**1/A**	4,1	15	11	0,4	<1	<1	38	0,4	38,4	1	0,1	<0,4	78	0,7	0,8
	2/A	4,1	9	2	0,3	<1	<1	28	0,3	28,3	1	0,09	<0,4	34	0,6	0,5
	3/A	4,1	16	3	0,5	<1	<1	28	0,5	28,5	2	0,11	<0,4	51	3,4	0,5
	7/C	4	7	2	0,6	<1	<1	28	0,6	28,6	2	<0,1	<0,4	23	<0,5	0,3
CD	**10/A**	3,9	13	3	0,4	<1	<1	25	0,4	25,4	2	0,1	<0,4	40	<0,5	0,4
	11/AC	4	13	2	<0,2	1	<1	25	1,2	26,2	5	0,13	<0,4	19	<0,5	0,4
	12/C	4	12	2	0,5	2	<1	25	2,5	27,5	9	<0,1	<0,4	23	<0,5	0,4
	15/AC	4,2	7	2	0,5	<1	<1	28	0,5	28,5	7	<0,1	<0,4	14	<0,5	0,3

EF	**16/BC**	4	9	1	0,4	1	<1	38	2,4	40,4	9	0,21	<0,4	44	<0,5	0,1
	17/BC	3,7	11	2	0,5	<1	<1	42	1,5	43,5	11	<0,1	<0,4	118	<0,5	0,2
	19/BC	3,9	15	1	0,5	<1	<1	58	1,5	59,5	15	0,17	0,4	122	<0,5	1,5

O transecto C-D encontra-se sobre um morrote com campos do topo até o terço médio da vertente, a partir do qual há uma mata de galeria que se estende até o canal fluvial situado na base da encosta (**Figuras 6 e 7**). A mata de galeria apresenta dossel aberto e porte arbóreo baixo, com habitual ocorrência de epífitas.

Nesta vertente foram realizadas observações do solo em 6 pontos, cujas localizações estão assinaladas na **figura 6**. No topo do morrote, o modelado de relevo é suavemente convexo e os solos são bastante rasos (Neossolos Litólicos), não ultrapassando 40 cm de profundidade até o ponto 11. São solos bruno-amarelados, eventualmente mais claros, textura franca a franca com cascalho, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajosos, apresentando aumento de pegajosidade apenas no horizonte AR do ponto 11, ainda que a classe textural não mude. Nos pontos 12 e 13, situados no trecho médio da vertente, setor em que a declividade se acentua, o manto de alteração alcança até 100 cm de espessura (Cambissolos Háplicos), especialmente quando o modelado passa a ser côncavo, apresentando sequência vertical de horizontes A-Bi-C1-C2. Contudo, embora sejam solos mais espessos, os demais atributos morfológicos pouco diferem dos setores a montante, destacando-se apenas o aumento discreto da pegajosidade e plasticidade, e a cor variegada dos horizontes BC (10YR 5/6, 10YR 6/1, 2.5YR 5/8) e C2 (10YR 5/6, 5R 7/6). Na base da vertente, há uma segunda ruptura convexa e aumento expressivo da declividade à medida que se aproxima do canal fluvial. Essa mudança se reflete também no solo, que passa a ser ligeiramente mais amarelado (10YR 6/8) e delgado, com profundidade não ultrapassando 50 cm, nível em que a textura passa a ser franco-siltosa. Chama a atenção a elevada quantidade de silte e areia fina neste ponto.

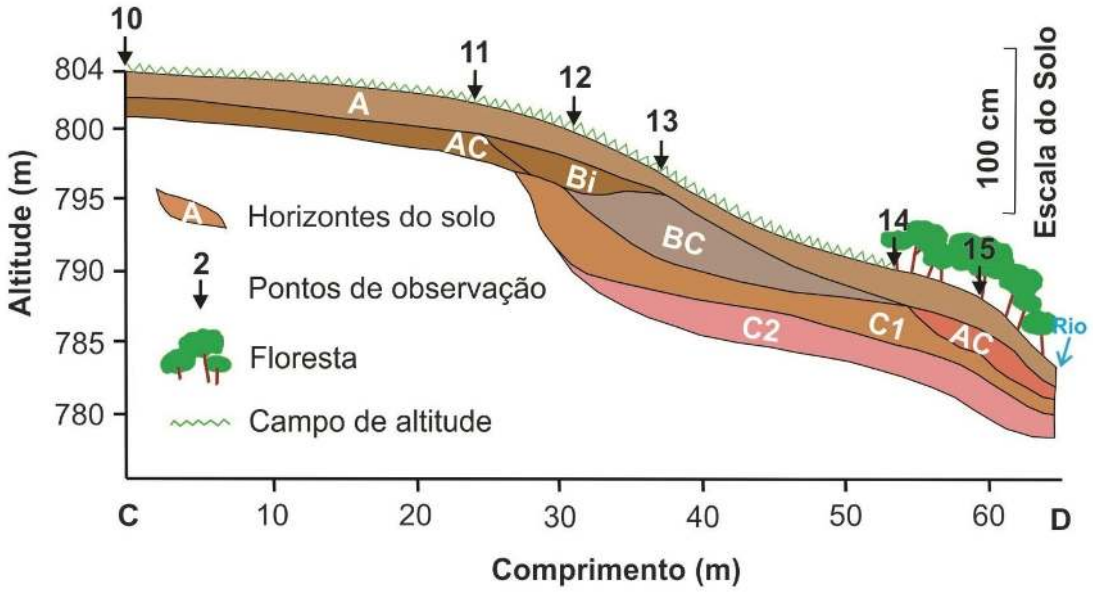


Figura 4: Transecto C-D: perfil topográfico, cobertura vegetal e tipos de solo



Figura 5: Vista N30W do topo da vertente (primeiro plano) coberta por campos de altitude, objeto de estudo do Transecto C-D

Tabela 3: Descrição morfológica dos solos do Transecto C-D

Descrição morfológica do solo – Transecto C-D								
Tipo de Uso: Campo de Altitude								
Forma da Vertente	**Ponto**	**Solo**	**Horizonte**	**Prof. (cm)**	**Cor (úmida)**	**Textura**	**Consistência molhada**	
							Plasticidade	Pegajosidade
Suav	10	RL	A	0-20	10YR 6/3	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa

			AR	20-30	10YR 6/4	Franca com cascalho		
	11	RL	A	0-20	10YR 6/4	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			AR	20-40	10YR 5/6	Franca com cascalho		Pegajosa
Convexa (ruptura) e Côncava	12	CX	A	0-20	10YR 6/4	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			Bi	20-40	10YR 5/6			
			C1	40-90	7.5YR 6/6		Plástica	Pegajosa
	13	CX	A	0-10	10YR 6/4	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			BC	10-60	Variegada: 10YR 5/6 (45%) 10YR 6/1 (50%) 2.5YR 5/8 (5%)		Plástica	Pegajosa
			C1	60-80	10YR 5/6			
			C2	80-100	Variegada: 10YR 5/6 (50%) 5R 7/6 (50%)			
Fortemente Convexa	14	RL	A	0-20	10YR 6/8	Franca	Ligeiramente Plástica	Pegajosa
			AC	20+	Variegada 10YR 6/8 (40%) 2.5YR 5/8 (30%) 10YR 6/1 (30%)	Franco-siltosa	Plástica	
	15	RL	A	0-20	Variegada: 10YR 4/2 (70%) 2.5Y 6/6 (30%)	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
			AC	20-40	Variegada: 10YR 6/8 e 5R 7/6		Plástica	Pegajosa
			C	40-50	5R 7/6	Franco-siltosa		

Com relação aos parâmetros físico-químicos (**Tabela 2**), verifica-se que os solos do transecto C-D são extremamente ácidos, com pH entre 3,9 e 4,2, e lixiviados, destacando-se apenas as quantidades de ferro, que variam de 14 a 40 mg.dm^{-3}, sendo o topo do morrote o setor em que este micronutriente é mais comum. Além disso, são solos com baixa quantidade de matéria orgânica, ainda menor que no transecto anterior, e CTC considerada como média, ligeiramente menor que na primeira área.

O transecto E-F está localizado em um morrote coberto apenas por formações florestais (**Figuras 8 e 9)**, compostas de indivíduos de porte arbóreo de 8 a 10 m de altura e dossel aberto. A vertente estudada tem cerca de 160 m de comprimento, significativamente mais longa que a dos transectos A-B e C-D, cujos comprimentos aproximados são de 90 e 70 m, respectivamente, mas o modelado de relevo e as amplitudes altimétricas são semelhantes.

No topo do morrote, as formas são suavemente convexas, sendo sustentadas por solos (**Tabela 4**) ligeiramente mais profundos (Cambissolos Háplicos) que os das áreas anteriores, alcançando 70 cm de profundidade na base do horizonte BC. Além disso, são solos com cores mais brunadas (7.5YR 4/4), argilo-siltosos, pegajosos e plásticos. A partir dos pontos 17 e 18, em modelado de transição de suavemente convexo para retilíneo, os materiais passam a ser bruno-amarelados a amarelo-brunados de textura franca, ligeiramente plásticos e ligeiramente pegajosos, características ainda compatíveis com um horizonte BC. No ponto 19, situado em setor côncavo na meia vertente, o solo passa a ser bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2), com textura mais grossa que nos dois pontos anteriores, argilo-arenosa, consistência molhada plástica e pegajosa, e espessura de até 100 cm na base do BC. No ponto 20, em trecho suavemente convexo que se estende até o canal fluvial, os Cambissolos Háplicos dão lugar aos Neossolos Flúvicos cinza escuros de textura franca, plásticos e pegajosos, que se estendem até 100 cm de profundidade sem variações morfológicas signficativas. Ao longo da sequência como um todo, não se verificou a presença de horizonte A, possivelmente decapitado.

Tal como nos dois transectos iniciais, os solos que integram o transecto E-F são extremamente ácidos e lixiviados, chamando a atenção apenas a elevada concentração de ferro da meia encosta até o sopé da vertente, onde o valor chega a 122 mg.dm·³. A concentração de matéria orgânica é baixa em grande parte da vertente, alcançando o patamar de médio (15 g.dm·³) apenas no ponto 19, em trecho côncavo do relevo. Destaca-se, por fim, a CTC elevada desses solos, variando de 40,4 no topo do transecto a até 59,5 no ponto mais a jusante. São valores significativamente superiores aos das sequências A-B e C-D.

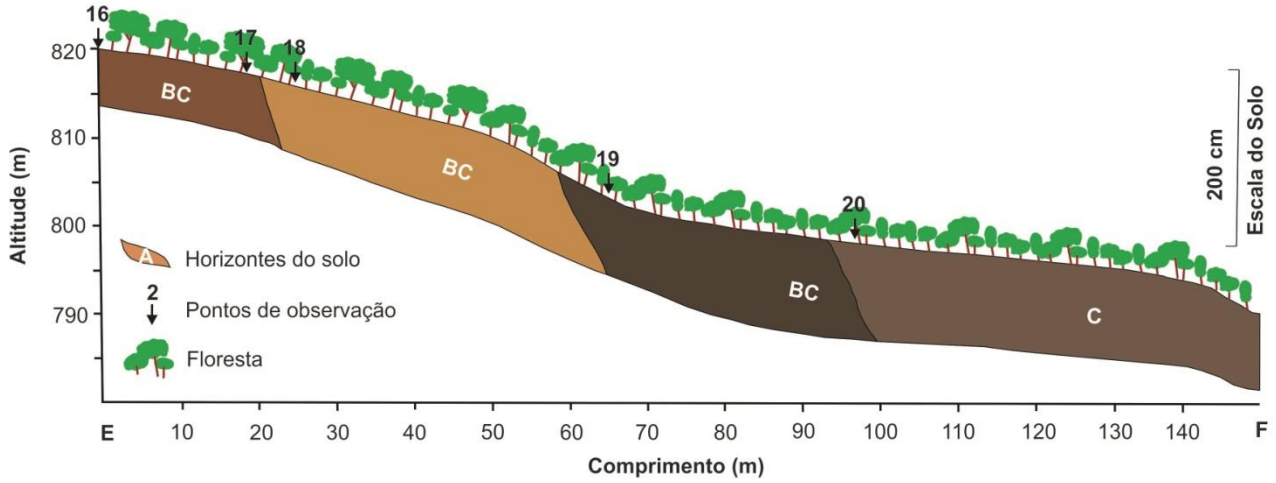


Figura 6: Transecto E-F: perfil topográfico, cobertura vegetal e tipos de solo

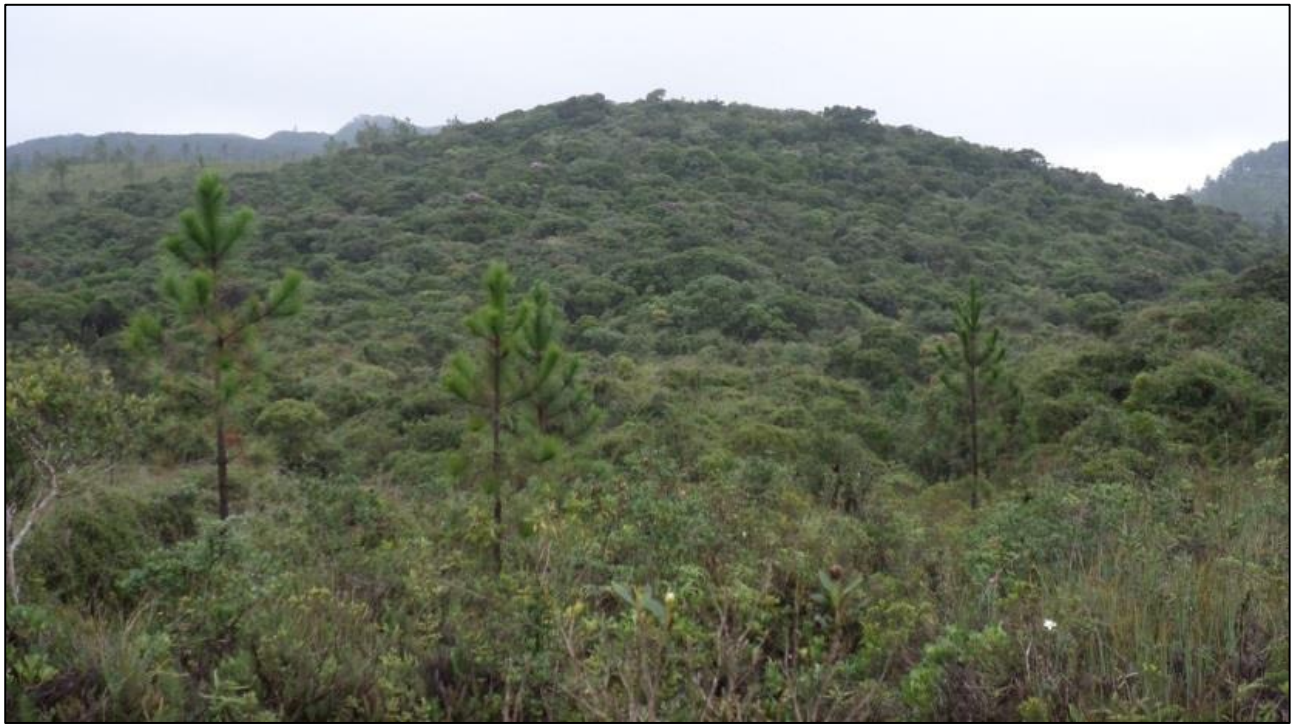


Figura 7: Vista N80E do morrote sobre o qual foi realizado o Transecto E-F

Tabela 4: Descrição morfológica dos solos do Transecto E-F

Descrição morfológica do solo – Transecto E-F								
Tipo de Uso: Floresta								
Forma da Vertente	**Ponto**	**Solo**	**Horizonte**	**Prof. (cm)**	**Cor (úmida)**	**Textura**	**Consistência molhada**	
							Plasticidade	Pegajosidade
Suavemente Convexo	16	CX	BC	0-70	7.5YR 4/4	Argilo-siltosa	Plástica	Pegajosa
Retilíneo	17	CX	BC	0-60	10YR 6/6	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
	18	CX	BC	0-60	10YR 5/6	Franca	Ligeiramente plástica	Ligeiramente pegajosa
Côncavo	19	CX	BC	0-100	10YR 3/2	Argilo-arenosa	Plástica	Pegajosa
Suavemente Côncavo	20	RY	C	0-100	10YR 4/1	Franca	Plástica	Pegajosa

Discussões

Os resultados apresentados demonstram que os solos dos transectos estudados são predominantemente rasos e pouco desenvolvidos, textura franca a franco-siltosa, com cascalho, pouco férteis e extremamente ácidos, com pH médio de 4 e desvio padrão muito baixo, inferior a 0,15, valores compatíveis com os encontrados por Rossi e Queiroz Neto (2001) nos solos da Bacia do Guaratuba (Bertioga – SP), na região da Serra do Mar. Para estes autores, essas características dos solos são resultado do clima úmido e quente que contribui para uma intensa lixiviação.

As análises químicas **(Tabela 2)** não evidenciaram grandes diferenças no potencial edáfico entre os solos que sustentam os campos e as matas. De forma geral, os solos apresentam caráter distrófico, com baixa saturação em bases (<16%) e concentração média de matéria orgânica baixa (12 g.dm·³) na maior parte dos transectos. Esses valores são esperados para a cobertura pedológica da Mata Atlântica, considerando que os estudos de solos já realizados nela (e.g. ROSSI e KANASHIRO, 2017; RIBEIRO FILHO et al. 2018; SANTOS e MANFREDINI, 2018; DIOGO FILHO e QUEIROZ NETO, 2020; MENDES et al. 2023) em diferentes fitofisionomias, apontam resultados semelhantes.

As concentrações dos macronutrientes e micronutrientes foram, no geral, também baixas, com exceção apenas do Ferro (Fe), que apresentou teor médio de 51,45 mg.dm·³. A alta concentração deste elemento no complexo sortivo indica dinâmica atual muito intensa deste elemento, que se expressa na paisagem na forma de concreções ferruginosas nos solos dos campos de altitude (**Figura 10**). RIZZINI (1997) afirma que estas precipitações do Fe são mais comuns em áreas de vegetação aberta. Sendo assim, as áreas de formações campestres são locais preferenciais para a precipitação do Fe. Contudo, cabe ressaltar que, em locais recobertos por formações florestais, como no ponto 19, também podem ocorrer acumulações elevada de ferro. Neste caso particular, onde se verificou 122 mg.dm·³ do micronutriente, considera-se que a elevada concentração de ferro provavelmente está associada à forma do modelado, côncavo, favorável à deposição e concentração de fluxos hídricos responsáveis pelo transporte do micronutriente.



Figura 8: Couraça ferruginosa encontrada no solo dos campos da Transecto A-B

Embora os atributos morfológicos (**Tabelas 1, 3 e 4**) e físico-químicos (**Tabela 4**) dos solos dos três transectos sejam muito parecidos, verificou-se que os solos das áreas de campo são mais rasos que os das florestas. A única exceção é o topo do transecto A-B, cujo solo tem espessura de apenas 30 cm na floresta e não apresenta mudança de profundidade quando comparado ao do campo adjacente, ainda que a transição entre essas fitofisionomias seja abrupta. Nos demais transectos, observa-se que os solos das áreas de florestas têm espessura maior ou igual a 60 cm, independentemente da morfologia da vertente, enquanto os solos dos campos de altitude só apresentam espessuras mais elevadas a jusante das rupturas convexas do terço médio das vertentes ou das concavidades abaixo delas.

A pequena profundidade dos solos restringe o volume a ser explorado pela planta, para o desenvolvimento do sistema radicular e, consequentemente, a disponibilidade de água e nutrientes, especialmente de indivíduos arbóreos, pois as gramíneas apresentam um sistema radicular mais superficial, sendo mais tolerantes a solos pobres nutricionalmente (RESENDE et al. 2002). Nesse contexto, a baixa fertilidade dos solos da área de estudo é um dos fatores limitantes prováveis ao estabelecimento da floresta sobre as áreas de solos rasos dos campos, uma vez que apenas solos um pouco mais espessos poderiam compensar a falta de nutrientes. Contudo, a situação mencionada acima, de floresta sobre solos rasos no topo do transecto A-B, sugere que a disponibilidade de água talvez seja um fator limitante ainda mais importante à expansão da floresta,

uma vez que a baixa declividade do topo faz com que a água não escoe tão rapidamente, aumentando o seu tempo de residência mesmo num solo delgado. Isso explicaria também o fato dessa vegetação florestal não conseguir se expandir para o campo adjacente, onde a declividade é ligeiramente mais alta e provavelmente o escoamento é maior e mais rápido, o que diminuiria o tempo de residência da água no solo.

Embora não tenham sido feitas medidas de infiltração e escoamento da água, observou-se, em campo, de forma qualitativa, o comportamento da água durante um evento de chuva de 18,6 mm (dados da estação meteorológica SINDA/INPE de código 30890, localizada na sede do PESM Curucutu) em menos de 1 hora nas áreas de campo do Transecto C-D: considerando a textura predominantemente franca dos solos, verificou-se que a água infiltra rapidamente no horizonte A e, ao atingir o horizonte C ou a rocha, cerca de 30 cm de profundidade, forma um lençol suspenso que escoa lateralmente, carregando partículas em suspensão e solução. Poucas horas após a chuva, não mais se observou o lençol de água no contato do *solum* com os horizontes C ou R, e, cerca de 24h após o evento, o solo já estava completamente seco. Ainda que essas observações sejam limitadas e precisem ser validadas por medidas de campo, é possível supor que a situação relatada indique a existência de estresse hídrico nesses solos rasos, o que, possivelmente mais do que a baixa fertilidade, dificulta o estabelecimento de indivíduos arbóreos nos solos dos campos. Essa inferência é reforçada por estudos demonstrando que, mais do qualquer outro fator, o estresse hídrico, ainda que sazonal, limita o desenvolvimento da vegetação (SAM et al. 2000; SHAO et al. 2008), inclusive de espécies típicas da Mata Atlântica (MORATELLI et al. 2007; TEIXEIRA, 2020; MEDEIROS, 2022), o que sugere que a hipótese aqui exposta é plausível, ainda que precise ser validada.

Finalmente, o cruzamento do levantamento florístico do Núcleo Curucutu com as listas de espécies fito-indicadoras de características particulares dos solos (MEIRELES e RUPP, 2005; PEREIRA e MELO, 2008) assinalou a ocorrência da carqueja (*Baccharis spp*) e do capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*) nos campos. A primeira espécie indica a presença de solos que retêm água estagnada na estação chuvosa e são pobres em molibdênio e cálcio, além de eventualmente apresentarem camada impermeável entre 60 e 120 cm de profundidade A última espécie, frequente nos campos locais (GARCIA, 2003), é uma indicadora da presença de camada impermeável e pequena profundidade, coincidindo com o padrão de solos encontrado nas formações campestres.

Conclusões

O comportamento hidrodinâmico dos solos provavelmente exerce um papel essencial para a evolução e manutenção dos campos de altitude do Núcleo Curucutu do PESM. De maneira geral, em ambas as fitofisionomias os solos se manifestaram como rasos, pouco desenvolvidos, textura franca, distróficos, ácidos, baixo teor de matéria orgânica e de nutrientes, com exceção do Fe, que esteve em grande concentração em todos os pontos analisados. A CTC, de média a elevada em todos os transectos, está associada a pequenas acumulações pontuais de M.O. e, principalmente, à quantidade de argila mais elevada no transecto E-F.

A principal diferença encontrada foi a profundidade efetiva dos solos, que eram mais rasos nas áreas dos campos. Essa diferença de espessura provavelmente age como um limitador do desenvolvimento da vegetação de maior porte, pois a presença do horizonte R em pouca profundidade restringe o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e diminui a capacidade de infiltração e retenção da água, provocando um rápido saturamento do perfil, formando escoamentos subsuperficiais e superficiais que erodem o solo. Além disso, a baixa competência de infiltração e retenção da água torna os solos mais suscetíveis ao déficit hídrico, fenômeno que as espécies campestres estão mais adaptadas a superar.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Curucutu e seus funcionários, por todo o apoio recebido durante a realização dos trabalhos de campo. Além disso, manifestamos a nossa gratidão para o editor do BPG e os revisores anônimos, cujas críticas e sugestões ajudaram a aprimorar este trabalho.

Referências

ARCOVA, F. C. S., RANZINI, M., DE CICCO, V., & GALVANI, E. Repartição da chuva em floresta nebular montana na Serra do Mar. Revista *Brasileira de Climatologia*, 27, 789-810. 2020.

ALMEIDA, F.F.M., CARNEIRO, C.D.R. Origem e Evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, 28:135–150. 1998.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol*. 177 (1), 19–27. 2002. http://dx.doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00349-2.

BEHLING, H., LICHTE, M. Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical *Southeastern Brazil. Quat. Res.* 48 (3), 348–358, 1997. http://dx.doi.org/10.1006/qres.1997.1932.

BEHLING, H., LICHTE, M., MIKLOS, A.W. Evidence of a forest free landscape under dry and cold climatic conditions during the last glacial maximum in the Botucatu region (São Paulo State), southeast Brazil. *Quat. South Am. Antarct. Penins*. 11, 9–110, 1998.

BISTRICHI, C.A. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981. 2 mapas. Escala 1:500 000.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Composição florística de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. *Rodriguésia*, Rio de janeiro, v. 56, n. 87, p. 163-173, 2005.

COUTINHO, J. M. V. *Carta geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo*. São Paulo: Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo Secretaria dos Negócios Metropolitanos, 1980. 2 mapas. Escala 1:100 000.

DIOGO FILHO, G. J., e QUEIROZ NETO, J. P. Biogenic structures in soils under a primary Atlantic Rain Forest in SE-Brazil. *Revista do Departamento de Geografia*, 40, 26-39. 2020. https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.164903

GARCIA, R. J. F. *Estudo florístico dos campos alto-montanos e matas nebulares do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Curucutu, São Paulo, SP, Brasil*. Tese (Doutorado em Botânica). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GARCIA, R. J. F.; PIRANI, J. R. Análise sobre a interferência antrópica na origem dos Campos do Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo. *Paisagem Ambiente: ensaios, São Paulo*, n. 20, p.131-151, 2005. (Disponível em: http://www.revistas.usp.br/paam/article/view/40232/. Acesso em 29/12/17, 20:23).

GRUPO EXECUTIVO DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO (GEGRAN). Folha SF-23-Y-C-VI-4-SO-E *In*: Sistema Cartográfico Metropolitano da Grande São Paulo. escala 1:10000.

LIMA, J. A. S., MENEGUELLI, N. A., GAZEL FILHO, A. B., & VIDAL PÉREZ, D. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38 (1), 109–116. 2003. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000100015

MANFREDINI, S.; PINHEIRO, M. R.; JUSTINIANO, E. F.; SARTORELLO, R.; FURLAN, S. A. Levantamento utilitário dos solos em unidades de conservação. *In*: Encontro Internacional Geografia: Tradições e Perspectivas. Anais do Encontro Internacional Geografia: Tradições e Perspectivas, São Paulo, 2008. (Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/262336274_Levantamento_Utilitario_dos_Solos_em_Unidades_de_Conservacao/. Acesso em 29/12/17, 20:32).

MARTINS, S. V.; SILVA, N. R. S; SOUZA, A. L.; NETO, J. A. A. M. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n° 64, p. 172-181, 2003. (Disponível em: http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr64/cap15.pdf/. Acesso em 29/12/17, 20:36).

MEDEIROS, R. L. S. D. *Estresses abióticos na germinação de sementes e no desenvolvimento de mudas florestais*. Jaboticabal, 2022. Tese (doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp. 98f.

MEIRELES, L. R. & RUPP L. C. *Cartilha Agricultura Ecológica – princípios básicos*. Centro Ecológico. 2005.

MENDES, B. T. F. A., PINHEIRO, M. R., BARRETTO, E. H. P., BARREIROS, A. M., FURQUIM, S. A. C., & VILLELA, F. N. J. Impacts of Slash-and-Burn Cultivation on the Soil and Vegetation of the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. *Human Ecology*, 655-669, 2023.

MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping, particularly for east African soils. *Soil Research*, 4: 183-198. 1935.

MOCOCHINSKI, A. Y.; SCHEER, M. B. Campos de altitude na serra do mar paranaense: aspectos florísticos. *Floresta*, v. 38, n. 4, 625-640, 2008.

MOFATTO, M. *Estudo multi/interdisciplinar de reconstrução da vegetação e clima do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Curucutu, São Paulo, SP, no Quaternário tardio*. Piracicaba, 2005. Dissertação de Mestrado, Centro de Energia Nuclear na Agricultura/Universidade de São Paulo, Piracicaba. 150f.

MORATELLI, E. M.; COSTA, M. D.; LOVATO, P. E.; SANTOS, M.; PAULILO, M. T. S. Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de Tabebuia avellanedae Lorentz ex Griseb Bignoniaceae. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 555-566, 2007.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403(6772): 853-858, 2000.

OLIVEIRA, J. D., CAMARGO, M. D., ROSSI, M., & CALDERANO FILHO, B. *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 4 mapas. Escala 1: 500 000.

NOVAIS, G. T. *Unidades Climáticas do Estado de São Paulo: das zonas climáticas aos subtipos*. 2023. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30371.68648

PERROTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; GARCIA, M.G.M.; LACERDA FILHO, J.V. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*, escala 1:750.000. Programa Geologia do Brasil – PGB, CPRM, São Paulo. 2005.

PEREIRA, W.; MELO, W. F. Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças. *Circular Técnica, Embrapa Hortaliças*. Brasília 2008.

PREZOTTI, L. C., & GUARÇONI, A. M. *Guia de interpretações de análise de solo e foliar*. Vitória, ES: Incaper. 2013. 104 p.

RESENDE, M.; LANI, J. L.; REZENDE, S. B. Pedossistemas da Mata Atlântica: considerações pertinentes sobre a sustentabilidade. *Revista Árvore*, Viçosa, v.26, n.3, p.261-269, 2002. (Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622002000300001&script=sci_abstract&tlng=pt/. Acesso em 29/12/17, 20:28).

RIBEIRO FILHO, A. A.; ADAMS, C. ; MANFREDINI, S. ; MUNARI, L. C. ; SILVA JR, J. A. ; IANOVALI, D. ; BARBOSA, J. M. ; BARREIROS, A. M. ; Neves, W.A. Dynamics of the soil fertility in quilombola shifting cultivation communities of the Atlantic Rainforest, Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Ciências Naturais*, v. 13, p. 79-106, 2018.

RIBEIRO, K.T.; FREITAS, L. Impactos potenciais das alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. *Biota Neotropica*, v. 10, p. 239-246, 2010.

RIZZINI, C. T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997.

ROSSI, M.; QUEIROZ NETO, J. P. Relações solo/paisagem em regiões tropicais úmidas: o exemplo da Serra do Mar em São Paulo, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 14, p. 11-23, 2001. (Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_14/RDG14_Queiroz.pdf/. Acesso em 29/12/17, 20:37).

ROSSI, M. e KANASHIRO, M. M. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado*. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. V.1. 118p. (inclui Mapas)

ROSSI, M., MATTOS, I. D. A., COELHO, R. M., MENK, J. R. F., ROCHA, F. T., PFEIFER, R. M., & DeMARIA, I. C. Relação solos/vegetação em área natural no Parque Estadual de Porto Ferreira, São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, 17(1), 45-61. 2005.

SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos II. Macro and mesoclimate of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of tropical Andes and Costa Rica. *Journal of Biogeography*, Oxford, v. 26, p. 713-737, 1999.

SAM, O., JERÉZ, E., DELL'AMICO, J., & RUIZ-SANCHEZ, M. C. Water stress induced changes in anatomy of tomato leaf epidermes. *Biol Plant*, v. 43, n. 2, p. 275-277, 2000.

SANTOS, H. D., JACOMINE, P., ANJOS, L., OLIVEIRA, V., LUMBRERAS, J., COELHO, M., ... & OLIVEIRA, J. *Sistema Brasileiro de classificação de solos*. 5ª edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS R.D, SANTOS H.G, KER J.C, ANJOS L.H.C, SHIMZU S.H. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 7 ed. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa. 2015. 92 pp.

SANTOS, S. S. V.; MANFREDINI, S. A Técnica do Perfil Cultural na Identificação de Modificações Físicas e Químicas de Solos sob Cultivo de Palmito Pupunha (Bactris gasipaes Kunth) em Iporanga-SP, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, p. 79-92, 2018.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. *Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Mar*. São Paulo: Instituto Florestal, 2006. (Disponível em: http://fflorestal.sp.gov.br/pagina-inicial/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-pe-serra-do-mar/. Acesso em 29/12/17, 20:47).

SCARANO, F.R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany*, 90, p. 517 – 524, 2002. (Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4240375/. Acesso em 29/12/17, 20:44).

SHAO, H. B., CHU, L. Y., JALEEL, C. A., & ZHAO, C. X. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *C R Biol*, v. 331, n. 3, p. 215-225, 2008.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. V.; SILVA, A. J.; ANJOS, J. L. Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos. Embrapa Tabuleiros Costeiros, *Documentos* 206. 2015. 13p.

TEIXEIRA, M.V.J. *Respostas ecofisiológicas de Dimorphandra wilsonii Rizzini aos estresses hídrico e luminoso*. Florestal/MG, 2020. Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, Universidade Federal de Viçosa. 45 f.

TORRES, R. B.; MARTINS, F. R.; KINOSHITA, L. S. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brasil. *Revista brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 20, n.1, p.41-49, 1997. (Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041997000100004/. Acesso em 29/12/17, 20:46).

Sobre os autores / autoras

Lucas Gonzaga Santos. Email: lucas_gonzagas@hotmail.com

Marcos Roberto Pinheiro. Possui graduação em Geografia pela Universidade de São Paulo (2004), além de mestrado (2009) e doutorado (2014) em Ciências (área de concentração: Geografia Física) pela mesma instituição. Atualmente é especialista de nível superior do Laboratório de Pedologia do DG - FFLCH - USP e tem experiência na área de Geomorfologia e Pedologia, atuando principalmente nos seguintes temas: morfotectônica, mapeamento geomorfológico, levantamento de solos e fotointerpretação. https://orcid.org/0000-0002-0864-2441. Email: m3279574@usp.br

Sidneide Manfredini. Possui graduação em Agronomia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal (1974), mestrado pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (1977) e doutorado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas pela Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (1983). Atualmente é professor assistente doutor da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em pedologia, atuando principalmente na área das relações solo-planta-atmosfera, solo-relevo e solos urbanos. https://orcid.org/0000-0003-2588-495X. Email: sidmanfredini@usp.br