

Correlações entre características do solo e da vegetação na Ilha do Cardoso, Cananeia, Brasil

 Marcos Mecca Pinto^{1,2,4},  Ivor Bergemann de Aguiar³,  João Giudice-Neto² e  Sérgio Valiengo Valeri³

Como citar: Pinto, M.M., Aguiar, I.B., Giudice-Neto, J. & Valeri, S.V. 2025. Correlações entre características do solo e da vegetação na Ilha do Cardoso, Cananeia, Brasil. Hoehnea 52: e462024, 2025. <https://doi.org/10.1590/2236-8906e462024>.

ABSTRACT - (Correlations between soil and vegetation characteristics in Cardoso Island, Cananeia, Brazil). In the Atlantic Forest of Cardoso Island, Brazil southeast, soil samples were collected from five areas, located in restinga (high and low), slope (1 and 2) and lowland forest. The physical and chemical characteristics of the soils were related to the phytosociological variables: Shannon's diversity index (H'), equability (J), average height (h), diameter at breast height (DAP), density (D), basal area. ha^{-1} (AB) and volume. ha^{-1} (Vol). The simple correlation coefficients were determined using analysis of variance and F-tests were carried out. Our results show that there is an increasing gradient of H' , h , DAP, AB and Vol from the restinga forests to the lowland and slope forests, while D decreases in the same direction. Density increases in less fertile soils with lower clay content, while biometric variables and diversity increase in clayey soils with higher fertility. In general, factors that improve soil fertility favor species diversity and decrease equability.

Keywords: Diversity, equability, fertility, Atlantic Forest, phytosociological variables

RESUMO - (Correlações entre características do solo e da vegetação na Ilha do Cardoso, Cananeia, Brasil). Na Ilha do Cardoso, sudeste brasileiro, foram coletados solos de cinco áreas, localizadas em florestas de restinga (alta e baixa), floresta ombrófila densa (FOB) montana (encostas 1 e 2) e FOB Submontana (planície). Suas características físicas e químicas foram relacionadas às variáveis fitossociológicas: índice de diversidade de Shannon (H'), equabilidade (J), densidade (D), altura média (h), diâmetro à altura do peito (DAP), área basal. ha^{-1} (AB) e volume. ha^{-1} (Vol). Coeficientes de correlação simples foram determinados por meio de análises de variâncias e submetidos ao teste F. Os resultados mostram que H' , h , DAP, AB e Vol crescem das florestas de restinga para as de planície e encosta, enquanto D diminui, no mesmo sentido. A densidade foi maior em solos menos férteis enquanto as variáveis biométricas e a diversidade aumentam nos solos argilosos e de maior fertilidade. De modo geral, os fatores que melhoram a fertilidade do solo favorecem a diversidade de espécies e diminuem a equabilidade.

Palavras-chave: Diversidade, equabilidade, fertilidade, Mata Atlântica, variáveis fitossociológicas

Introdução

O efeito dos gradientes ambientais sobre as espécies é o que se chama de filtragem ambiental e pode ser o principal fator da montagem de comunidades de plantas (Lins *et al.* 2021). A presença de tipos vegetacionais com fisionomias homogêneas ou heterogêneas, mas com variações na composição florística, indica a existência de características ambientais peculiares, as quais demandam de investigações para a detecção dos fatores condicionantes dessas diferenças. Em uma

escala local, as propriedades físico-químicas do solo estão entre as principais determinantes da estrutura espacial nas comunidades vegetais nos ambientes tropicais (Keddy 1992, Lortie *et al.* 2004, Peña-Claros *et al.* 2012, Rodrigues *et al.* 2019, Campos *et al.* 2021). O solo tem forte relação com a variação florística e estrutural da vegetação, com influência sobre a distribuição e abundância das espécies arbóreas (Rodrigues 1986). Apesar disso, poucos trabalhos foram desenvolvidos para estudar especificamente as relações do solo com as florestas do Brasil,

1. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor
2. Instituto de Pesquisas Ambientais, Avenida Miguel Stéfano 3687, Bairro da Água Funda, 04301-902 São Paulo, SP, Brasil
3. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, *campus* Jaboticabal. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellanne s/n, 14884-900 Jaboticabal, SP, Brasil
4. Autor para correspondência: meccapinto@gmail.com

principalmente no bioma Mata Atlântica. Desvendar as relações entre a vegetação e sua interação com o solo possibilita compreender melhor a dinâmica e os processos ecossistêmicos, permitindo prever os efeitos das alterações ambientais sobre as comunidades vegetais (Keller Neto & Melo Júnior 2021). Esse conhecimento é importante para subsidiar planos de manejo para a conservação da biodiversidade e para a exploração autossustentada.

No bioma do Cerrado, por exemplo, têm-se observado que a densidade, área basal, altura e diâmetro médios estão relacionados ou são influenciados por diferentes fatores físicos e químicos dos solos (Silva Junior *et al.* 1987, Batista & Couto 1990). Em Uberlândia, Estado de Minas Gerais, Brasil, a saturação de bases correlacionou-se negativamente com a maioria das variáveis de vegetação ao passo que o teor de matéria orgânica teve relação positiva com a densidade, o número de espécies e a área basal (Silva 1992).

Verifica-se que trabalhos com enfoque específico sobre a relação solo vegetação são escassos para a Mata Atlântica. A Ilha do Cardoso, na região sudeste do Brasil, representa uma amostra em escala reduzida de todos os tipos de vegetação ocorrentes na Costa Atlântica do Brasil (Barros *et al.* 1991). Supõem-se que a esses tipos de vegetação devam corresponder diferentes tipos de solos e vice-versa, sendo, portanto, um local relevante para os objetivos deste trabalho, quais sejam correlacionar as características fitossociológicas de cinco áreas de vegetação com as características físicas e químicas do solo.

Material e métodos

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, no município de Cananeia, Estado de São Paulo, Brasil (figura 1). Situado entre os paralelos 25°3'5" e 25°18'18" de latitude Sul e entre os meridianos 47°53'48" e 48°5'42" de longitude Oeste, o parque integra o complexo estuarino-lagunar Iguape-Cananeia-Paranaguá e tem área total de 13.600 hectares, uma das maiores áreas de florestas primárias contínuas do Estado de São Paulo. O clima é classificado como subtropical úmido (Oliva 2001). A precipitação média anual é de 2248,3 mm, sem ocorrência de seca; o maior índice pluviométrico ocorre em março (média de 328,1 mm) e o menor em agosto (80,1 mm); a temperatura média anual é de 21,3 °C com média mensal mais alta em fevereiro (25,1 °C) e mais baixa em julho (17,8 °C) (Moraes

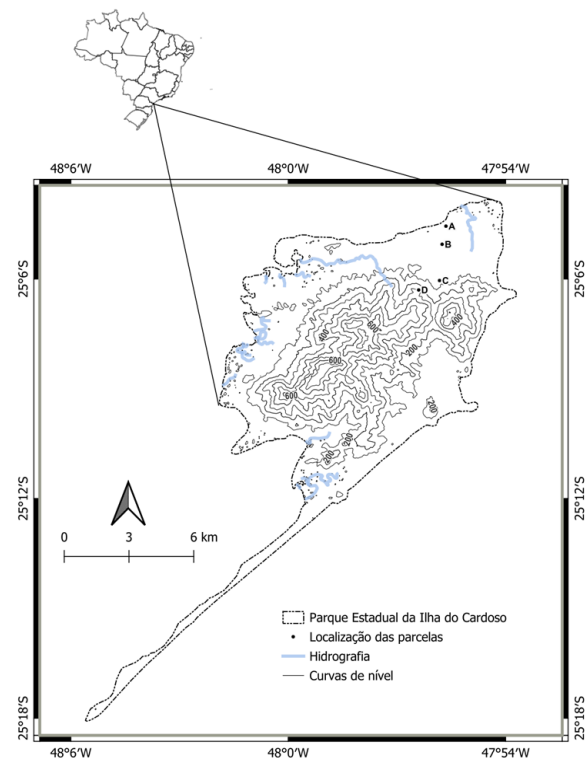


Figura 1. Localização do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia, Brasil. A. Floresta de Restinga baixa. B. Floresta de Restinga Alta. C. Floresta de Planície. D. Floresta de encosta 1 e 2.

Figure 1. Location of Ilha do Cardoso State Park, Cananeia, Brazil. A. Low Restinga Forest. B. High Restinga Forest. C. Lowland Forest. D. Slope Forest 1 and 2.

& Delitti 1996). Cinco áreas na região nordeste do parque foram amostradas em três formações da Floresta Ombrófila Densa (FOB): uma amostra na floresta baixa de restinga ("restinga baixa"); outra na floresta alta de restinga ("restinga alta"); duas áreas na FOB Montana ("encostas 1 e 2") e a remanescente na FOB Submontana ("planície") (figura 1). As nomenclaturas para as florestas baixa e alta de restinga estão de acordo com Brasil (1996) e para as formações Floresta Ombrófila Densa Montana e Submontana segundo IBGE (2012). Os dados originais para o cálculo das variáveis fitossociológicas foram obtidos dos trabalhos de Sugiyama (1993) para as parcelas de restinga, Melo & Mantovani (1994) para as de encosta e Pinto (1998) para a de planície. As estimativas das variáveis fitossociológicas utilizadas estão na tabela 1 e foram calculadas segundo os métodos descritos em Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) e Mateucci & Colma (1982).

Na delimitação das parcelas de amostragens considerou-se a topografia e o tipo de solo, além da fisionomia da vegetação. Em cada área foram

demarcadas quatro parcelas (repetições), obtendo-se 20 unidades amostrais. A dimensão das parcelas foi de: 10×10 m na restinga baixa, totalizando 400 m^2 de área amostrada; 15×15 m e 900 m^2 de área amostrada, na restinga alta; 50×20 m nas encostas 1 e 2 e 8000 m^2 de área; e 80×25 m na floresta de planície, totalizando 8000 m^2 . Segundo Pfeiffer (1982), os solos das florestas de restinga são classificados como solos aluviais e os das florestas de encosta e de planície são litossolos. Pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos correspondem, respectivamente, às categorias Neossolos Litólicos hísticos típicos e Neossolos Quartzarênicos hidromórficos típicos (Embrapa 2006).

A amostragem do solo foi realizada nas mesmas parcelas utilizadas para a amostragem da vegetação. Em cada parcela foi obtida uma amostra composta de solo, a partir de quatro amostras simples, coletada na profundidade de 0-20 cm e outra amostra composta na profundidade de 20-40 cm, utilizadas para as determinações granulométricas e químicas. Para cada profundidade foram determinadas, em laboratório, os teores percentuais de areia total (2,00 a 0,05 mm de diâmetro), de silte (0,05 a 0,002 mm de diâmetro) e de argila ($< 0,002$ mm de diâmetro). A textura foi classificada em arenosa (até 14% de argila), média-arenosa (15-24%); média-argilosa (25-34%); argilosa (35-59%) e muito argilosa ($\geq 60\%$).

As análises químicas foram feitas segundo Raij *et al* (1997). Foram determinados: a) o pH em CaCl; b) o teor de matéria orgânica; c) os elementos químicos P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn e Zn e d) a acidez potencial ($H + Al$). Das análises obtiveram-se a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC) e o índice de saturação de bases (V). As características granulométricas e químicas do solo foram relacionadas ao índice de diversidade de Shannon (H'), à equabilidade (J), à densidade (D), à altura média em metro (h), ao diâmetro à altura do peito (DAP), à área basal por hectare (AB) e ao volume por hectare (Vol). Determinaram-se os coeficientes de correlação entre os dados de solo com as variáveis de vegetação e, por meio de análises de variâncias, testaram-se as significâncias pelo teste F, com 5% e 1% de nível de confiança (Sokal & Rohlf 1995).

Resultados e Discussão

Os resultados das análises químicas dos solos, nas áreas estudadas, estão nas tabelas 2, 3 e 4 e as características físicas estão na tabela 5. Considerando o conjunto das características de fertilidade do solo, verificou-se que as florestas de encosta 1 e 2 e de

planície apresentaram melhores condições físicas e químicas do que as florestas de restinga alta e baixa, para o desenvolvimento da vegetação, principalmente na profundidade de 0-20 cm. Nesses ambientes e nessa profundidade, a soma e a saturação de bases (SB e V) foram maiores que nas florestas de restinga. Concorrentemente, a acidez potencial ($H + Al$) foi menor nas florestas de encosta e de planície e os solos foram classificados em argilosos. Por se tratar de solos rasos (neossolos litólicos) nas florestas de encosta 1 e 2 e de planície, ou extremamente arenosos nas restingas alta e baixa, a dependência da vegetação da camada superficial do solo é mais acentuada.

Em condições de campo, foi possível observar sistemas radiculares com desenvolvimento paralelo e próximos à superfície. Esse fato é facilmente verificado em árvores com o sistema radicular exposto, após tombamento natural, devido à falta de suporte radicular pivotante.

De maneira geral, os solos sob restinga são pobres em nutrientes, arenosos, muito ácidos e com teores variáveis de matéria orgânica, acumulada principalmente no horizonte superficial, embora possam apresentar depósitos acumulados em horizontes mais profundos (Gomes *et al.* 2007, Coelho *et al.* 2012). Esses autores, pesquisando os solos de restinga, também na região nordeste da Ilha do Cardoso, destacam a influência da hidromorfia e da topografia que favorece a formação de bacias e cristas que impedem a drenagem da água e, assim, criam perfis de espessuras variadas em relação ao acúmulo de matéria orgânica na superfície, com alta relação C/N, no limiar entre a imobilização e a mineralização. Nos solos sob floresta de restinga, as raízes das árvores são superficiais, explorando diretamente a camada orgânica (Sugiyama 1993), em função das condições extremamente arenosa e de baixa fertilidade na camada de 20-40 cm. Solos arenosos, de acordo com Brady (1989), têm pouca capacidade de absorção e manutenção de nutrientes, sendo comumente secos e de baixa fertilidade. Assim, a matéria orgânica nos solos sob restinga deve exercer importante função de agregação, favorecendo a granulação e a estabilização do solo. Além disso, a natureza coloidal da matéria orgânica possui alta capacidade de retenção de água e influi no tamponamento dos solos e na capacidade de troca de cátions (Wutke 1972, Brady 1989). Verificou-se a diminuição da porcentagem de areia no sentido da floresta de restinga para a de encosta, ocorrendo o inverso em relação ao silte e a argila, tanto na camada superior como na camada

Tabela 1. Valores médios do índice de diversidade de Shannon (H'), equabilidade (J), densidade (D), altura média em metro (h), diâmetro à altura do peito em cm (DAP), área basal por hectare (AB) e o volume por hectare (Vol) em cinco unidades amostrais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia, SP, Brasil. Entre parêntesis os valores mínimos e máximos observados. N = 20.

Table 1. Average values for Shannon diversity index (H'), equability (J), density (D), average height in meters (h), average diameter at breast height in cm (DAP), basal area per hectare (AB) and volume per hectare (Vol) in five sampling units in the Ilha do Cardoso State Park, Cananeia, SP, Brazil. Minimum and maximum values observed are shown in brackets. N = 20.

Área	H'	J	D	DAP	h	AB	Vol
Floresta de Encosta 1	3,199 (2,776-3,365)	0,816 (0,801-0,832)	1983 (910-2610)	10,9 (9,8-12,6)	8,6 (8,0-9,3)	42,8 (17,8-59,4)	910,2 (382,4-1289,6)
Floresta de Encosta 2	3,337 (3,198-3,514)	0,790 (0,760-0,809)	2733 (2600-3040)	9,8 (8,9-10,7)	7,7 (7,2-8,1)	46,8 (26,2-58,6)	904,1 (387,7-1190,6)
Floresta de Planície	2,949 (2,762-3,101)	0,710 (0,684-0,737)	2684 (2470-3120)	9,7 (9,2-10,2)	7,1 (6,9-7,2)	36,4 (33,0-40,6)	446,7 (386,9-524,3)
Restinga Alta	2,765 (2,613-2,898)	0,859 (0,828-0,924)	5100 (3022-6178)	6,5 (6,2-7,2)	6,4 (6,3-6,4)	25,2 (17,8-29,8)	225,5 (152,3-284,2)
Restinga Baixa	2,238 (2,050-2,387)	0,825 (0,758-0,861)	8150 (7500-9300)	4,9 (4,1-5,5)	4,8 (4,4-5,1)	21,7 (14,3-29,0)	119,9 (72,0-166,5)

inferior, indicando que o gradiente ocorre nas duas profundidades, embora os teores sejam maiores na profundidade de 0 a 20 cm (tabela 5).

Os resultados das características granulométricas do solo (areia, silte e argila), correlacionadas entre si, nas duas profundidades, com as variáveis da vegetação, estão na tabela 6. Observaram-se correlações altamente significativas ($P \leq 0,01$) para a maioria dos casos. Areia, silte e argila correlacionaram-se positivamente entre as duas profundidades, indicando que, para os solos das diferentes fisionomias vegetais, o aumento das porcentagens na camada superior é acompanhado de aumentos na camada inferior, embora apresentando teores menores. Não houve correlações com a equabilidade (J) em nenhum dos casos analisados, indicando que as características granulométricas do solo não tiveram influência quanto a essa variável nas diferentes formações.

Em relação a areia, apenas a densidade (D) mostrou correlação positiva, indicando aumento no número de indivíduos com a elevação do teor de areia. Todas as outras variáveis da vegetação mostraram correlação negativa com a areia, diminuindo com o aumento da sua porcentagem. As correlações das variáveis silte e argila mostraram resultados semelhantes, porém inversos, aos apresentados pela areia, ou seja, nas duas profundidades as correlações foram negativas para a densidade total e positivas para outras variáveis da vegetação. Portanto, o aumento das porcentagens de silte e argila é acompanhado de redução do número de indivíduos por hectare e aumento de valores das outras variáveis analisadas da vegetação.

O teor de argila aumenta da restinga baixa para as florestas de encosta, ao passo que o teor de areia diminui. Conjuntamente, verificou-se que o aumento do teor de argila correspondeu a aumentos dos valores biométricos da vegetação, por outro lado, o aumento no teor da areia correspondeu ao aumento da densidade.

As correlações das variáveis da vegetação com as características químicas do solo estão na tabela 7. Os níveis de interpretação discutidos neste trabalho são os estabelecidos em Raij *et al.* (1997). Os níveis de Mg nas restingas baixa e alta são considerados baixos. Isso pode ser um dos fatores limitantes da diversidade de espécies nessas fisionomias. O teor de ferro também pode ser um fator limitante para H', uma vez que os menores valores desse elemento foram obtidos nas florestas de restinga onde o índice de diversidade é menor, apresentando teores médios

Tabela 2. Valores médios de pH, matéria orgânica (MO) e dos elementos químicos P, K, Ca, Mg e Na dos solos em cinco unidades amostrais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia, SP, Brasil. Entre parêntesis os valores mínimos e máximos observados. N = 20.

Table 2. Average values for pH, organic matter (MO) and P, K, Ca, Mg and Na of the soils in five sampling units in the Ilha do Cardoso State Park, Cananeia, SP, Brazil. Minimum and maximum values observed are shown in brackets. N = 20.

Área	Prof.	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Na
	cm	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mmol. _e .dm ⁻³	mmol. _e .dm ⁻³	mmol. _e .dm ⁻³	mmol. _e .dm ⁻³
Floresta de encosta 1	0-20	4,01 (3,80-4,25)	64,5 (45,8-87,5)	7,4 (4,7-11,7)	1,6 (0,8-2,7)	3,5 (1,2-5,6)	5,9 (2,6-10,0)	1,5 (1,1-1,8)
	20-40	4,04 (3,60-4,70)	40,5 (26,9-50,7)	1,2 (0,9-2,0)	0,8 (0,3-1,5)	2,5 (1,5-3,8)	2,6 (2,0-3,2)	0,9 (0,7-1,2)
Floresta de encosta 2	0-20	3,89 (3,40-4,30)	57,4 (46,4-75,4)	8,9 (5,8-12,3)	1,3 (0,7-2,1)	4,6 (2,0-10,3)	4,6 (3,8-4,9)	1,4 (1,1-1,7)
	20-40	3,89 (3,55-4,25)	31,1 (22,6-43,0)	1,7 (1,1-2,3)	0,9 (0,6-1,3)	1,9 (1,4-2,5)	2,7 (2,3-3,0)	1,2 (0,9-1,4)
Floresta de Planície	0-20	4,54 (4,15-5,40)	49,5 (48,3-50,7)	10,0 (7,3-12,2)	1,9 (1,4-2,8)	6,8 (5,8-8,3)	6,1 (5,0-7,4)	1,2 (1,0-1,5)
	20-40	4,25 (4,15-4,30)	20,9 (18,3-23,8)	1,0 (0,6-1,3)	0,9 (0,8-0,9)	1,6 (1,3-1,8)	3,4 (2,7-4,1)	1,1 (1,0-1,2)
Restinga Alta	0-20	3,44 (3,15-3,75)	80,0 (63,5-91,6)	12,4 (10,2-14,3)	1,5 (1,4-1,5)	2,2 (1,9-2,5)	3,5 (3,2-4,0)	1,4 (0,9-2,0)
	20-40	3,41 (3,30-3,60)	15,3 (12,2-18,3)	1,6 (1,3-1,9)	0,4 (0,3-0,6)	1,2 (0,6-1,6)	1,0 (0,7-1,5)	0,4 (0,2-0,6)
Restinga Baixa	0-20	3,09 (3,00-3,20)	72,8 (58,7-93,5)	11,0 (9,0-13,5)	1,1 (0,9-1,2)	2,2 (1,6-3,7)	2,1 (1,7-2,3)	1,3 (0,9-1,5)
	20-40	3,31 (3,25-3,35)	19,2 (14,6-25,6)	2,0 (1,5-2,8)	0,4 (0,3-0,4)	2,0 (1,6-2,5)	1,0 (0,8-1,2)	0,5 (0,3-0,6)

Tabela 3. Valores médios da acidez potencial (H + Al), soma de bases (SB), Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e saturação de bases (V) dos solos em cinco unidades amostrais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia, SP, Brasil. Entre parêntesis os valores mínimos e máximos observados. N = 20.

Table 3. Average values of potential acidity (H + Al), sum of bases (SB), Cation Exchange Capacity (CTC) and base saturation (V) of the soils in five sampling units in the Ilha do Cardoso State Park, Cananeia, SP, Brazil. Minimum and maximum values observed are shown in brackets. N = 20.

Área	Prof. cm	H + Al	SB mmol _c .dm ⁻³	CTC	V %
Floresta de encosta 1	0-20	122,0 (103,5-134,7)	12,4 (6,3-20,1)	134,3 (123,6-144,2)	9,48 (4,5-16,3)
	20-40	110,6 (88,4-134,7)	6,8 (6,1-8,0)	117,5 (94,5-142,7)	5,90 (4,9-6,6)
Floresta de encosta 2	0-20	154,3 (109,1-216,3)	11,9 (8,1-19,0)	166,2 (120,5-225,5)	7,58 (4,1-11,3)
	20-40	123,9 (79,5-184,7)	6,6 (5,6-7,4)	130,5 (86,9-191,5)	5,53 (3,6-8,5)
Floresta de Planície	0-20	102,6 (88,4-115,0)	15,9 (14,4-19,6)	118,5 (108,9-129,5)	13,58 (11,2-18,1)
	20-40	72,9 (64,4-83,9)	6,9 (6,1-7,9)	79,8 (70,5-90,8)	8,70 (7,6-9,5)
Restinga Alta	0-20	182,8 (115,0-216,3)	8,6 (7,8-9,7)	191,4 (123,3-226,0)	4,73 (3,7-6,7)
	20-40	20,7 (16,4-26,3)	3,0 (2,4-3,6)	23,7 (19,0-29,8)	13,15 (9,2-18,0)
Restinga Baixa	0-20	159,2 (109,1-228,0)	6,6 (5,3-8,3)	165,8 (114,4-234,5)	4,20 (2,8-5,1)
	20-40	28,8 (23,7-40,1)	3,8 (3,1-4,6)	32,6 (26,8-44,7)	11,88 (10,2-14,7)

Tabela 4. Valores médios de Cu, Fe, Mn e Zn dos solos em cinco unidades amostrais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia, SP, Brasil. Entre parêntesis os valores mínimos e máximos observados. N = 20.

Table 4. Average values of Cu, Fe, Mn and Zn in the soils of five sampling units in the Ilha do Cardoso State Park, Cananeia, SP, Brazil. Minimum and maximum values observed are shown in brackets. N = 20.

Área	Prof. cm	Cu	Fe	Mn	Zn
		mg.dm ⁻³			
Floresta de encosta 1	0-20	0,34 (0,19-0,58)	54,1 (42,1-61,4)	80,6 (62,8-100,1)	0,91 (0,82-1,32)
	20-40	0,27 (0,12-0,62)	32,9 (24,8-47,0)	49,5 (29,0-63,6)	0,27 (0,14-0,49)
Floresta de encosta 2	0-20	0,33 (0,10-0,54)	83,8 (54,7-105,2)	46,4 (7,2-86,1)	0,99 (0,66-1,11)
	20-40	0,11 (0,06-0,14)	61,0 (42,5-86,8)	25,0 (3,0-59,7)	0,29 (0,06-0,52)
Floresta de Planície	0-20	0,42 (0,35-0,54)	59,3 (48,9-67,8)	87,9 (75,6-93,2)	1,47 (1,24-1,62)
	20-40	0,11 (0,10-0,14)	27,9 (25,2-30,4)	54,0 (27,8-68,7)	0,46 (0,43-0,51)
Restinga Alta	0-20	0,10 (0,05-0,22)	23,0 (21,6-24,4)	2,1 (1,6-2,8)	1,40 (1,17-1,66)
	20-40	0,04 (0,02-0,08)	4,3 (3,4-4,7)	0,5 (0,2-0,8)	0,40 (0,33-0,44)
Restinga Baixa	0-20	0,28 (0,10-0,53)	28,8 (21,9-33,1)	1,0 (0,8-1,3)	0,82 (0,68-0,90)
	20-40	0,12 (0,09-0,14)	10,1 (7,0-15,7)	1,5 (0,4-2,5)	0,42 (0,38-0,45)

Tabela 5. Valores médios do teor de areia, silte e argila dos solos em cinco unidades amostrais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia, SP, Brasil. Entre parêntesis os valores mínimos e máximos observados. N = 20. Classificação textural, segundo o teor de argila: arenosa - até 14%; média-arenosa - de 15-24%; média-argilosa - de 25-34%; argilosa - de 35-59%; muito argilosa - $\geq$ 60%.

Table 5. Average values for the sand, silt and clay content of soils in five sampling units in the Ilha do Cardoso State Park, Cananeia, SP, Brazil. The minimum and maximum values observed are shown in brackets. N = 20. Textural classification according to clay content: sandy - up to 14%; medium-sandy - 15-24%; medium-clayey - 25-34%; clayey - 35-59%; very clayey - $\geq$ 60%.

Área	Prof. cm	Areia		Silte %	Argila		Textura
Floresta de encosta 1	0-20	21 (15-29)		22 (21-24)	57 (47-62)		Argilosa
	20-40	18 (17-22)		23 (21-25)	59 (53-60)		Argilosa
Floresta de encosta 2	0-20	39 (30-51)		21 (19-25)	39 (29-48)		Argilosa
	20-40	39 (24-55)		18 (14-21)	43 (31-55)		Argilosa
Floresta de Planície	0-20	49 (44-54)		16 (13-19)	35 (33-37)		Argilosa
	20-40	51 (48-55)		15 (14-17)	33 (29-37)		Média-argilosa
Restinga Alta	0-20	92 (92-94)		4 (4-4)	3 (2-4)		Arenosa
	20-40	95 (94-96)		2 (2-2)	2 (2-4)		Arenosa
Restinga Baixa	0-20	92 (90-94)		5 (4-6)	2 (2-4)		Arenosa
	20-40	96 (96-96)		2 (2-2)	2 (2-2)		Arenosa

Tabela 6. Coeficientes de correlação simples e sua significância pelo teste F entre variáveis granulométricas do solo e variáveis da vegetação no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia, SP, Brasil. 0-20 e 20-40: profundidade em cm. H': índice de diversidade de Shannon. J: equabilidade. D: densidade. h: altura média. DAP: diâmetro médio à altura do peito. AB: área basal por hectare. Vol: volume por hectare. * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$.

Table 6. Simple correlation coefficients and their significance by the F-test between granulometric soil and vegetation variables in the Ilha do Cardoso State Park, Cananeia, SP, Brazil. 0-20 e 20-40: depth in cm. H': Shannon diversity index. J: equability. D: density. H: average height. DAP: average diameter at breast height. AB: basal area per hectare. Vol: volume per hectare. * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$.

		0-40	H'	J	D	h	DAP	AB	Vol
Areia	0-20	0,99**	-0,76**	0,39	0,83**	-0,88**	-0,90**	-0,65**	-0,76**
Areia	20-40		-0,78**	0,36	0,82**	-0,87**	-0,89**	-0,65**	-0,78**
Silte	0-20	0,96**	0,80**	-0,39	-0,79**	0,85**	0,88**	0,65**	0,75**
Silte	20-40		0,77**	-0,42	-0,84**	0,85**	0,89**	0,64**	0,76**
Argila	0-20	0,99*	0,76**	-0,38	-0,83**	0,88**	0,90**	0,63**	0,76**
Argila	20-40		0,78**	-0,34	-0,81**	0,87**	0,88**	0,65**	0,78**

e baixos na profundidade de 20-40 cm, embora na camada superior os teores tenham sido altos, mas menores que nas florestas de encosta 1, 2 e da planície. Esses dados refletiram em correlações significativas ($P \leq 0,05$) e altamente significativas ($P \leq 0,01$) entre a diversidade (H') e os teores de Mg e Fe nas duas profundidades.

A correlação observada entre o pH e H' é coerente com o fato de o pH maior ou tendendo para a neutralidade, de forma geral, ser mais favorável ao desenvolvimento das plantas com possível reflexo no maior número de espécies, podendo ainda limitar o desenvolvimento de raízes nas camadas inferiores onde o pH é menor.

O acúmulo de matéria orgânica (MO) observado na superfície de todos os solos analisados pode justificar a correlação significativa e positiva observada com a diversidade de plantas apenas na profundidade de 20-40.

As correlações de H' com a soma de bases (SB), provavelmente, são devidas às diferenças de fertilidade mais pronunciadas entre as duas profundidades, atingindo níveis críticos nos solos de restinga alta e baixa e mais próximos aos exigidos pelas espécies na superfície. Esse fato pode explicar a falta de correlação da diversidade com a CTC e o valor V na camada superior. Na camada de 20-40 cm as correlações foram altamente significativas positivas para o CTC e negativas para V. Ressalta-se que V é um índice relativo, calculado em porcentagem, não representando concentrações ou teores, com resultados superiores nas camadas de 20 a 40 cm nas florestas de

restinga alta e baixa onde os índices de diversidade foram menores e com correlação negativa.

Os teores de Mn apresentaram valores muito altos nas duas profundidades nas florestas de encosta 1, 2 e de planície, que podem justificar a correlação demonstrada com a diversidade de espécie.

Em relação à equabilidade (J), houve correlações negativas em ambas as profundidades para as variáveis pH, SB e Mn. O aumento dessas variáveis provavelmente deve estar favorecendo o desenvolvimento de espécies mais exigentes em relação ao nível de acidez e ao teor desse nutriente, aumentando a sua competitividade em termos de ocupação do espaço. O Mn pode atingir níveis tóxicos para algumas espécies favorecendo aquelas mais tolerantes, permitindo assim a concentração de indivíduos pertencentes a esses grupos.

Na profundidade de 0-20 cm, houve correlações positivas para a MO e H + Al. A presença de maiores quantidades de matéria orgânica na superfície pode ter favorecido a equabilidade. O potássio (K) apresentou correlação negativa com J na profundidade de 20-40 cm, sendo que esta correlação foi verificada na camada de 0-20 cm para o Ca. Correlações altamente significativas e negativas com a equabilidade nas profundidades de 20-40 cm foram obtidas para o Mg, o Na e SB. A acidez potencial (H + Al), um fator considerado prejudicial às plantas, apresentou correlação significativa e positiva com a equabilidade na profundidade de 0-20 cm. O valor V apresentou correlação altamente significativa e negativa com J na profundidade de 0-20 cm, onde esses valores foram mais altos nas florestas de encosta 1, 2 e planície.

Tabela 7. Coeficientes de correlação simples e sua significância pelo teste F entre as características químicas do solo e as variáveis da vegetação no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananeia-SP. Pe: parâmetros edáficos. Pr: profundidade em cm. H': índice de diversidade de Shannon. J: equabilidade. D: densidade. h: altura média. DAP: diâmetro médio à altura do peito. AB: área basal por hectare. Vol: volume por hectare. *P ≤ 0,05, **P ≤ 0,01.

Table 7. Simple correlation coefficients and their significance by the F-test between soil chemical characteristics and vegetation variables in the Ilha do Cardoso State Park, Cananeia-SP. Pe: soil parameters. Pr: depth in cm. H': Shannon diversity index. J: equability. D: density. h: average height. DAP: average diameter at breast height. AB: basal area per hectare. Vol: volume per hectare. *P ≤ 0,05, **P ≤ 0,01.

Pe	Pr	20-40	H'	J	D	h	DAP	AB	Vol
pH	0-20	0,80**	0,47*	-0,75**	-0,66**	0,58**	0,67**	0,47*	0,45*
pH	20-40		0,46*	-0,60**	-0,76**	0,59**	0,71**	0,37	0,44
MO	0-20	-0,12	-0,23	0,59**	0,51*	-0,25	-0,43	-0,27	-0,31
MO	20-40		0,46*	-0,10	-0,56**	0,61**	0,53*	0,16	0,37
P	0-20	0,17	-0,34	0,25	0,49*	-0,38	-0,45*	-0,35	-0,51*
P	20-40		-0,33	0,25	0,49*	-0,48*	-0,55**	-0,39	-0,36
K	0-20	0,66**	0,22	-0,28	-0,28	0,21	0,28	0,33	0,28
K	20-40		0,53*	-0,54*	-0,55*	0,52*	0,59**	0,59**	0,62**
Ca	0-20	-0,09	0,40	-0,54*	-0,41	0,26	0,47*	0,49*	0,39
Ca	20-40		0,24	0,08	-0,13	0,19	0,23	0,19	0,29
Mg	0-20	0,68**	0,55*	-0,43	-0,66**	0,66**	0,69**	0,53*	0,55*
Mg	20-40		0,60**	-0,70**	-0,80**	0,66**	0,78**	0,44	0,48*
Na	0-20	0,07	0,21	0,12	0,05	0,12	-0,01	0,27	0,27
Na	20-40		0,68**	-0,66**	-0,67**	0,59**	0,73**	0,65**	0,65**
H + Al	0-20	-0,13	-0,19	0,48*	0,50*	-0,25	-0,46*	-0,25	-0,31
H + Al	20-40		0,76**	-0,28	-0,68**	0,74**	0,73**	0,53*	0,63**
SB	0-20	0,52*	0,50*	-0,51*	-0,54*	0,46*	0,59**	0,56*	0,51*
SB	20-40		0,67**	-0,60**	-0,75**	0,67**	0,79**	0,57**	0,63**
CTC	0-20	-0,12	-0,14	0,44*	0,46*	-0,21	-0,42	-0,20	-0,27
CTC	20-40		0,77**	-0,30	-0,69**	0,74**	0,74**	0,54*	0,64**
V	0-20	-0,28	0,41	-0,59**	-0,58**	0,42	0,60**	0,47*	0,44*
V	20-40		-0,66**	0,43	0,58**	-0,69**	-0,70**	-0,58**	-0,65**
Cu	0-20	0,13	0,19	-0,43	-0,32	0,28	0,38	0,15	0,16
Cu	20-40		-0,01	-0,11	-0,36	0,36	0,32	-0,16	0,04
Fe	0-20	0,95**	0,71**	-0,38	-0,62**	0,59**	0,66**	0,50*	0,54*
Fe	20-40		0,70**	-0,31	-0,59**	0,57**	0,59**	0,46*	0,54*
Mn	0-20	0,96**	0,51*	-0,65**	-0,75**	0,69**	0,81**	0,50*	0,54*
Mn	20-40		0,42	-0,63**	-0,68**	0,60**	0,70**	0,39	0,45*
Zn	0-20	0,22	0,06	-0,32	-0,18	0,09	0,14	0,04	-0,14
Zn	20-40		-0,40	-0,27	0,32	-0,44	-0,34	-0,05	-0,16

Os resultados obtidos para as correlações dos índices de diversidade (H') e equabilidade (J) indicam que o aumento dos fatores de fertilidade do solo aumenta a diversidade, porém diminuem a equabilidade. Por outro lado, os fatores estressantes

como a toxidez e a acidez elevada diminuem a diversidade de espécies, podendo favorecer a equabilidade.

A densidade (D) apresentou correlações altamente significativas e negativas nas duas profundidades

com o pH, Mg, Fe e Mn. De fato, o aumento nos valores dessas variáveis acompanhou a diminuição do número de indivíduos por hectare. Correlações negativas também foram observadas na profundidade de 20-40 cm em relação à MO, K, Na, H + Al, SB e CTC. Esse resultado também foi obtido para a soma de bases na profundidade de 0-20 cm, porém com correlação significativa. Já em relação a H + Al e CTC, na profundidade de 0-20 cm o resultado foi inverso, ou seja, apresentou correlação positiva, talvez devido ao acúmulo da matéria orgânica na superfície das florestas de restinga alta e baixa (Sugiyama 1993, Rebelo 1994). Em relação à matéria orgânica, as correlações com D foram inversas entre as duas profundidades, ou seja, positiva e significativa na profundidade superior e negativa e altamente significativa na inferior. Esse fato é explicado devido ao acúmulo de matéria orgânica na superfície das florestas de restinga alta e baixa, onde as densidades são maiores devido, segundo Rebelo (1994), a menor velocidade de decomposição da serapilheira em relação às florestas de encosta. O potássio apresentou correlação significativa negativa apenas na profundidade de 0-20 cm.

Em relação à altura média (h) e ao diâmetro à altura do peito (DAP) foram observadas correlações positivas, em ambas as profundidades, para o pH, Mg, SB, Fe e Mn. O aumento das alturas e diâmetros médios acompanham o aumento dessas características de fertilidade do solo.

Resultaram correlações positivas para h e DAP conjuntamente, apenas na profundidade 20-40 cm, a MO, o K, o Na, H + Al e o CTC. A altura e o diâmetro demonstraram correlações negativas nessa profundidade com o P e V.

O Ca apresentou correlação positiva com o DAP apenas na camada superior. A soma de H + Al apresentou correlação negativa na profundidade superior com o diâmetro médio, porém essa correlação foi positiva para o diâmetro e altura média na profundidade inferior, provavelmente porque as espécies das florestas de encosta 1, 2 e de planície sejam tolerantes ou acumuladoras de Al.

A área basal (AB) e o volume (Vol) por hectare refletem, em grande medida, os resultados mostrados para h e DAP, porém, as correlações com as características de fertilidade do solo foram menos pronunciadas.

A área basal apresentou correlações significativas ou altamente significativas e positivas nas duas profundidades com SB e apenas na profundidade

de 20-40 cm com o potássio e o sódio. Correlações significativas e positivas foram obtidas para AB, em 0-20 cm com as variáveis: pH, Ca, Mg, Fe e Mn. Em 20-40 cm, houve correlações significativas e positivas com Mg, H + Al, CTC e Fe.

A variável volume por hectare (Vol) correlacionou-se de forma significativa e positiva nas duas profundidades com o pH, Mg, Fe e Mn. Com o K, Na, H + Al e CTC a correlação foi altamente significativa apenas na profundidade de 20-40 cm. A SB mostrou relações com o Vol, significativas e altamente significativas e positivas nas camadas superior e inferior, respectivamente.

Os micronutrientes Cu e Zn não apresentaram correlações com nenhuma variável da vegetação em nenhuma das profundidades, provavelmente porque estão ajustados às exigências das espécies às condições edáficas locais.

A saturação de bases (V) apresentou correlações aparentemente contraditórias, ou seja, inversas entre as duas profundidades em relação a diversas variáveis. Parece não ser indicador adequado para se obter correlações porque é um valor calculado e depende das proporções da soma de bases e da capacidade de troca de cátions existentes em cada solo.

O fósforo (P) apresentou, de forma geral, correlações inversas ao aumento de diâmetro médio (DAP), da altura média (h) e do volume (Vol), ou seja, ao aumento das variáveis biométricas. A correlação foi altamente significativa e positiva apenas com a densidade, nas duas profundidades. Como elemento essencial às plantas era de se esperar que o P acompanhasse as correlações obtidas por outros elementos essenciais e, assim, os aumentos de seus teores deveriam ser acompanhados de diminuição da densidade e aumento da altura média, do diâmetro médio, da área basal e do volume por hectare. A explicação pode estar relacionada à ciclagem de nutrientes mais rápida na floresta de encosta (Rebelo 1994), fazendo com que o P extraível do solo seja mais rapidamente absorvido pelas plantas ou então fixado pelos solos argilosos das florestas de encosta e planície, resultando em menores teores extraíveis pela resina trocadora de íons.

De forma geral, a influência do K e CTC sobre a vegetação foi verificada apenas na camada de 20-40 cm, provavelmente devido ao fato de na camada superior do solo as condições de fertilidade serem mais homogêneas ou suficientes para atender as exigências das plantas.

A verificação de um gradiente relacionado à diversidade e aos fatores biométricos da vegetação (altura e diâmetro médios, área basal.ha⁻¹ e volume.ha⁻¹) crescente no sentido das florestas de restinga para as florestas de encosta, assim como um gradiente inverso de densidade (número de indivíduos.ha⁻¹) também foi constatado por Pinto (1998) correlacionando as variáveis da vegetação entre si.

Assis *et al.* (2011), na Mata Atlântica de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil, mostraram a menor diversidade de espécies na restinga. Isso está de acordo com os nossos resultados de correlação negativa entre o teor de areia, que prepondera na restinga, e os índices de diversidade.

Deve-se considerar na análise geral os resultados da classificação textural dos solos analisados, indicando que nas duas profundidades estudadas, os solos da floresta de planície foram argilosos, os da floresta de encosta tendem a serem muito argilosos e os das florestas sobre restinga são extremamente arenosos.

Conclusões

Há um gradiente relacionado à diversidade e aos fatores biométricos da vegetação (altura e diâmetro médios, área basal.ha⁻¹ e volume.ha⁻¹) crescente no sentido das florestas de restinga para as florestas de encosta, assim como um gradiente inverso de densidade (número de indivíduos.ha⁻¹). Há uma compensação entre o número de indivíduos e de suas áreas basais e volume.ha⁻¹, da restinga até as florestas de encosta.

A equabilidade não apresentou nenhuma correlação com as características granulométricas do solo e nem com variáveis de vegetação, mostrando-se mais dependente das características químicas do solo, apresentando correlação negativa com pH, Mn, Ca, soma de bases, Mg, Na, V e positiva com a matéria orgânica.

Sinteticamente, houve evidências de que os fatores que contribuem com a melhoria das condições de fertilidade do solo favorecem também a diversidade, porém diminuem a equabilidade. Por outro lado, a acidez mais elevada, condicionada pela matéria orgânica, parece que está relacionada à diminuição da diversidade e ao aumento da equabilidade.

O gradiente de densidade é inverso ao gradiente de fertilidade do solo. Por outro lado, o gradiente dos fatores biométricos (altura e diâmetro médios, área basal.ha⁻¹ e volume.ha⁻¹) acompanha o gradiente de fertilidade do solo.

Os dados indicam a importância das condições de fertilidade do solo para a manutenção da diversidade e do desenvolvimento de um determinado tipo de vegetação.

Esse fato conduz a uma conclusão de ordem prática, de que a recuperação ou manejo sustentado de um determinado tipo de vegetação depende da manutenção ou recuperação de sua fertilidade natural.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto (*In memoriam*), do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ-USP, pelos modelos e cálculos estatísticos e às pesquisadoras Marie Sugiyama e Maria Margarida Rocha Fiuza de Melo, do Instituto de Botânica, por terem cedido os dados quantitativos originais de parcelas de seus trabalhos para fins de comparação.

Contribuição dos autores

Marcos Mecca Pinto - Contribuição substancial na concepção e no planejamento do trabalho de pesquisa; principal executor da coleta de solos e levantamento da vegetação em campo; principal executor das análises estatísticas; contribuição com as análises e as discussões críticas; contribuição na preparação da redação do artigo.

Ivor Bergemann de Aguiar - Orientador do trabalho de pesquisa; contribuição nas análises estatísticas e nas discussões críticas.

João Del Giudice Neto - Contribuição com a coleta de solos em campo; contribuição nas discussões críticas; contribuição na redação do artigo.

Sérgio Valiengo Valeri - Coorientador do trabalho de pesquisa; contribuição nas análises estatísticas e nas discussões críticas.

Conflitos de interesse

Não há conflitos de interesse.

Literatura citada

- Assis, M.A., Prata, E.M.B., Pedroni, F., Sanchez, M., Eisenlohr, P.V., Martins, F.R., Santos, F.A.M., Tamashiro, J.Y., Alves, L.F., Vieira, S.A., Piccolo, M.C., Martins, S.C., Camargo, P.B., Carmo, J.B., Simões, E., Martinelli, L.A. & Joly, C.A. 2011. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. *Biota Neotropica* 11: 103-121.
- Barros, F., Melo, M.M.R.F., Chiea, S.A.C., Kirizawa, M., Wanderley, M.G.L. & Jung-Mendaçolli, S.L. 1991. Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes. In: M.M.R.F. Melo, F. Barros, M.G.L. Wanderley, M. Kirizawa, S.L. Jung-Mendaçolli & S.A.C. Chiea (eds.) *Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso*. Instituto de Botânica, São Paulo, v.1.

- Batista, E.A. & Couto, H.T.Z.** 1990. Influência de fatores químicos e físicos do solo sobre o desenvolvimento da vegetação de cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu, SP. *Revista do Instituto Florestal* 2: 69-86.
- Brady, N.C.** 1989. *Natureza e propriedade dos solos*. Freitas Bastos, Rio de Janeiro.
- Brasil.** 1996. Resolução CONAMA nº 7, de 23-VII-1996. Aprova os parâmetros básicos para análise da vegetação de restinga no Estado de São Paulo. *Diário Oficial da União, Brasília - DF*, 16-VIII-1996. Seção 1, n. 165, pp. 16386-16390.
- Campos, P.V., Schaefer C.E.G.R., Senra, E.O., Viana, P.L., Candido, H.G., Oliveira, F.S., Vale-Júnior, J.F. & Villa, P.M.** 2021. Disentangling fine-scale effects of soil properties as key driver of plant community diversity on Roraima table mountain, Guayana Highlands. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology* 156: 982-993.
- Coelho, M.R., Martins, V.M., Pérez, X.L.O., Vázquez, F.M., Gomes, F.H., Cooper, M. & Vidal-Torrado.** 2012. Micromorfologia de horizontes espódicos nas restingas do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36: 1380-1394.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).** 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Embrapa-SPI, Rio de Janeiro.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).** 2012. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. 2ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro.
- Gomes, F.H., Vidal-Torrado, P., Macias, F., Gherardi, B. & Pérez, X.L.O.** 2007. Solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso (SP). I - Caracterização e classificação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31: 1563-1580.
- Keddy, P.A.** 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *Journal of Vegetation Science* 3: 157-164.
- Keller Neto, L.A. & Melo Júnior, J.C.F.** 2021. Influência dos fatores edáficos sobre comunidades vegetais de um continuum manguezal-florestal ombrófila densa na Baía Babitonga, São Francisco do Sul, SC. *Acta Biológica Catarinense* 8:21-33.
- Lins, L., Silva-Pinheiro, J., Correia, R.A., Endres, L., Malhado, A.C.M., Moura Filho, G., Moura, F.B.P., Justino, G.C.** 2021. Environmental factors driving plant trait distributions in coastal zones of Atlantic Forest. *Rodriguésia* 72: e00142020.
- Lortie, C.J., Brooker, R.W., Choler, P., Kikvidze, Z., Michalet, R., Pugnaire, F.I., & Callaway, R.M.** 2004. Rethinking plant community theory. *Oikos* 107: 433-438.
- Mateucci, S.D. & Colma, A.** 1982. Metodologia para el estudio de la vegetacion. The General Secretariat of the Organization of American States, Washington.
- Melo, M. M. R. F. & Mantovani, W.** 1994. Composição florística e Estrutura de Trecho de Mata Atlântica de Encosta, na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 9:107-158.
- Moraes, R.M. & Delitti, W.B.C.** 1996. Produção e retorno de nutrientes via serapilheira foliar de *Euterpe edulis* Mart. em Mata Atlântica de encosta, Ilha do Cardoso, SP. *Naturalia*, 21:57-62.
- Mueller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley and Sons, New York.
- Oliva, A. (coord.).** 2001. Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso: Fase 2. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Instituto Florestal, Projeto de Preservação da Mata Atlântica, São Paulo. Disponível em <https://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-pe-ilha-do-cardoso/> (acesso em 26-III-2024).
- Peña-Claros, M., Poorter, L., Alarcón, A., Blate, G., Choque, U., Fredericksen, T.S., Justiniano, M.J., Leão, C., Licona, J.C., Pariona, W., Putz, F.E., Quevedo, L. & Toledo, M.** 2012. Soil effects on forest structure and diversity in a moist and a dry tropical forest. *Biotropica* 44: 276-283.
- Pfeifer, R.M.** 1982. Levantamento semidetalhado dos solos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso-SP. *Silvicultura* 15/16: 91-115.
- Pinto, M.M.** 1998. *Fitossociologia e influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação de uma área da Mata Atlântica na Ilha do Cardoso - Cananéia - SP*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Raij, B. van., Cantarella, H., Quaggio, J.A. & Furlani, A.M.C.** 1997. *Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*. 2ed. Instituto Agrônomo, Campinas.
- Rebello, C. F.** 1994. *Ciclagem de nutrientes minerais em floresta pluvial tropical de encosta e em floresta sobre restinga na Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo: decomposição da serapilheira*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Rodrigues, P.M.S., Silva, J.O. & Schaefer, C.E.G.R.** 2019. Edaphic properties as key drivers for woody species distributions in tropical savanic and forest habitats. *Australian Journal of Botany* 67: 70-80.
- Rodrigues, R.R.** 1986. *Levantamento florístico e fitossociológico das matas da Serra do Japi, Jundiá, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Silva, J.G.M.** 1992. Relações solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no triângulo mineiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Silva Júnior, M. C., Barros, N. F. & Cândido, J. F.** 1987. Relações entre parâmetros do solo e da vegetação de cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 10: 125-137.

- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J.** 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd ed. W.H. Freeman and Company, New York.
- Sugiyama, M.** 1993. Estudo de florestas na restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia - SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Wutke, A.C.P.** 1972. Acidez. In: Moniz, A.C. (coord.). *Elementos de pedologia*. Polígono/EDUSP, São Paulo. pp. 149-168

Associate Editor: Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo

Received: 22/05/2024

Accepted: 12/08/2024



ISSN da publicação *online* 2236-8906

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License