



RIQUEZA E ESTRUTURA DO COMPONENTE HERBÁCEO EM RELAÇÃO ÀS VARIÁVEIS EDÁFICAS EM TABULEIROS ARENOSOS DA PARAÍBA, BRASIL

Ariade N. Fontes da Silva¹; Raydrich Rocha²; Eduardo Bezerra de Almeida Jr³; Ênio Wocylí Dantas⁴; Carmen Sílvia Zickel⁵

Autor correspondente:
Ariade N. Fontes da Silva
ariade_22@hotmail.com

Submissão: 20/04/2021

Aceite: 11/04/2022

Publicação: 02/06/2022

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n., Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n., Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

³ Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966 – CEP 65080-805 Vila Bacanga, São Luís, MA, Brasil.

⁴ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba, Rua Horácio Trajano, s/n., Cristo, CEP 58070-450, João Pessoa, PB, Brasil.

⁵ Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n., Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.

RESUMO

O presente trabalho objetivou comparar a riqueza e estrutura do estrato herbáceo e a relação com as variáveis do solo de quatro áreas de tabuleiro arenoso com diferentes distâncias. Foram amostradas duas áreas no município de Mamanguape com 6 km de distância entre si, inseridas na Reserva Biológica Guaribas, e duas áreas no município de João Pessoa distando entre si 300 m. Em cada área foram estabelecidas nove parcelas distribuídas em três transecções distantes 15 m entre si. Os solos foram coletados por parcela e homogeneizados por transecção, totalizando 3 amostras por área. A vegetação e a relação com o solo foram analisadas por transecção em cada área. A análise das áreas mostrou grupos semelhantes para a densidade e diâmetro dos indivíduos, demonstrando que o estrato herbáceo é pouco heterogêneo nas escalas de distância deste estudo. Os tabuleiros arenosos apresentaram baixa diversidade e equabilidade. A espécie *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze foi dominante nas áreas de Mamanguape e *Aristida longifolia* Trin. nas áreas de João Pessoa. Deste modo, conclui-se que o componente herbáceo das áreas de tabuleiros arenosos apresentou similaridade florística e estrutural para as escalas de distância deste estudo.

Palavras-chave: ervas, fitossociologia, tabuleiros costeiros, variáveis edáficas.

RICHNESS AND STRUCTURE OF THE HERBACEOUS VEGETATION IN RELATION TO THE EDAPHIC VARIABLES IN THE COASTAL TABLELAND OF NORTHEAST, BRAZIL

ABSTRACT

The present work aimed to compare the richness and structure of the herbaceous stratum and its relationship with the soil variables of four areas of sandy board with different distances, located in the state of Paraíba. Two areas were sampled in the municipality of Mamanguape, 6 km apart, inserted in the Guaribas Biological Reserve, and two areas in the municipality of João Pessoa, 300 m apart. In each area, nine plots of 5 m x 5 m were established, distributed in three transections 15 m apart. The soils were collected by plot and homogenized by transection, totaling 3 samples per area. The vegetation and relationship with the soil was analyzed by transection in each area. The analysis of the areas showed similar groups for the density and diameter of the individuals, demonstrating that the herbaceous stratum is not very heterogeneous in the distance scales of this study. The sandy trays showed low diversity and equability. *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze was the dominant species in the areas of Mamanguape and *Aristida longifolia* Trin. was the dominant species in the João Pessoa areas. It is concluded that the herbaceous component of the sandy plateau areas presented floristic and structural similarity for the distance scales of this study.

Keywords: herbs, phytosociology, coastal boards, edaphic variables

INTRODUÇÃO

Os tabuleiros arenosos ocorrem, principalmente, nas áreas costeiras da região Nordeste, adjacentes à restinga e estendem-se sobre as planícies arenosas formadas sobre os sedimentos terciários do Grupo Barreiras (Andrade-Lima 1960, Tavares 1960, Salgado *et al.* 1981). A vegetação heterogênea que caracteriza os tabuleiros arenosos possui fisionomia de árvores e arbustos esparsos ou agrupados em manchas, além de uma cobertura herbácea, com predomínio de espécies do cerrado (Tavares 1964, Oliveira-Filho & Carvalho 1993). Diante disso, Andrade-Lima (1960) classificou os tabuleiros arenosos como uma ocorrência disjunta do cerrado em áreas de solos arenosos próximas do litoral nordestino.

Entretanto, de acordo com Oliveira-Filho (1993), a alta similaridade na estrutura da comunidade entre tabuleiros arenosos e restingas adjacentes certamente contribuem para a natureza distinta dos tabuleiros arenosos em relação à formação do cerrado. O autor discute a difícil delimitação entre as formações de tabuleiros arenosos e as restingas, em virtude de diversas características compartilhadas como a grande variedade fisionômica, os solos arenosos e um considerável número de espécies, sugere um ecótono entre esses dois ecossistemas.

A heterogeneidade ambiental é um dos principais fatores determinantes na composição florística e estrutura das florestas, mesmo em pequenos fragmentos (Oliveira Filho *et al.* 1994a, Oliveira Filho *et al.* 1994b, Oliveira Filho *et al.* 1998, Durigan *et al.* 2000, Botrel *et al.* 2002). O estrato herbáceo pode ser considerado como um indicador das condições ambientais por apresentar-se mais sensível às alterações do microclima e às variações edáficas (Zickel 1995, Pereira *et al.* 2004, Jurinitz & Baptista 2007). Além disso, o estrato herbáceo promove a proteção do solo contra os processos erosivos, manutenção das condições térmicas, luminosas e umidade ao nível do solo, atração a diversos animais (Maraschin-Silva *et al.* 2009) e a disponibilidade e intercâmbio de nutrientes no solo (Hobbie 1992).

Nos tabuleiros arenosos, porém, a maior parte dos estudos envolve o estrato arbustivo-arbóreo dado a importância atribuída a estes componentes (Fonseca 1979). A escassez de estudos sobre os tabuleiros arenosos, principalmente nos estratos inferiores, evidencia a necessidade de mais análises florísticas e estruturais para uma maior precisão na caracterização desse ecossistema (Zickel *et al.* 2012). Diante do contexto abordado, este estudo objetivou testar a influência das variáveis edáficas na estrutura e riqueza do estrato herbáceo entre áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba.

MATERIAIS E MÉTODOS

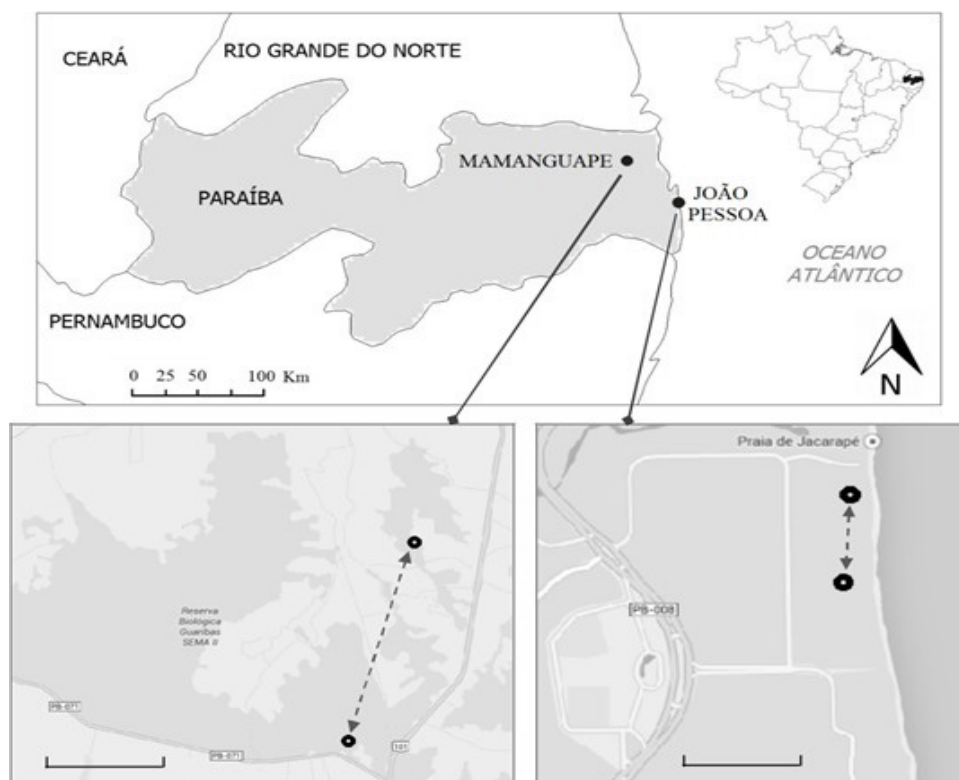
Áreas de estudo

O presente trabalho foi realizado em quatro áreas de tabuleiro arenoso localizadas no estado da Paraíba, sendo duas no município de Mamanguape ($06^{\circ}50' S - 35^{\circ}07' O$) e duas no município de João Pessoa ($07^{\circ}05' S - 34^{\circ}50' O$) (Figura 1). As quatro áreas estão localizadas em terrenos de sedimentos arenosos classificados como Neossolos quartzarênicos (*sensu* Embrapa 2006). Segundo classificação de Koppen (1936), o clima nas localidades amostradas são As', caracterizado por ser tropical úmido com verão seco e inverno chuvoso.

As duas áreas de tabuleiros no município de Mamanguape (área 1: $06^{\circ}42'03'' S - 35^{\circ}07'33'' O$, área 2: $06^{\circ}44'32'' S - 35^{\circ}08'25'' O$) se distanciam aproximadamente 6 km e, nestes locais predomina a fisionomia aberta caracterizada por cobertura herbácea esparsa, com presença de moitas de árvores e arbustos de espessura grossa. Essas duas áreas encontram-se na Reserva Biológica Guaribas, que é uma unidade de conservação de proteção integral, com aproximadamente 17 km de distância da linha da costa.

As duas áreas de tabuleiros no município de João Pessoa (área 3: $07^{\circ}11'06'' S - 34^{\circ}47'48'' O$, área 4: $07^{\circ}10'57'' S - 34^{\circ}47'47'' O$) tem uma distância entre si de aproximadamente 300 m e, nestes locais, predomina a fisionomia florestal. As duas áreas estão localizadas em um fragmento de floresta Atlântica em área urbanizada, possuindo terreno plano cujas bordas formam falésias beirando a linha da praia.

Figura 1. Localização dos municípios de Mamanguape e João Pessoa, na Paraíba - Brasil, e das quatro áreas de tabuleiros arenosos. OBS: setas tracejadas indicam distância entre áreas.



Procedimento amostral

As coletas de plantas herbáceas foram realizadas na estação seca, no período entre novembro de 2013 a março de 2014. Para a coleta dos dados foi empregado o método de parcelas (Müeller-Dombois & ElleMBERG 1974), onde foram estabelecidas três transecções (denominadas A, B e C) distantes 15 m cada e com três parcelas de 5 x 5 m por transecção, distantes 5 m entre si, perfazendo 225 m² (nove parcelas) em cada área estudada.

Foi considerada do estrato herbáceo toda planta terrícola não lenhosa e com caule verde (Gonçalves & Lorenzi 2011), incluindo-se as Samambaias. Foi classificado como indivíduo o vegetal que não apresentou conexão entre si ao nível do solo, e todos os indivíduos vivos que estivessem enraizados dentro das parcelas, também foram amostrados e medidos a altura e diâmetro e classificados quanto à forma de vida baseado em Raunkier (1934). Este sistema de classificação possui fundamentos ecológicos e baseia-se na posição das gemas apicais ou órgãos dos quais novos ramos ou folhas se desenvolvem após a estação desfavorável (Martins & Batalha 2011, Neri *et al.* 2011).

Foi coletada uma amostra de solo por parcela em cada área na profundidade 0–20 cm para a análise das variáveis do solo. As amostras de cada transecção foram homogeneizadas, de modo que cada transecção foi representada por uma amostra composta, totalizando três amostras para cada área. A análise das amostras foi realizada no laboratório de fertilidade do solo do IPA - Instituto de Pesquisas Agronômicas, para verificar os principais nutrientes presentes no solo, pH, capacidade de troca de cátions, saturação por bases, soma de bases e saturação por alumínio. A análise seguiu a metodologia indicada no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA 1997).

O material botânico coletado seguindo os métodos usais de herborização (Peixoto *et al.* 2013) e posteriormente, as exsicatas foram depositadas no herbário Dárdano de Andrade Lima (IPA). A identificação das espécies foi realizada a partir de consulta bibliográfica, comparação com material depositado no acervo dos herbários do estado de Pernambuco e envio das amostras e/ou fotografias a especialistas, principalmente do IPA. A lista de espécies de angiospermas seguiu a classificação do *Angiosperm Phylogeny Group IV* (2016), e para Samambaias foi adotado a classificação de Smith *et al.* (2006, 2008). A nomenclatura científica foi baseada no banco de dados do Missouri Botanical Garden (disponível na página <http://www.tropicos.org/>).

Análise dos dados

Os valores de densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), dominância relativa (DoR), valor de importância (VI), índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J) para famílias e espécies foram calculados utilizando o pacote FITOPAC (Shepherd 1995). A similaridade florística entre as áreas estudadas foi avaliada a partir de uma matriz qualitativa de espécies por transecção utilizando o índice de similaridade de Jaccard (Brower & Zar 1984). Os resultados foram expressos na forma de dendrograma obtido através do *software* Primer 6.0 (Clarke e Gorley 2005), onde foi efetuado o teste SIMPROF para verificar a significância dos agrupamentos entre as transecções das áreas estudadas, seguido do ANOSIM para verificar a significância global do teste, em que as quatro áreas deste estudo foram utilizadas como fatores.

Para verificar a normalidade dos dados de todas as amostras (solo e vegetação) realizou-se o teste de Shapiro-Wilk (teste W), com o auxílio do *software* Biostat 5.0 (Ayres *et al.* 2007). Desse modo, nas amostras foi efetuada transformação logarítmica [$\text{Log}_{10}(x+1)$] no intuito de elevar a probabilidade de uma distribuição normal e reduzir a heterocedasticidade das variâncias (ter Braak 1995). As médias das variáveis edáficas entre as transecções das áreas foram comparadas a partir de uma ANOVA e as diferenças entre os pares de dados foram analisados *a posteriori* através do teste Tukey-Kramer (Zar 1999), por meio do Biostat 5.0. Para a comparação dos índices de diversidade H' entre as áreas foi utilizado o teste t de Hutcheson (Zar 1999), com $\alpha = 0,05$.

As inter-relações entre a densidade de herbáceas e as variáveis edáficas das transecções pertencentes às quatro áreas de tabuleiros arenosos foram efetuadas a partir de uma análise multivariada, a CAP (*Constrained Analysis of Principal Coordinates*), utilizando o programa R 3.0.1 (www.r-project.org) (R Development Core Team 2009). Para esta análise, foram elaboradas duas matrizes: uma matriz de densidade de espécies e uma das variáveis edáficas, ambas com dados transformados em $\text{Log}_{10}(x+1)$.

RESULTADOS

Riqueza, estrutura e diversidade do componente herbáceo

Nas quatro áreas de tabuleiros costeiro da Paraíba foram encontradas 12 espécies distribuídas em 10 gêneros pertencente a seis famílias (Tabela 1). Das quais as áreas de Mamanguape exibiram maior riqueza com o registro de oito espécies, enquanto em João Pessoa foram amostradas apenas quatro espécies. Verificou-se o predomínio de espécies da família Poaceae com três espécies amostradas para cada área, enquanto as demais famílias apresentaram apenas uma espécie. Verificou-se a ocorrência das formas de vida caméfito e hemicriptófito, com o maior número de espécies pertencendo a esta última. Hemicriptófito foi a única forma de vida observada nas áreas de João Pessoa.

As áreas 1 e 2 (Mamanguape) exibiram maior densidade de indivíduos em comparação com as áreas 3 e 4 de João Pessoa (Tabela 2). Em Mamanguape, a espécie que apresentou maior valor de importância (VI) foi *Trachypogon spicatus*, com maior contribuição na densidade relativa (DR), além de estar presente em todas as parcelas amostradas nestas áreas. *Melocactus violaceus* apresentou o segundo maior VI nas áreas de Mamanguape devido a sua dominância relativa (DoR). Já nas áreas 3 e 4 (João Pessoa) *Aristida longifolia* foi a espécie que apresentou maior VI com destaque para os elevados valores de densidade e dominância relativa (Tabela 1).

Em relação a classe de altura dos indivíduos, observou-se que nas áreas 1 e 2, em

Tabela 1. Espécies registradas por família nas quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba – Brasil, com as respectivas formas de vida (F.v.) (H = Hemicriptófito, Ca = Caméfito, *Ca = Caméfito suculento), número de indivíduos (N) e porcentagens da densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR) e valor de importância (VI) dominância relativa (DoR), frequência relativa (FR) e valor de importância (VI).

Famílias / Espécies	Mamanguape												João Pessoa											
	Área 1						Área 2						Área 3						Área 4					
	N	DR	DoR	FR	VI		N	DR	DoR	FR	VI		N	DR	DoR	FR	VI	N	DR	DoR	FR	VI		
Bromeliaceae																								
<i>Aechmea</i> sp.	-	-	-	-	-	7	0,37	32,86	6,25	13,16														
Cactaceae																								
<i>Melocactus violaceus Pfeiff</i>	21	1,38	71,42	13,79	28,87	41	2,17	64,68	12,50	26,45														
Cyperaceae																								
<i>Lagenocarpus guianensis</i> Nees	126	8,31	4,72	10,34	7,79																			
Orchidaceae																								
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,76	10,46	14,29	8,50								
Poaceae																								
<i>Aristida longifolia</i> Trin.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118	90,08	82,74	28,57	67,13								
<i>Aristida setifolia</i> Kunth	-	-	-	-	-	387	20,48	0,74	18,75	13,32														
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	17	1,12	0,02	3,45	1,53																			
<i>Axonopus polydactylus</i> (Steud.) Dedecca	3	0,2	0,01	6,90	2,37	72	3,81	0,06	15,62	6,50														
<i>Gouinia barbata</i> (Hack.) Swallen	190	12,52	3,69	31,03	15,75	171	9,05	0,2	12,50	7,25	4	3,05	3,77	14,29	7,03	171	9,05	0,2	12,50	7,25				
<i>Streptostachys asperifolia</i> Desv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6,11	3,03	42,86	17,33	1	7,69	42,19	33,33	14,40				
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	1.159	76,4	20,12	31,03	42,52	1.209	63,97	1,46	28,12	31,18														
Portulacaceae																								
<i>Portulaca halimoides</i> L.	1	0,07	0,03	3,45	1,18	3	0,16	0,01	6,25	2,14														

Tabela 2. Riqueza, estrutura, diversidade e equabilidade do componente herbáceo nas quatro áreas de tabuleiros arenosos na Paraíba - Brasil.
* valores médios \pm desvio padrão.
**teste t de Hutcheson. ns. Não significativo.

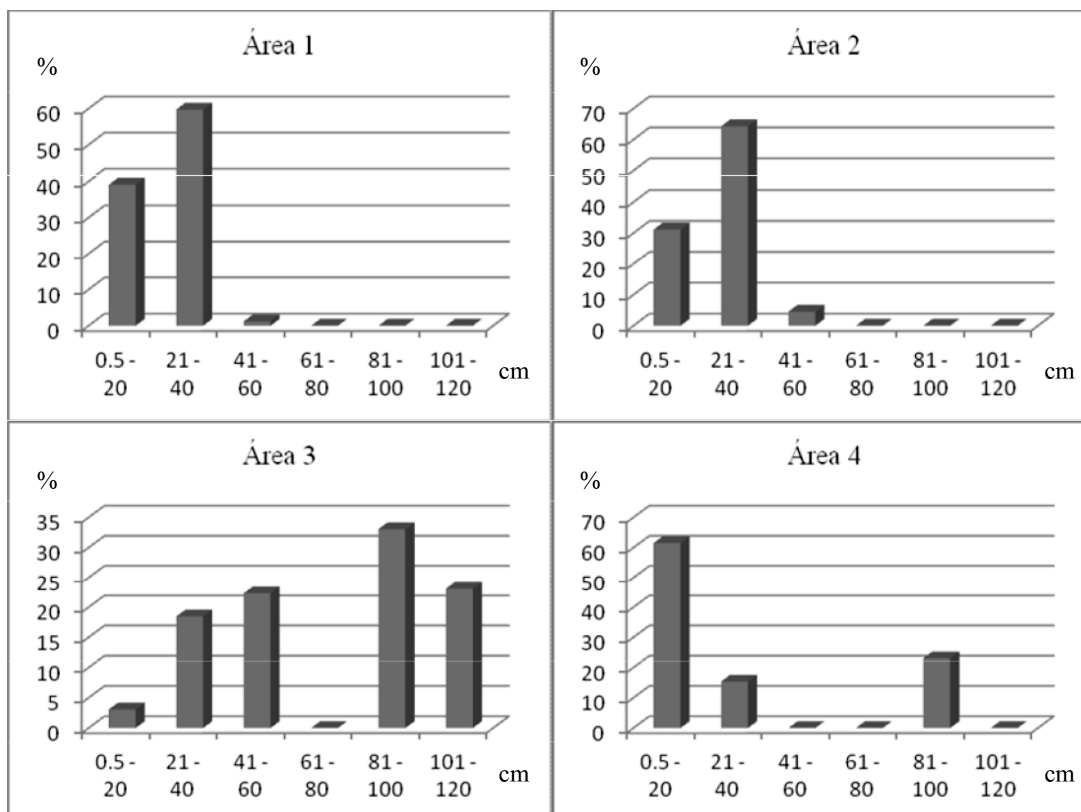
Parâmetros	ANOVAS		Mamanguape		João Pessoa	
	F	(p)	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
Riqueza	26,777	0,000	7a	7a	4b	3b
*Densidade (ind/ha)	25,444	0,000	67.422a \pm 22.191	84.000a \pm 56.651	5.822b \pm 12.558	577b \pm 1.588
*Diâmetro (cm)	8,979	0,006	0,045a \pm 0,067	0,040a \pm 0,135	0,026ab \pm 0,009	0,022b \pm 0,006
*Altura (cm)	3,050	0,091 ns.	24,81 \pm 8,58	26,90 \pm 10,09	80,34 \pm 33,93	34,23 \pm 38,47
Altura máxima (cm)	-	-	60,00	60,00	120,00	100,00
**Diversidade (H')	-	-	0,799a	1,066b	0,409c	0,790ab
Equabilidade (J)	-	-	0,411	0,548	0,295	0,719

Mamanguape, houve uma maior proporção de indivíduos entre 21 e 40 cm de altura, seguido de espécimes entre 0,5 e 20 cm de altura. Na área 3, em João Pessoa, observou-se um predomínio de indivíduos entre 81 e 100 cm de altura, seguido de indivíduos entre 101 e 120 cm. Na área 4, em João Pessoa, houve o predomínio de espécimes entre 0,5 e 20 cm e altura, seguido de espécimes entre 81 e 100 cm de altura (Figura 2).

Os valores de diversidade (H') em Mamanguape foram 0,799 (área 1) e 1,066 (área 2) enquanto, em João Pessoa, temos 0,409 (área 3) e 0,790 (área 4), desta maneira, podemos afirmar que a vegetação herbácea nos tabuleiros costeiros, aqui amostradas, apresentaram diferença significativa (Tabela 2). Enquanto, os valores de equabilidade foram 0,411 (área 1), 0,548 (área 2), 0,295 (área 3) e 0,719 (área 4).

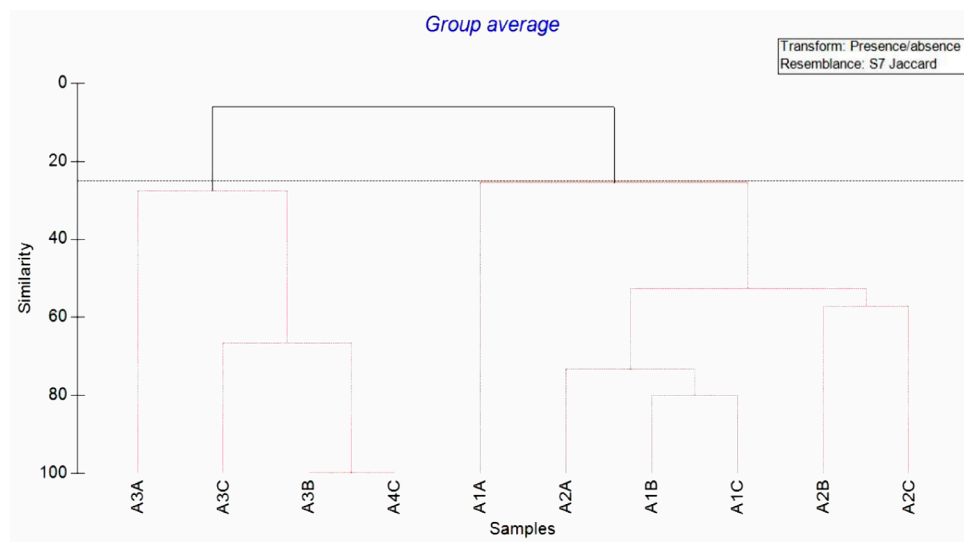
Dendrograma de similaridade florística

Figura 2. Distribuição da porcentagem de indivíduos de herbáceas dos tabuleiros arenosos por classe de altura em intervalos de 20 cm das áreas 1 e 2 em Mamanguape e 3 e 4 em João Pessoa, Paraíba, Brasil.



O dendrograma baseado no índice de similaridade de Jaccard permitiu verificar agrupamentos florísticos do componente herbáceo ao nível de corte de 25% de similaridade (Figura 3) entre as transecções das áreas 1 e 2, de Mamanguape, e entre as transecções das áreas 3 e 4, de João Pessoa (SIMPROF $p < 0,05$, ANOSIM $p < 0,01$). Nestes agrupamentos observou-se alta similaridade para a maioria das transecções. Em João Pessoa, por exemplo, a transecção B da área 3 apresentou as mesmas espécies que ocorreram na transecção C da área 4, ou seja, 100% de similaridade.

Figura 3. Dendrograma de similaridade de Jaccard baseado no componente herbáceo entre as transecções das quatro áreas de tabuleiros arenosos (área 1: A1A, A1B, A1C; área 2: A2A, A2B, A2C; área 3: A3A, A3B, A3C; área 4: A4C) da Paraíba - Brasil.



Variáveis edáficas

A análise do solo entre todas as quatro áreas de tabuleiros arenosos na Paraíba (Tabela 3) mostrou-se significativamente diferente para as seguintes variáveis: pH, Cálcio (Ca), Sódio (Na), Hidrogênio (H), Enxofre (S) e Capacidade de troca de Cátions (CTC). Entretanto, não apresentou diferença significativa para as variáveis: Fósforo (P), Magnésio (Mg), Potássio (K), Alumínio (Al), Saturação por bases (V) e Saturação por alumínio (M). Quando comparadas apenas as áreas 1 e 2, em Mamanguape, verificou-se semelhanças em todas as variáveis edáficas analisadas, diferentemente das áreas 3 e 4 de João Pessoa, que apesar de mais próximas entre si apresentaram as seguintes variáveis com diferença significativa: pH, H e CTC.

O solo, em todas as áreas, apresentou-se de modo geral ácido, com baixa capacidade de

Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão e percentuais das variáveis do solo superficial (0 – 20 cm de profundidade) nas quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba – Brasil. * valores médios \pm desvio padrão. **teste t de Hutcheson. ns. – Não significativo.

Variáveis Edáficas	ANOVAS		Mamanguape		João Pessoa	
	F	(p)	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
			N=3	N=3	N=3	N=3
P (mg/dm ³)	3,000	0,094 ns.	2,00	2,00	3,00 \pm 1,00	2,00
pH em H ₂ O	4,325	0,043	4,87ab \pm 0,31	4,83ab \pm 0,15	4,53a \pm 0,15	5,10b \pm 0,10
*Ca	26,838	0,000	0,65a \pm 0,18	0,57a \pm 0,39	2,58b \pm 0,52	2,05b \pm 0,05
*Mg	3,353	0,075 ns.	0,70 \pm 0,40	0,45 \pm 0,22	1,67 \pm 0,88	0,78 \pm 0,15
*Na	36,062	0,000	0,03a	0,03a	0,11b \pm 0,02	0,09b \pm 0,02
*K	2,262	0,158 ns.	0,05 \pm 0,02	0,07 \pm 0,02	0,08 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01
*Al	1,080	0,411 ns.	0,10 \pm 0,10	0,22 \pm 0,03	0,13 \pm 0,12	0,13 \pm 0,06
*H	22,379	0,000	2,04a \pm 0,61	2,35a \pm 1,36	8,00b \pm 0,98	4,10a \pm 0,91
*S	12,251	0,002	1,47a \pm 0,55	1,10a \pm 0,61	4,43b \pm 1,26	2,97ab \pm 0,15
*CTC	37,778	0,000	3,57a \pm 0,99	3,80a \pm 1,91	12,53b \pm 0,23	7,23c \pm 0,95
V (%)	1,657	0,251 ns.	39,33 \pm 9,29	29,33 \pm 3,79	35,00 \pm 9,17	42,00 \pm 6,08
M (%)	3,688	0,061 ns.	8,33 \pm 9,71	18,67 \pm 7,51	3,33 \pm 3,06	4,00 \pm 1,73

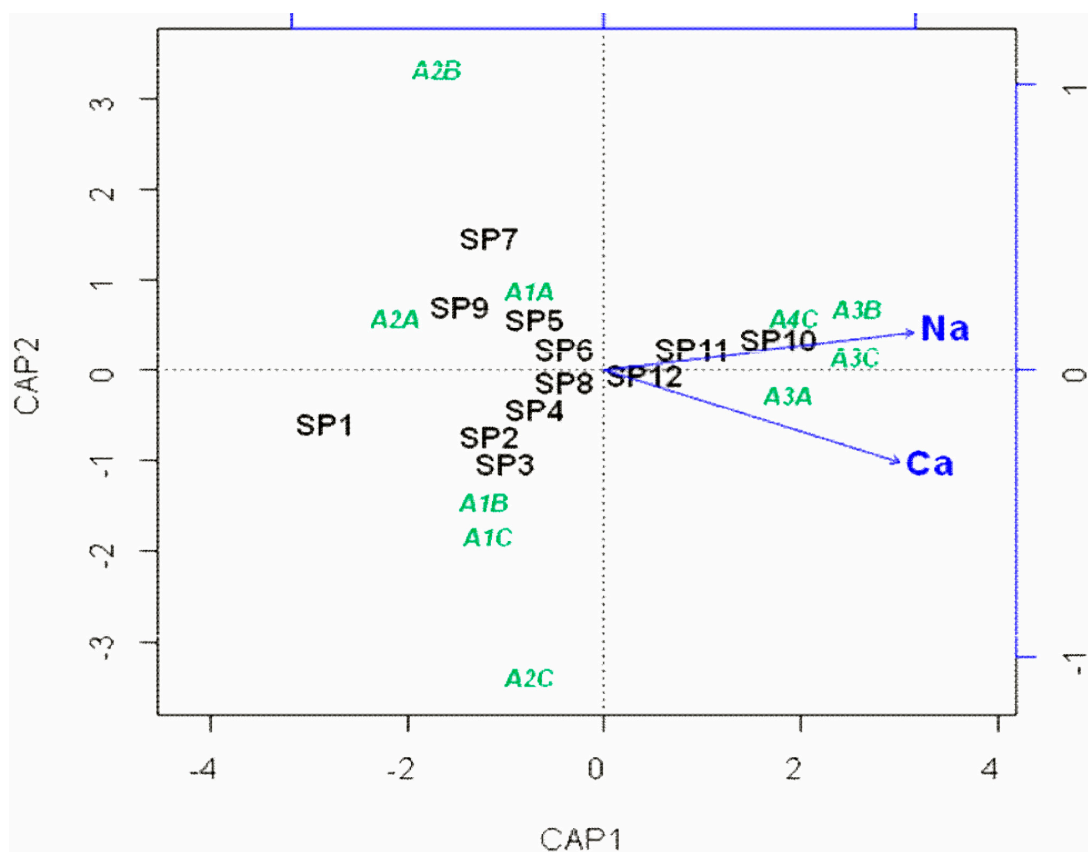
troca de cátions (CTC) e distrófico (saturação por base, $V < 50\%$). Nas áreas de Mamanguape observaram-se níveis prejudiciais de saturação por alumínio (M). sódio (Na) e cálcio (Ca). apresentaram menores concentrações nas áreas 1 e 2, em Mamanguape, e maiores concentrações nas áreas 3 e 4, em João Pessoa.

Análise multivariada: herbáceas e variáveis edáficas

A partir da CAP (*Constrained Analysis of Principal Coordinates*), que correlacionou as variáveis edáficas com a variável de densidade por espécie entre as transecções das quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba (Figura 4), os eixos explicaram 67,65% da variação dos dados, sendo que dessa proporção o primeiro eixo foi responsável por 80,6% ($p < 0,05$) dessa variação e o segundo eixo por 19,4% ($p < 0,05$). O primeiro eixo relacionou-se fortemente com as variáveis sódio (Na) e cálcio (Ca), 98,73% e 95,67% respectivamente. No eixo 2, estas variáveis correlacionaram-se com menos intensidade, 15,91% (Na) e -29,11% (Ca). No primeiro eixo da ordenação as variáveis químicas sódio (Na) e cálcio (Ca) foram marcantes na separação das espécies e áreas de Mamanguape (áreas 1 e 2) das de João Pessoa (áreas 3 e 4). (áreas 3 e 4).

DISCUSSÃO

Figura 4. Diagrama de ordenação da CAP (*Constrained Analysis of Principal Coordinates*) baseado na densidade das espécies herbáceas por transecção nas quatro áreas de tabuleiros arenosos (área 1: A1A, A1B, A1C; área 2: A2A, A2B, A2C; área 3: A3A, A3B, A3C; área 4: A4C) da Paraíba - Brasil, e sua correlação com as variáveis do solo, Na (sódio) e Ca (cálcio). SP1 = *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze, SP2 = *Melocactus violaceus* Pfeiff, SP3 = *Axonopus polydactylus* (Steud.) Dedecca, SP4 = *Portulaca halimoides* L., SP5 = *Lagenocarpus guianensis* Nees, SP6 = *Axonopus aureus* P. Beauv., SP7 = *Aristida setifolia* Kunth, SP8 = *Aechmea* sp., SP9 = *Gouinia barbata* (Hack.) Swallen, SP10 = *Aristida longifolia* Trin., SP11 = *Streptostachys asperifolia* Desv. e SP12 = *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl.



A família com maior riqueza e densidade de indivíduos em todas as áreas de tabuleiros arenosos deste estudo foi Poaceae. A representatividade da família Poaceae também é observada em outras áreas sobre o estrato herbáceo (Cestaro *et al.* 1986, Maraschin-Silva *et al.* 2009, Citadini-Zanette *et al.* 2011, Viana & Barbosa 2013). As espécies desta família se caracterizam pelo fácil estabelecimento em diversos ambientes e o rápido crescimento, gerando uma rápida cobertura do solo e elevada dominância o que dificulta o estabelecimento de outras plantas (Evans & Young 1972).

O predomínio de espécies hemicriptófitas demonstram a importância desta forma

de vida na estrutura e composição do estrato herbáceo, já que estas se caracterizam pela presença de gemas protegidas ao nível do solo, favorecendo o restabelecimento da planta após a estação desfavorável (Raunkier 1934). Além disso, Costa et al. (2021) ressaltam que o estrato herbáceo contribui no processo de sucessão ecológica da vegetação em ecossistemas costeiros por tratar da primeira forma biológica a colonizar estas áreas e, assim, possibilitar o estabelecimento de outras formas de vida.

Amostragem do estrato herbáceo em diferentes ecossistemas também encontraram o predomínio de espécies hemiptófitas como o estudo de Viana & Barbosa (2013) em um remanescente de Floresta Semidecidual Submontana no Nordeste do Brasil, Floresta Ombrófila Densa (Citadini-Zanette 1984, Citadini-Zanette & Baptista 1989), Floresta Ombrófila Mista (Cestaro et al. 1986, Citadini-Zanette et al. 2011) e em áreas de Cerrado (Batalha & Mantovani 2001, Batalha & Martins 2002a, Batalha & Martins 2002b, Batalha & Martins 2004). Desta forma, as informações fornecidas neste estudo, acrescidas aos estudos supracitados, confirmam a relevância do estrato herbáceo nos processos ecológicos.

Trachypogon spicatus é a espécie que apresentou maiores valores em número de indivíduos (área 1 = 1.159, área 2 = 1.209), densidade e VI nas áreas de Mamanguape. Deste modo, podemos inferir que a dominância desta espécie pode estar associada a presença de rizomas imediatamente abaixo do nível do solo, possibilitando que os indivíduos formem diversas moitas densas ao longo das áreas analisadas. Outro fator que pode contribuir para a dominância desta espécie são as propriedades do solo, pois Mendes et al. (2012) demonstraram que o predomínio de *T. spicatus* tende a ocorrer em áreas de cerrado com solo menos férteis. Assim, podemos inferir que os níveis de saturação por alumínio, sódio e cálcio nas áreas de Mamanguape contribuem para o domínio desta espécie nas áreas de Mamanguape.

No presente estudo, *Melocactus violaceus* foi amostrada apenas nas áreas de Mamanguape, onde se destacou pela grande área basal, o que contribuiu para as maiores médias de diâmetro, além de valores elevados de dominância relativa e frequência relativa. Esta espécie é um caméfito suculento que pode ser encontrado em ecossistemas das regiões nordeste (Alves et al. 2007, Zickel et al. 2007) e sudeste (Taylor 1991).

Aristida longifolia foi amostrada apenas nas áreas de João Pessoa e se destacou por apresentar os maiores valores de altura máxima e média superior. Segundo Longhi-Wagner (1990), o Brasil as espécies do gênero *Aristida* colonizam ambientes com alta luminosidade, elevada temperatura e stress hídrico, o que torna os ecossistemas costeiros ambientes propícios para o estabelecimento desta espécie, bem como, áreas de Cerrado, Caatinga e savanas costeiras amazônicas (Silvério et al. 2013, Rocha et al. 2014).

Os valores de diversidade (H') obtidos no presente estudo (0,409 nats/ind a 1,066 nats/ind) apresentaram-se muito abaixo dos valores encontrados em outros estudos com herbáceas em áreas costeiras, por exemplo, 1,952 nats/ind. (Palma et al. 2008); 2,071 nats/ind (Palma & Jarenkow 2008); 1,69 nats/ind (Araujo et al. 2016).

Além disso, verificamos que as áreas 1, 2 e 3 apresentaram baixos valores de equabilidade, o que demonstra a baixa regularidade na distribuição dos valores quantitativos das espécies com a dominância de uma única espécie. De modo geral, a dominância ecológica de poucas espécies em determinado local pode ser influenciada por condições ambientais estressantes como a baixa disponibilidade de nutrientes no solo (Ashton 1990), fato observado em todas as áreas deste estudo.

A redução na diversidade de plantas em alguns ecossistemas terrestres tem sido associada à diminuição na heterogeneidade espacial de nutrientes do solo (Gilliam 2006). De fato, entre as áreas de Mamanguape, distantes 6 km entre si, não se observaram diferenças significativas entre as variáveis edáficas. E entre as áreas de João Pessoa, distantes 300 m entre si, diferenças significativas foram observadas apenas para pH, Hidrogênio (H) e Capacidade de Troca de Cátions (CTC).

Estes resultados podem estar relacionados às semelhanças na riqueza, densidade e diâmetro de indivíduos observadas entre as áreas 1 e 2, de Mamanguape, e entre as áreas 3 e 4, de João Pessoa. Ainda, os arranjos florísticos da maior parte das transecções amostradas entre as áreas 1 e 2, de Mamanguape, e entre as áreas 3 e 4, de João Pessoa, apresentaram

alta similaridade. O que demonstra a baixa heterogeneidade florística e estrutural para o componente herbáceo em áreas de tabuleiros arenosos nas escalas de distância deste estudo (300 m até 6 km).

A partir da análise multivariada, verificou-se uma forte correlação da ocorrência e densidade das espécies herbáceas com as variáveis do solo cálcio (Ca) e sódio (Na), separando as áreas e espécies de Mamanguape das de João Pessoa. O sódio em alta concentração na forma de sais no solo tende a provocar diminuição do desenvolvimento vegetal, ocasionando necrose nas folhas (Dias & Blanco 2010). O cálcio, por sua vez, exerce significativo controle na estrutura e função de ecossistemas florestais por seu papel no crescimento radicular das plantas, sendo sua escassez um fator limitante, talvez até mais restritiva que a toxidez de alumínio (Ritchey *et al.* 1982, McLaughlin & Wimmer, 1999). Os valores de sódio e o cálcio foram superiores nas áreas de João Pessoa, porém não foram observadas concentrações elevadas destes nutrientes em nenhuma das áreas.

O pH apresentou-se semelhante entre as áreas 1 e 2, em Mamanguape, entretanto apresentou diferença significativa entre as áreas 3 e 4, em João Pessoa, distando apenas 300 m entre si. Mesmo pequenas variações no pH e nas concentrações de nutrientes devem influenciar no crescimento e reprodução de algumas espécies, alterando a performance da população, a composição da comunidade e as interações competitivas (Furtini Neto *et al.* 1999, Leitão & Silva 2004, Parmentier *et al.* 2005, Flinn *et al.* 2005).

Os baixos valores de M (saturação por alumínio) encontrados nas áreas 3 e 4, em João Pessoa ($M < 5\%$) caracterizam-se como não prejudiciais. Entretanto, na área 1, em Mamanguape, o valor de M ($8,33 \pm 9,71$) caracterizou um fator pouco a medianamente prejudicial, e na área 2, o valor de M ($18,67 \pm 7,51$) mostrou um fator medianamente prejudicial a prejudicial, segundo tabela de Osaki (1991).

De modo geral, conclui-se que o componente herbáceo das áreas de tabuleiros arenosos apresentou similaridade florística e estrutural para as escalas de distância deste estudo, desde 300 m até 6 km. Portanto, a caracterização de vegetação heterogênea dos tabuleiros arenosos para os estudos aqui apresentados não se aplicou ao estrato herbáceo. Além disso, a análise multivariada correlacionou fortemente a ocorrência e densidade das espécies herbáceas nas quatro áreas às variáveis edáficas sódio e cálcio. A baixa disponibilidade de nutrientes associado às pequenas variações destes entre as áreas parecem explicar a baixa diversidade e baixa equabilidade nos valores quantitativos de distribuição das espécies encontradas nestas localidades.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R.J.V., CARDIN, L. & KROPF, M.S. (2007). *Angiosperm disjunction* “Campos Rupestres-restingas”: a re-evaluation. *Acta Botanica Brasílica*, 21, 675–685.
- ANDRADE-LIMA, D. (1960). Estudos Fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas*, 5, 305–341.
- APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1–20.
- ARAUJO, A.C.M., SILVA, A.N.F. & Almeida Jr. E.B. (2016). Caracterização estrutural e status de conservação do estrato herbáceo de dunas da Praia de São Marcos, Maranhão, Brasil. *Acta Amazonica*, 46(3), 247 – 258.
- ASHTON, P.S. (1990). Species richness in tropical forests. In: *Tropical forests – botanical dynamics, speciation and diversity* (L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen & H. Balslev, eds.). Academic Press, London, 239–251.
- AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. (2007). *BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas*. Ong Mamiraua, Belém.
- BARUCH, Z., NASSAR, J. & BUBIS, J. (2004). Quantitative trait, genetic, environmental, and geographical distances among populations of the C₄ grass *Trachypogon plumosus* in Neotropical savannas. *Diversity and Distributions*, 10, 283–292.
- BARUCH, Z. (2005). Vegetation–environment relationships and classification of seasonal savannas in Venezuela. *Flora*, 200, 49–64.
- BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. (2001). Floristic composition of the cerrado in the Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, Southeastern Brazil). *Acta Botanica Brasílica*, 15(3), 289–304.
- BATALHA, M.A. & MARTINS, F.R. (2002a). Biological spectra of cerrado sites. *Flora*, 197(6), 452–460.
- BATALHA, M.A. & MARTINS, F.R. (2002b). The vascular flora of the cerrado in Emas National Park (Goiás, Central Brazil). *Sida*, 20, 295–312.
- BATALHA, M.A., MARTINS, F.R. (2004). Floristic, frequency, and vegetation life-form spectra of a cerrado site. *Brazilian Journal of Biology*, 64(2), 201–209.
- BOTREL, R.T., OLIVEIRA-FILHO, A.T., RODRIGUES, L.A. & CURTI, N. (2002). Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbórea-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. *Revista Brasileira de Botânica*, 25, 195–213.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. (1984). *Field e laboratory methods for general ecology*. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque.
- BRUELHEIDE, H. & UDELHOVEN, P. (2005). Correspondence of the fine-scale spatial variation in soil chemistry and the herb layer vegetation in beech forests. *Forest Ecology and Management.*, 210, 205–223.

- CARVALHO, D.A.C., OLIVEIRA-FILHO, A.T., VAN DEN BERG, E., FONTES, M.A.L., VILELA, E.A., MARQUES, J.J.G.S.M. & CARVALHO, W.A.C. (2005a). Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta ombófila alto-montana às margens do rio Grande, Bocaina de Minas, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 19, 91-109.
- CARVALHO, D.A.C., OLIVEIRA-FILHO, A.T., VILELA, E.A., CURI, N., VAN DEN BERG, E., FONTES, M.A.L. & BOTEZELLI, L. (2005b). Distribuição de espécies arbóreo-arbustivas ao longo de um gradiente de solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28, 329-345.
- CESTARO, L.A., WAECHETER, J.L. & BAPTISTA, L.R.M. (1986). Fitossociologia do estrato herbáceo da mata Araucária da Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS. *Hoehnea*, 13, 59-72.
- CITADINI-ZANETTE, V. (1984). Composição florística e fitossociológica da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul. *Iheringia*, 32, 23-62.
- CITADINI-ZANETTE, V. & BAPTISTA, L.R.M. (1989). Vegetação herbácea terrícola de uma comunidade florestal em Limoeiro, município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto Biociências*, 45, 1-87.
- CITADINI-ZANETTE, V., PEREIRA, J.L., JARENKOW, J.A, KLEIN, A.S. & SANTOS, R. (2011). Estrutura da sinúsia herbácea em Floresta Ombrófila Mista no Parque Nacional de Aparados da Serra, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 9(1), 56-63.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. (2005). *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, 571 Plymouth.
- COSTA, L.B. da S., PAIVA, B.H. I. de, CORREIA, B.E.F. & ALMEIDA Jr., E.B. de, (2021). Inventário da Flora de Tabuleiros Costeiros da Ilha do Maranhão. *Bol. Lab. Hidrobiol.*, 31(1),1-15.
- DIAS, N.S. & BLANCO, F.F. (2010). *Efeitos dos sais no solo e na planta*. Embrapa meio-norte. Fortaleza, CE.
- DORNELES, L.P. & NEGRELLE, R.R.B. (1999). Composição florística e estrutura do compartimento herbáceo de um estágio sucessional avançado da Floresta Atlântica no sul do Brasil. *Biotemas*, 12, 7-30.
- DURIGAN, G., RODRIGUES, R.R. & SCHIAVINI, I. (2000). A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In *Matas ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão Filho, eds.). Edusp, São Paulo, 159-167.
- EMBRAPA. (1997). *Manual de métodos de análise do solo*. CNPS. Rio de Janeiro.
- EMBRAPA. (2006). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. CNPS. Rio de Janeiro.
- EVANS, R.A. & YOUNG, J.A. (1972). Microsite requirements for establishment of annual weeds. *Weed Science*, 20, 350-356.
- FALKENGREN-GRERUP, U. (1989). Effects of stemflow on beech Forest soils and vegetation in southern Sweden. *Journal Application Ecology*, 26, 341-352.
- FIGUEIRA, J.E.C., VASCONCELLOS-NETO, J., GARCIA, M.A. & SOUZA, A.L.T. (1994). *Saurocory in Melocactus violaceus (Cactaceae)*. *Biotropica*, 22, 295-301.

FLINN, K.M., VELLEND, M. & MARKS, P.L. (2005). Environmental causes and consequences of forest clearance and agricultural abandonment in central New York, USA. *Journal of Biogeography*, 32, 439–452.

FONSECA, M.R. (1979). *Vegetação e flora dos tabuleiros arenosos de Pirambu-Sergipe*. 102f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FURTINI NETO, A.E., REZENDE, A.V., VALE, R.V., FAQUIN, V. & FERNANDES, L.A. (1999). Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase muda. *Cerne*, 5(2), 1-12.

GILLIAM, F.S. (2006). Response of the herbaceous layer of forest ecosystems to excess nitrogen deposition. *Journal of Ecology*, 94, 1176–1191

GONÇALVES, E.G. & LORENZI, H. (2011). *Morfologia Vegetal – organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares*. 2 ed. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 544p.

HOBBIE, S.E. (1992). Effects of plant species on nutrient cycling. *Trends in Ecology and Evolution*, 7, 336–339.

HUBER, O. (2007). Sabanas en los llanos venezolanos. In: R. Duno de Stefano, G. Aymard, & O. Huber, (Eds.), *Catálogo anotado e ilustrado de la flora vascular de los llanos de Venezuela*. Caracas: FUDENA Fundación Polar.

INÁCIO, C.D. & JARENKOW, J. (2008). A. Relações entre a estrutura da sinúsia herbácea terrícola e a cobertura do dossel em floresta estacional no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 31, 41–51.

JURINITZ, C.F. & BAPTISTA, L.R.M. (2007). Monocotiledôneas terrícolas em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências*, 5, 9–17.

KOPPEN, W. (1936). Das geographische System der Klimate. In: *Handbuch der Klimatologie*, edited by: Koppen, W. and Geiger, G., 1. C. Gebr, Borntraeger, 1–44.

LEITÃO, A.C. & SILVA, O.A. (2004). Variação sazonal de macronutrientes em uma espécie arbórea de cerrado, na Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. *Rodriguésia*, 55(84), 127–136.

LONGHI-WAGNER, H.M. (1990). Diversidade e Distribuição Geográfica das Espécies de *Aristida* L. (Gramineae) ocorrentes no Brasil. *Acta Boto Bras.*, 4(1), 1990.

LUCES DE FEBRES, Z. (1963). Las gramíneas del Distrito Federal. Caracas: *Instituto Botánico*. Dirección de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cría.

MARASCHIN-SILVA, F., SCHERER, A. & BAPTISTA, L.R.M. (2009). Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbusivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 7(1), 53–65.

MARTINS, F.R. & BATALHA, M.A. (2011). Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA NETO, J. A. A. *Fitossociologia no Brasil, métodos e estudo de casos*. v.1. Editora UFV, Viçosa.

- MAUHS, J. & BARBOSA, J.F. (2004). Levantamento do componente herbáceo em floresta de restinga psamófila, Palmares do Sul, RS. *Pesquisas, Série Botânica*, 55, 137–141.
- MCLAUGHLIN, S.B. & WIMMER, R. (1999). Calcium physiology and terrestrial ecosystem processes. *New Phytologist*, 142, 373–417.
- MENDES, M.R.A., MUNHOZ, C.B.R., SILVA JUNIOR, M.C. & CASTRO, A.A.J.F. (2012). Relação entre a vegetação e as propriedades do solo em áreas de campo limpo úmido no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. *Rodriguésia*, 63(4), 971–984.
- MORI, L.A., SILVA, L.A.M., LISBOA, G. & CORADIN, L. (1989). *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. Centro de Pesquisa do Cacau, Ilhéus.
- MÜELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley, New York.
- NERI, A.V., SOARES, M.P., MEIRA NETO, J.A.A. & DIAS, L.E. (2011). Espécies de cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. *Revista Árvore*, 35(4), 907–918.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. (1993). Gradient analysis of an area of coastal vegetation in the state of Paraíba, northeastern Brazil. *Edinburgh Journal of Botany*, 50(2), 217–236.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & CARVALHO, D.A. (1993). Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. *Revista Brasileira de Botânica*, 16(1), 115–130.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., VILELA, E.A., CARVALHO, D.A. & GAVILANES, M.L. (1994a). Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. *Flora*, 189, 1–19.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., SCOLFORO, J.R. & MELLO, J.M. (1994b). Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua Montana em Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, 17, 159–174.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., CURI, N., VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. (1998). Effects of canopy gaps, topography, and soil on the distribution of woody species in a central brazilian deciduous dry forest. *Biotropica*, 30, 362–375.
- OSAKI, F. (1991). *Calagem e adubação*. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola. 503 p.
- PALMA, C.B., INÁCIO, C.D. & JARENKOW, J.A. (2008). Florística e estrutura da sinúsia herbácea terrícola de uma Floresta Estacional de Encosta no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 6(3), 151–158.
- PALMA, C. B. & JARENKOW, J.A. (2008). Estrutura de uma formação herbácea de dunas frontais no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, 16, 114–124.
- PARMENTIER, I., STÉVART, T. & HARDY, O. (2005). The inselberg flora of Atlantic Central Africa. I. Determinants of species assemblages. *Journal of Biogeography*, 32, 685–696.
- PEREIRA, M.C.A., CORDEIRO, S.Z. & ARAUJO, D.S.D. (2004). Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 18(3), 677–687.

- PEIXOTO, A.L. & MAIA, L.C. (2013). *Manual de Procedimentos para herbários*. INCT-Herbário virtual para a Flora e os Fungos. Editora Universitária UFPE, Recife.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. (2009). *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna, R Foundation for Statistical Computing.
- RAUNKIAER, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford University Press, Oxford. 67 p.
- RENDING, V.V. & TAYLOR, H.M. (1989). *Principles of Soil-Plant Interrelationships*. New York, 275p.
- RITCHEY, K.D., SILVA, J.E. & COSTA, U.F. (1982). Calcium deficiency in clayey B horizons of savanna oxisols. *Soil Science*, 133, 378-382.
- ROCHA, A.E.S., MIRANDA, I.S. & COSTA NETO, S.V. (2014). Composição florística e chave de identificação das Poaceae ocorrentes nas savanas costeiras amazônicas, Brasil. *Acta Amazonica*, 44(3), 301-314.
- SALGADO, A.O., JORDY FILHO, S. & GONÇALVES, L.M.C. (1981). Vegetação. In: *Projeto RADAMBRASIL, Levantamento de recursos naturais*. Folhas SB. 24/25: Jaguaribe/Natal. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME, 485-544.
- SANSONOWICZ, C. & SMYTH, T.J. (1995). Effects of hydrogen on soybean root growth in a subsurface solution. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 30(2), 255-261.
- SHEPHERD, G.J. (1995). *Fitopac 1.0. Manual do Usuário*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SILVÉRIO, DV., BRANDO, P.M., BALCH, J.K., PUTZ, F.E., NEPSTAD, D.C., OLIVEIRA-SANTOS, C. & BUSTAMANTE, M.M. (2013). Testing the Amazon savannization hypothesis: fire effects on invasion of a neotropical forest by native cerrado and exotic pasture grasses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1619).
- SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55, 705-731.
- SMITH, A.R., PRYER, K.M., SCHUETTPELZ, E., KORALL, P., SCHNEIDER, H. & WOLF, P.G. (2008). Fern classification. In: RANKER, T. A.; HAUFLE, C. H. (Eds.). *Biology and evolution Ferns and Lycophytes*. Cambridge University Press, New York, 417-467.
- TAVARES, S. (1960). Estudos geobotânicos no Rio Grande do Norte. *Arquivos do Instituto de Pesquisa Agrônômica*, 5, 39-51.
- TAVARES, S. (1964). Contribuição ao estudo da cobertura vegetal dos tabuleiros do nordeste. *Boletim de recursos naturais*, 2(1/4), 13-25.
- TAYLOR, N.P. (1991). The genus *Melocactus* (Cactaceae) in Central and South America. *Bradleya*, 9, 1-80.
- TER-BRAAK. (1995). Ordination. In: *Data analysis in community and landscape ecology* (RHG Jongman, CJF ter-Braak & OFR van Tongeren, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 91-173.

VIANA, J.L. & BARBOSA, M.R.V. (2013). Estrutura e composição do estrato herbáceo em um remanescente de Floresta Semidecidual Submontana no Nordeste do Brasil. *Sitientibus, série Ciências Biológicas*, 13, 1–30.

ZAR, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 4 ed.

ZICKEL, C.S. (1995). *Fitossociologia e dinâmica do estrato herbáceo de dois fragmentos florestais do estado de São Paulo*. 125 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ZICKEL, C.S., ALMEIDA JR, E.B., MEDEIROS, D.P.W., LIMA, P.B., SOUZA, T.M.S. & BARROS, A.L. (2007). Magnoliophyta species of restinga, Pernambuco State, Brazil. *Check Lis*, 3(3), 224–241.

ZICKEL, C.S., ADRIANO, V.S., ALMEIDA JR., E.B. & TABARELLI, M. (2012). Estrutura e riqueza de espécies lenhosas em áreas de tabuleiro arenoso no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. In: EL-DEIR, A. C. A.; MOURA, G. J. B.; ARAÚJO, E. L. *Ecologia e conservação de ecossistemas no nordeste do Brasil*. Recife – PE: NUPEE.