



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – PPGB**

Raydrich Rocha

**RIQUEZA E ESTRUTURA DO COMPONENTE HERBÁCEO EM RELAÇÃO**  
**ÀS VARIÁVEIS EDÁFICAS NOS TABULEIROS ARENOSOS DO**  
**NORDESTE, BRASIL**

RECIFE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – PPGB

Raydrich Rocha

**RIQUEZA E ESTRUTURA DO COMPONENTE HERBÁCEO EM RELAÇÃO  
ÀS VARIÁVEIS EDÁFICAS NOS TABULEIROS ARENOSOS DO  
NORDESTE, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – PPGB/UFRPE, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica.

**Orientadora:** Dr<sup>a</sup>. Carmen Sílvia Zickel

RECIFE

2015

## Ficha catalográfica

R672r Rocha, Raydrich  
Riqueza e estrutura do componente herbáceo em relação  
às variáveis edáficas nos tabuleiros arenosos do nordeste,  
Brasil / Raydrich Rocha. – Recife, 2015.  
58 f.: il.

Orientadora: Carmen Sílvia Zickel.  
Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia,  
Recife, 2015.

Inclui referências e anexo(s).

1. Diversidade 2. Ervas 3. Fitossociologia 4. Sedimentos  
terciários I. Zickel, Carmen Sílvia, orientadora II. Título

CDD 581

RAYDRICH ROCHA

Riqueza e estrutura do componente herbáceo em relação às variáveis edáficas nos tabuleiros arenosos do Nordeste, Brasil

Dissertação defendida em: 26.02.2015

**Presidente da Banca/Orientadora:**

---

Dr<sup>a</sup>. Carmen Sílvia Zickel (UFRPE)

**Examinadores:**

Titulares:

---

Dr<sup>a</sup>. Elba Maria Nogueira Ferraz (IFPE)

---

Dr<sup>a</sup>. Maria Jesus Nogueira Rodal (UFRPE)

---

Dr<sup>a</sup>. Luciana dos Santos Dias de Oliveira (UFRPE)

Suplente:

---

Dr<sup>a</sup>. Margareth Ferreira de Sales (UFRPE)

RECIFE, 2015

DEDICO A TODOS QUE  
PARTICIPARAM E ME AJUDARAM  
NA ELABORAÇÃO DESSE TRABALHO  
E À MINHA AMADA AVÓ DOLORES.

“SE O VENTO SOPRAR DE UMA ÚNICA DIREÇÃO, A ÁRVORE CRESCERÁ INCLINADA.”

PROVÉRBIO CHINÊS

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora, Dr<sup>a</sup>. Carmen Zickel, pelo apoio, paciência e ensinamentos ao longo desse período. Aos colegas do Laboratório de Florística de Ecossistemas Costeiros (LAFLEC/UFRPE), principalmente Patrícia, Liliane, Angélica e Simone, pelo apoio em campo ou em laboratório. A Kênia, por estar sempre ajudando no possível. Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB/UFRPE), pelo apoio financeiro e infraestrutura. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida.

Ao corpo docente do PPGB/UFRPE, pelos ensinamentos acadêmicos durante as reuniões e disciplinas cursadas. Ao professor Ênio, pelos ensinamentos e ajuda na estatística. Aos especialistas do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Fernando e Olívia, pelos ensinamentos e identificação das espécies de plantas.

Aos que avaliaram este trabalho, Dr<sup>a</sup>. Elba Ferraz, Dr<sup>a</sup>. Maria Rodal, Dr<sup>a</sup>. Luciana Oliveira e Dr<sup>a</sup>. Margareth Sales, ajudando em todos os aspectos possíveis com críticas importantes e decisivas.

Aos amigos da pós-graduação Samara Rodrigues, Rafael Prota, Marcílio Xavier, Hermes Machado, Danilo Souza, Paulo Henrique, Carolina Ximenez, Silmar Silva, Diego Batista, André Santos e Vanessa Araújo. A Ana Carolina Costa, Ana Maria Silva e Mariana Sena, pela ajuda em campo.

A Reserva Biológica Guaribas, pelo alojamento e instalações. Aos amigos Julião e Getulio, que cuidam para o bom funcionamento da reserva. Aos 'mateiros', que sempre colaboraram na locomoção e inclusive no campo. Ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN/UFPE), pela disponibilização de veículo.

## SUMÁRIO

	Pág.
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Figuras.....	x
<b>Resumo Geral.....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>12</b>
<b>1. Introdução Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>15</b>
2.1 <i>Tabuleiros Arenosos: caracterização.....</i>	15
2.2 <i>Tabuleiros Arenosos: estudos.....</i>	16
2.3 <i>Estrato herbáceo: estudos e importância.....</i>	18
2.4 <i>Heterogeneidade ambiental: variáveis edáficas.....</i>	20
<b>3. Referências.....</b>	<b>22</b>
<b>4. Manuscrito.....</b>	<b>29</b>
Resumo.....	31
Introdução.....	32
Materiais e métodos.....	33
Resultados.....	36
Discussão.....	44
Referências.....	47
<b>5. Considerações Finais.....</b>	<b>54</b>
<b>Normas para publicação: Anais da Academia Brasileira de Ciências.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1.....	37
Espécies registradas por família nas quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba – Brasil, com as respectivas formas de vida, número de indivíduos e porcentagens da frequência relativa (FR), densidade relativa (DR), dominância relativa (DoR) e valor de importância (VI).	
Tabela 2.....	39
Riqueza, estrutura, diversidade e equabilidade do componente herbáceo nas quatro áreas de tabuleiros arenosos na Paraíba – Brasil.	
Tabela 3.....	42
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.	

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.....	34
Localização dos municípios de Mamanguape e João Pessoa, na Paraíba - Brasil, e das quatro áreas de tabuleiros arenosos.	
Figura 2.....	40
Distribuição da proporção de indivíduos de herbáceas por classes de altura em intervalos de 20 cm nas quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba – Brasil.	
Figura 3.....	41
Dendrograma de similaridade de Jaccard baseado no componente herbáceo entre as transecções das quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba - Brasil.	
Figura 4.....	43
Diagrama de ordenação da CAP ( <i>Constrained Analysis of Principal Coordinates</i> ) baseado na densidade das espécies herbáceas por transecção nas quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba - Brasil, e sua correlação com as variáveis do solo, Na (sódio) e Ca (cálcio).	

## RESUMO GERAL

O tabuleiro arenoso é um ecossistema que se distribui como um mosaico adjacente à floresta Atlântica. Devido a sua heterogeneidade vegetacional, influenciada pela biota circunvizinha, os tabuleiros arenosos possuem classificação ainda controversa. Mais estudos sobre os tabuleiros arenosos e outros ecossistemas periféricos são necessários devido à contribuição dos mesmos na diversidade biológica. Grande parte da diversidade nos ecossistemas encontra-se no estrato herbáceo, que desempenha papel vital, além de permitir um diagnóstico do meio, por responder de modo direto às alterações dos seus ambientes. O presente trabalho objetivou comparar a riqueza e estrutura do componente herbáceo e sua relação com as variáveis edáficas de quatro áreas de tabuleiro arenoso com diferentes distâncias, localizadas no estado da Paraíba. Foram 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 de 5 m x 5 m distribuídas em três transecções distantes 15 m entre si, cada transecção com três parcelas, perfazendo um total de 225 m<sup>2</sup> por área. Os solos foram coletados por parcela e homogeneizados por transecção, totalizando 3 amostras por área. A vegetação e relação com o solo foi analisada por transecção em cada área. O dendrograma baseado no índice de Jaccard agrupou as duas áreas de Mamanguape e as duas áreas de João Pessoa. Estes grupos também apresentaram semelhanças para alguns parâmetros fitossociológicos, demonstrando ser o componente herbáceo pouco heterogêneo. Os tabuleiros arenosos apresentaram baixa diversidade e equabilidade. *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze foi a espécie dominante nas áreas de Mamanguape e *Aristida longifolia* Trin. foi a espécie dominante nas áreas de João Pessoa. A análise multivariada correlacionou fortemente o sódio e o cálcio com a ocorrência e densidade das espécies. Pôde-se concluir desta forma, que os fatores edáficos influenciaram na estrutura, riqueza e densidade das espécies de herbáceas entre as quatro áreas de tabuleiros arenosos estudadas.

Palavras-chave: diversidade, ervas, fitossociologia, sedimentos terciários, solo.

## ABSTRACT

The coastal tableland is an ecosystem distributed in a mosaic of patches neighbouring the Atlantic forest. Due to its vegetation heterogeneity, affected by the surrounding biota, the coastal tablelands remains controversial in its classification. More studies regarding coastal tablelands and others peripheral ecosystems are necessary for their contribution to the biological diversity. Great part of the ecosystems diversity is found on the herb layer, which has an important role. Furthermore, the herb layer response on environmental changes allows a better diagnosis of the place. The present work aimed to compare the species richness and structure of the herb layer under soil variables influence between four sites with different distances, located in Paraíba state. Two sites in Mamanguape county with 6 kilometers distance each other, both inside Reserva Biológica Guaribas, and two sites in João Pessoa county with 300 meters distance each other, both inside a forest patch. Three transects 15 meters distance one to another, each one with three 25 square meters plots 5 meters distance one to another, were established in each site. Soil samples were collected per plot and homogenized per transect, resulting in 3 samples per site. Vegetation and soil relation were study per transect at each area. The floristic similarity dendrogram based on Jaccard Index has grouped the two Mamanguape sites from the other group with the two João Pessoa sites. These groups also showed similarity in some phytosociological parameters, which shows herb layer homogeneity. The coastal tablelands showed low diversity and equability. *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze was the dominant specie in Mamanguape sites and *Aristida longifolia* Trin. was the dominant specie in João Pessoa sites. Multivariate analysis strongly correlated sodium and calcium with the occurrence and density of species. It was concluded that soil variables had influenced the structure, richness and density of herb species between the four sites of coastal tablelands.

Keywords: diversity, herbs, phytosociology, tertiary sediments, soil.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

---

Os tabuleiros arenosos ocorrem nas áreas costeiras adjacentes à restinga e estendem-se sobre as planícies arenosas formadas sobre o Grupo Barreiras (Andrade-Lima 1960, Tavares 1960, Oliveira-Filho 1993). 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 1964b, Oliveira-Filho e Carvalho 1993). O que levou Andrade-Lima (1960) a classificar os tabuleiros arenosos como uma ocorrência disjunta do cerrado em áreas de solos arenosos próximas do litoral nordestino. Entretanto, a difícil delimitação entre as formações de tabuleiros arenosos e as restingas, em virtude de diversas características compartilhadas (grande variedade fisionômica, solos arenosos e um considerável número de espécies), não podem ser consideradas comunidades discretas (Oliveira-Filho 1993). Segundo 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 cerrado.

A complexidade da riqueza, diversidade e estrutura encontradas nas florestas tropicais são determinadas, principalmente, pelo clima, estado sucessional da vegetação, história natural de cada sítio e o solo (Huston 1980, Jordan e Herrera 1981, Whitmore 1990, Megger et al. 1994). Locais com característica de solo fértil, altos valores de precipitação anual, ausência ou fraca estação seca, possivelmente apresentam maior diversidade de espécies do que locais caracterizados por solo pobre em nutrientes e com fortes estações secas (Gentry e Emmons 1987). A deficiência nutricional dos solos e o déficit sazonal de água, provavelmente, limitam o número de espécies que podem competir pelos diferentes ambientes da floresta, limitando a diversidade de plantas (Wright 1992). Sendo assim, os fatores ambientais são importantes preditores das respostas da comunidade vegetal (Gehlhausen et al. 2000).

Sabe-se que o estrato herbáceo está intimamente associado com os fatores edáficos em maiores escalas (e.g. Falkengren-Grerup 1989, 1990a, 1990b). O componente herbáceo pode ser considerado como um indicador das condições ambientais por apresentarem-se mais sensíveis às alterações do micro-habitat, para as quais as árvores não manifestam reação em curto prazo (Mantovani 1987, Bernarcci 1992, Zickel 1995). O estrato herbáceo também protege o solo da erosão, participa da manutenção das condições de umidade, temperatura e

luminosidade ao nível do solo (Reis et al. 1999, Maraschin-Silva et al. 2009), além da disponibilidade e ciclagem de nutrientes (Hobbie 1992). Entretanto, ainda prevalecem estudos envolvendo o componente arbóreo devido a grande importância econômica que é dada a este estrato (Cestaro et al. 1986).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou responder a alguns questionamentos relativos à estrutura e diversidade da comunidade herbácea em áreas de tabuleiro arenoso, bem como a interferência das variáveis edáficas na composição e densidade desse estrato.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

### 2.1 *Tabuleiros arenosos: caracterização*

Os tabuleiros arenosos ocorrem na região litorânea do Nordeste do Brasil, recobrimo os baixos platôs formados por sedimentos terciários do Grupo Barreiras (Tavares 1960, Salgado et al. 1981). De acordo com Andrade-Lima (1960), o tabuleiro arenoso é considerado como uma ocorrência disjunta do cerrado em áreas de solos arenosos próximas do litoral nordestino normalmente sobre o Grupo Barreiras.

O Grupo Barreiras constitui uma cobertura sedimentar marinha e terrígena continental (Arai 2006), em geral entre cotas de 20 a poucos mais de 200 metros de altitude (Jacomine 1996), de idade miocênica a pleistocênica inferior (Suguio e Nogueira 1999, Vilas Boas et al. 2001). A sedimentação do Grupo Barreiras obedeceu a uma conjuntura de fatores ambientais que envolveram, sobretudo, mudanças climáticas, oscilações do nível do mar e movimentos tectônicos, que ocorreram em sequência e foram determinantes à configuração atual do litoral brasileiro (Costa Júnior 2008). Diversos autores afirmam que os sedimentos do Grupo Barreiras foram depositados sob condições climáticas secas, intercalados por períodos úmidos (King 1956, Tricart e Silva 1968, Mabessone et al. 1972, Bigarella 1975, Suguio e Nogueira 1999, Lima 2002, Fortunato 2004).

De acordo com Oliveira-Filho e Carvalho (1993), do mesmo modo que a restinga, o nome ‘tabuleiro’ também originalmente refere-se a uma formação geológica, tendo se estendido à cobertura vegetal da mesma. Estes autores descreveram a florística e fisionomia da vegetação no extremo norte da Paraíba, município de Mataraca, e verificaram que os tabuleiros arenosos ocorrem nas áreas continentais adjacentes à restinga, estendendo-se sobre as planícies arenosas formadas sobre o Grupo Barreiras. Os autores observaram que a fisionomia dos tabuleiros arenosos é caracterizada por árvores e arbustos esparsos ou agrupados em manchas e por uma cobertura herbácea, além do predomínio de espécies do cerrado. Nos tabuleiros arenosos mais próximos à restinga os autores também observaram a presença de espécies típicas de restinga convivendo com outras típicas de cerrado e com fisionomia heterogênea, predominando a de uma floresta aberta, com muitas clareiras e inclusões de savana arborizada. Estes locais estão em áreas mais protegidas dos ventos oceânicos, porém mais sujeitas à perturbação pelo homem.

Na mesma localidade, Oliveira-Filho (1993) descreveu quantitativamente essa interface entre as formações de tabuleiros arenosos e a restinga, observando a dificuldade de delimitação no campo, pois ambas ocorrem em solos arenosos, além de apresentarem uma grande variedade fisionômica e considerável número de espécies compartilhadas. O autor afirma que os tabuleiros arenosos e as restingas não podem ser considerados comunidades facilmente diferenciadas, assim como já observado por Andrade-Lima (1960) e Leite (1976).

De acordo com Oliveira-Filho (1993), o continuum vegetacional da restinga/tabuleiro arenoso é constituído por um conjunto de plantas capaz de crescer em solos arenosos e pobres em nutrientes, porém, variam amplamente nas habilidades em sobreviver diante da exposição marítima. Os tabuleiros arenosos normalmente ocorrem em áreas mais protegidas do efeito do vento. A textura do solo é menos grosseira e os níveis de muitos nutrientes minerais e matéria orgânica são mais elevados nos tabuleiros arenosos que nas restingas, muito embora as mudanças nos solos entre as restingas e os tabuleiros arenosos sejam graduais, assim como a variação na estrutura da comunidade.

Os tabuleiros arenosos podem ser considerados um tipo de cerrado devido a sua fisionomia e presença de muitas espécies encontradas nos cerrados do Brasil central. Porém, a alta similaridade na estrutura da comunidade entre tabuleiros e restingas adjacentes certamente contribuem para a natureza distinta dos tabuleiros arenosos em relação à formação cerrado (Oliveira-Filho 1993).

## *2.2 Tabuleiros arenosos: estudos*

Vasconcelos-Sobrinho (1941), ao descrever a fisionomia e vegetação de Pernambuco, fez a primeira referência a cerca dos tabuleiros arenosos. Em seu trabalho, citou o município de Goiana, onde, de acordo com o autor, as dunas exibem grande largura e maior altitude, tomando forma de “tabuleiro”. Afirmou, também, que a vegetação é esparsa, de arbustos engalhados e baixos com cortiça muito grossa.

Andrade-lima (1960), em seu estudo sobre a fitogeografia de Pernambuco, classifica os tabuleiros arenosos como uma subzona pertencente à zona das savanas, principalmente devido a sua fisionomia e composição florística. O autor descreve que os tabuleiros arenosos ocorrem em solos planos da formação barreiras, desde o litoral até locais mais afastados do mar, com altitude variando entre 100 e 150 m.

Tavares (1960) descreveu a fitogeografia do Rio Grande do Norte e citou os tabuleiros arenosos como savanas, que são comuns no estado, normalmente a uma altitude entre 50 a 75 metros sobre o nível do mar. O autor diferenciou a vegetação de tabuleiros da formação geológica de tabuleiros pliocênicos do Grupo Barreiras. Descreveu a vegetação como sendo de pequeno porte e geralmente muito pilosa, com adaptações aos fortes ventos nestes locais e alguns caracteres de xerofitismo. Sugeriu que, com o decorrer dos séculos, a influência dos homens reduziu as matas a ilhas, fazendo surgir os campos chamados “tabuleiros”. Ainda de acordo com o autor, em certos lugares, os tabuleiros arenosos recebem influência das dunas e adquirem feição de restinga.

Tavares (1964a) descreveu a dificuldade em empregar métodos ao inventariar os tabuleiros arenosos devido ao tamanho pequeno usual das manchas de tabuleiro típico, inviabilizando, por vezes, uma amostragem estritamente ao acaso.

Tavares (1964b) discutiu o conceito de tabuleiros arenosos e afirmou que, considerando-se apenas o aspecto botânico, estes podem ser descritos como campos cerrados, com lugares planos, cobertos por vegetação herbácea e com árvores esparsas, de tronco tortuoso, com espécies provenientes do cerrado. Apontou, também, que a vegetação que se estabeleceu sobre os tabuleiros arenosos é heterogênea, podendo ser fragmentada nas seguintes unidades: ‘vegetação de tabuleiros típicos’ (campo cerrado); ‘floresta secundária antropocórea’ (originada do campo cerrado protegida do fogo e da devastação); ‘vegetação da fontáinha’ (campo alagado durante o período chuvoso); ‘vegetação das encostas das fontáinhas’; e ‘vegetação dos terraços fluviais’.

Fonseca (1979) estudou os tabuleiros arenosos de Pirambu, Sergipe, e os descreveu como diferentes dos cerrados típicos, exibindo padrão de vegetação semelhante ao das restingas, tanto pela fisionomia como pelas espécies presentes. No entanto, também ressaltou a presença de espécies do cerrado.

Mais recentemente, Zickel et al. (2012) estudaram o componente lenhoso de tabuleiros arenosos no Rio Grande do Norte e observaram que os mesmos apresentaram uma variação na diversidade e na estrutura da vegetação em escala da paisagem. Os autores relacionaram esse fato às diferenças na composição florística, a qual, por sua vez, está fortemente influenciada pela biota dos ecossistemas circunvizinhos. Além disso, Zickel et al. (2012) ressaltaram a necessidade de mais análises florísticas, estruturais e ecológicas para uma maior precisão na caracterização das áreas de tabuleiros arenosos.

A maioria dos trabalhos sobre tabuleiros arenosos abordados até aqui tiveram foco no estrato arbustivo-arbóreo, talvez por este, na visão de alguns estudiosos, ser o responsável pela fisionomia dos tabuleiros arenosos (Fonseca 1979), sendo o estrato herbáceo escasso de estudos neste ecossistema.

### *2.3 Estrato herbáceo: estudos e importância*

O interesse no componente herbáceo em floresta tem aumentado devido a diversidade e variedade dos atributos de história de vida encontrados neste estrato, fazendo dele uma importante fonte de estudo. A temática atual de perda de hábitat e alterações na paisagem também tem aumentado o foco no papel desempenhado por esta sinúsia (Whigham 2004).

O estrato herbáceo apresenta uma grande plasticidade e está sujeito a diferentes condições de micro-hábitat, sendo assim, e devido ao menor porte, são mais sensíveis a alterações no ambiente, para as quais as árvores não manifestam reação em curto prazo. Podem, então, ser consideradas indicadoras das condições ambientais (Mantovani 1987, Bernarcci 1992, Zickel 1995). Estudos em florestas úmidas têm demonstrado que as plantas herbáceas são perceptivelmente sensíveis às condições ambientais como, por exemplo, as variações edáficas (Bernacci 1992, Richards 1996, Müller e Waechter 2001, Pereira et al. 2004, Jurinitz e Baptista 2007).

Há um número limitado de espécies herbáceas terrestres no interior de florestas porque nestas condições é exigido um alto grau de especialização (Mantovani 1987). De acordo com Bernarcci (1992), o acesso a informação para a preservação das florestas torna-se mais evidente quando o estudo do estrato arbóreo inclui composição e estrutura dos indivíduos jovens desse estrato e de sua interação com os componentes de outros estratos que compartilham nichos semelhantes. Zickel (1995) ressalta que o estrato herbáceo constitui um importante banco genético com grande número de espécies e variedade de formas de vida.

No entanto, segundo Cestaro et al. (1986), ainda prevalecem os estudos envolvendo o componente arbóreo, haja vista a importância econômica atribuída a este estrato. Além disso, de acordo com alguns autores, estudos voltados ao componente herbáceo apresentam dificuldades quanto a identificação na fase vegetativa (Mantovani 1987, Rezende 2007) e pelo fato desse estrato possuir uma flora mais complexa do que a arbórea (Kozera e Rodrigues 2005).

No estrato herbáceo das florestas úmidas dominam as monocotiledôneas (Cestaro et al. 1986, Dorneles e Negrelle 1999, Müller e Waechter 2001, Fuhro et al. 2005, Zipparro et al. 2005, Jurinits e Baptista 2007), com destaque para a elevada representatividade de espécies das famílias Poaceae e Cyperaceae (Mantovani 1987, Rezende 2007). O domínio de espécies pertencentes as famílias Cyperaceae (Zipparro et al. 2005, Maraschin-Silva et al. 2009) e Poaceae (Inácio e Jarenkow 2008, Palma et al. 2008, Maraschin-Silva et al. 2009, Rigon et al. 2011) contribuem para a dificuldade na identificação taxonômica de estudos florísticos com o componente herbáceo, pois constituem duas famílias com grande proximidade morfológica entre suas espécies (Welker e Longhi-Wagner 2007).

Os diferentes conceitos de estrato herbáceo utilizados nas amostragens em diversos estudos, tanto relacionados ao tamanho quanto às formas de vida (Inácio 2006), também dificultam a compreensão da florística e estrutura da vegetação (Zickel 1995). Mantovani (1987) e Zickel (1995) aplicaram em seus estudos para a flora herbácea o conceito referente apenas à altura, amostrando toda planta com altura inferior a 1 m. Por sua vez, Andrade (1992) amostrou todos os indivíduos com altura entre 0,05 m e 1,20 m no levantamento. Müller e Waechter (2001) e Maraschin-Silva et al. (2009) utilizaram-se apenas da consistência do caule para diferenciar as plantas herbáceas das demais. Nessa mesma linha, Reis et al. (2006) definiu a sinússia herbácea como toda planta com caule verde e com ausência ou baixo nível de lignificação. Inácio e Jarenkow (2008), entretanto, consideraram como integrantes do estrato herbáceo todas as espécies vasculares terrícolas, autotróficas, mecanicamente independentes, não lenhosas, que ocorrem no solo da floresta, excetuando-se as plântulas das demais sinúsias, além de adicionar os saprófitos em suas amostragens. Por fim, Gonçalves e Lorenzi (2011) atribuem ao estrato herbáceo o conceito de plantas com caule nunca lenhoso e superfície usualmente verde ou esverdeada, sendo este conceito adotado no presente estudo.

Estudos no estrato herbáceo, por diversas vezes, restringem-se a listagens florísticas (Zipparro et al. 2005, Soares-JR et al. 2008), a espécies dominantes nas áreas (Citadini-Zanette 1984, Citadini-Zanette et al. 2011) ou são incluídos na amostragem da comunidade vegetal de maneira complementar. Alguns trabalhos, por exemplo, incluem as herbáceas em seus estudos junto ao componente subarbustivo, arbustivo, ou, de modo geral, sub-bosque, componente não arbóreo (Müller e Waechter 2001, Meira-Neto et al. 2005, Munhoz e Felfili 2006,

Munhoz e Felfili 2007, Munhoz et al. 2008, Rossatto et al. 2008, Kozera et al. 2009, Maraschin-Silva et al. 2009, Mendes et al. 2012).

#### *2.4 Heterogeneidade ambiental: variáveis edáficas*

Dufour et al. (2006), em um estudo baseado nas variações da topografia e da cobertura arbórea de uma floresta montana, relacionaram a heterogeneidade destas variáveis à riqueza de espécies de plantas de modo significativo, desde a escala encontrada entre as parcelas até a escala da paisagem. Segundo estes autores a heterogeneidade ambiental possui múltiplas dimensões, o que dificulta a sua quantificação e exige um modelo de escala apropriada. Diversos estudos tem associado a heterogeneidade ambiental como um dos principais fatores determinantes na composição florística e estrutura das florestas, mesmo em pequenos fragmentos (Oliveira Filho et al. 1994a, 1994b, Oliveira Filho et al. 1998, Durigan et al. 2000, Rodrigues e Nave 2000, Botrel et al. 2002).

Estudos sobre a relação das variáveis edáficas com a vegetação têm sido desenvolvidos em alguns ecossistemas brasileiros. Moreno e Schiavini (2001) concluíram que o solo é um fator determinante na distribuição de fisionomias em um trabalho envolvendo gradiente florestal no cerrado. As variáveis significativamente envolvidas foram cálcio, magnésio, potássio, fósforo, alumínio, matéria orgânica e saturações de alumínio e de bases. Lima et al. (2003), em um estudo na floresta Amazônica, verificaram que as espécies mais abundantes na área são agrupáveis por características de solo. As variáveis de solo mais importantes na separação dos grupos foram cálcio, magnésio, potássio e alumínio.

Botrel et al. (2002), em um fragmento de floresta Estacional Semidecidual no Sudeste, observaram forte correlação entre as variações da comunidade arbóreo-arbustiva e as variáveis ambientais água, nutrientes minerais e saturação por bases. Carvalho et al. (2005), em um estudo com floresta ripária do Rio São Francisco em Minas Gerais, verificaram a influência da topografia, drenagem e fertilidade química dos solos (cálcio, alumínio, magnésio) na abundância e distribuição das espécies arbóreo-arbustivas na floresta. Munhoz et al. (2008) observaram forte correlação dos fatores edáficos, umidade e composição química e física do solo, com a frequência de espécies do estrato herbáceo e subarbustivo em uma fisionomia de campo limpo úmido em área de cerrado no Distrito Federal. Mendes et al. (2012) avaliaram a estrutura da camada herbáceo-arbustiva numa fisionomia de campo limpo

úmido em área de cerrado no Piauí e verificaram relação com os gradientes de textura, cobre, ferro, silte, zinco e saturações de alumínio e de bases.

De acordo com os trabalhos de Falkengren-Grerup (1989) e Bruelheide e Udelhoven (2005), o pH é o melhor parâmetro correlacionável à predição da ocorrência de espécies. O pH, indiretamente, influencia o desenvolvimento vegetal por interferir na disponibilidade de nutrientes no solo (Rending e Taylor 1989). Valores ácidos de pH, podem, isoladamente, ser responsáveis por prejuízos diretos ao desenvolvimento das plantas (Sansonowicz e Smith 1995, Furtini Neto et al. 1999).

Sob condições de solo ácido, o alumínio (Al) solubiliza ao limite e  $Al^{3+}$  é liberado na solução do solo (Kinraide 1997). Esta forma de Al é capaz de inibir o crescimento radicular das plantas (Ryan et al. 1993, Kochian 1995). No entanto, para as plantas nativas (especialmente as do cerrado) o alumínio pode ser até essencial (Jansen et al. 2003). O óxido de alumínio é um agente que contribui de maneira eficaz na estrutura do solo tropical, sendo, portanto, altamente benéfico. Contudo, não deve ultrapassar determinada porcentagem dos cátions existentes na CTC (Capacidade de troca de cátion) efetiva (Embrapa 2010). A CTC efetiva mais baixa característica de tabuleiros arenosos não permiti reter cátions, daí os problemas de perda de cátions por lixiviação (Embrapa 2010). Por fim, o solo distrófico (saturação por base,  $V < 50\%$ ) é um indicador de solo pouco fértil e ácido (Embrapa 2010).

### 3. REFERÊNCIAS

---

- Andrade-Lima D. 1960. Estudos Fitogeográficos de Pernambuco. **Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas** 5: 305-341.
- Andrade PM. 1992. **Estrutura do estrato herbáceo de trechos da reserva biológica Mata do Jambeiro, Nova Lima, Minas Gerais**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Arai MA. 2006. Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP, Série Científica** 6(2): 1-6.
- Bernarcci LC. 1992. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta no município de Campinas, com ênfase nos componentes herbáceo e arbustivo**. 147 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Bigarella JJ. 1975. The Barreiras Group in Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 47: 405-410 (Suplemento).
- Botrel RT, Oliveira-Filho AT, Rodrigues LA, Curi N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 25: 195-213.
- Carvalho DAC, Oliveira-Filho AT, Vilela EA, Curi N, van den Berg E, Fontes MAL, Botezelli L. 2005. 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 LA, Waechter JL, Baptista LRM. 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, Pereira JL, Jarenkow JA, Klein AS, 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.
- Costa Júnior MP. 2008. **Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no litoral norte da Bahia – município de Conde**. 247f. Tese (Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Dorneles LP, Negrelle RRB. 1999. Composição florística e estrutura do compartimento herbáceo de um estágio sucessional avançado da Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Biotemas** 12: 7-30.

- Dufour A, Gadallah F, Wagner HH, Guisan A, Buttler A. 2006. Plant species richness and environmental heterogeneity in a mountain landscape: effects of variability and spatial configuration. **Ecography** 29: 573–584.
- Durigan G, Rodrigues RR, 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, p.159-167.
- Embrapa. 2010. **Conceitos de Fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Embrapa monitoramento por satélite. Campinas, SP.
- Falkengren-Grerup U. 1989. Effects of stemflow on beech Forest soils and vegetation in southern Sweden. **Journal of Applied Ecology** 26: 341-352.
- Falkengren-Grerup U. 1990a. Distribution of field layer species in Swedish deciduous forests in 1929–1954 and 1979–1988 as related to soil pH. **Vegetatio** 86: 143–150.
- Falkengren-Grerup U. 1990b. Biometric and chemical analysis of five herbs in a regional acid-base gradient in Swedish beech forest soils. **Acta Oecologica** 11: 755–766.
- Fonseca MR. 1979. **Vegetação e flora dos tabuleiros arenosos de Pirambu-Sergipe**. 102f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Fortunato FF. 2004. **Sistemas pedológicos nos Tabuleiros Costeiros do litoral norte do estado da Bahia: uma evolução controlada por duricrostas preexistentes, neotectônica e mudanças paleoclimáticas do Quaternário**. 266f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Fuhro D, Vargas D, Larocca J. 2005. Levantamento florístico das espécies herbáceas, arbustivas e lianas da floresta de encosta da Ponta do Cego, Reserva Biológica do Lami (RBL), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas Botânica** 56: 239-256.
- Gehlhausen SM, Schwartz MW, Augspurger CK. 2000. Vegetation and microclimatic edge effects in two mixed-mesophytic forest fragments. **Plant Ecology** 147: 21-35.
- Gentry AH, Emmons LH. 1987. Geographical variation in fertility, phenology, and composition of the understory of neotropical forest. **Biotropica**. 19: 216-227.
- Gonçalves EG, 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 SE. 1992. Effects of plant species on nutrient cycling. **Trends in Ecology and Evolution** 7(10): 336-9.

- Huston M. 1980. Soil nutrients and tree species richness in Costa Rican forests. **Journal of Biogeography** 7: 147-157.
- Inácio CD. 2006. **Florística, estrutura e diversidade da sinúsia herbácea terrícola no Parque Estadual do Turvo**. Derrubadas, Rio Grande do Sul. 62f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Inácio CD, 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.
- Jacomine PKT. 1996. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros. In: **REUNIÃO TÉCNICA SOBRE OS SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS**. 1996, Cruz das Almas, Aracaju. Pesquisa e desenvolvimento para os tabuleiros costeiros: Anais... Cruz das Almas: Embrapa: UFBA, p. 13-26.
- Jansen S, Watanabe T, Dessein S, Smets E, Robbrecht E. 2003. A comparative study of metal levels in leaves of some Al accumulating Rubiaceae. **Annals of Botany** 91: 657–663.
- Jordan H, Herrera R. 1981. Tropical rain forests: are nutrients really critical? **American Naturalist** 117(2): 167-180.
- Jurinitz CF, Baptista LRM. 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.
- King LC. 1956. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia** 18(2): 3-121.
- Kinraide TB. 1997. Reconsidering the rhizotoxicity of hydroxyl, sulphate, and fluoride complexes of aluminium. **Journal of Experimental Botany** 48: 1115–1124.
- Kochian LV. 1995. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 46: 237–260.
- Kozera C, Rodrigues RR. 2005. Floresta Ombrófila Densa Submontana: florística e estrutura do estrato inferior. In: Marques, M. C. M.; Britez, R. M. (Org.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, p. 103-122.
- Kozera C, Rodrigues RR, Dittrich VAO. 2009. Composição florística do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Densa Montana, Morretes, PR, Brasil. **Floresta** 39(2): 323-334.
- Lima CCU. 2002. **Caracterização sedimentológica e aspectos do Grupo Barreiras no litoral sul do estado da Bahia**. 141f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

- Lima JAS, Meneguelli NA, Gazel Filho AB, Pérez DV. 2003. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características do solo. **Pesquisas Agropecuárias brasileiras** 38(1): 109-116.
- Mabesoone JM, Campos e Silva A, Beurlen K. 1972. Estratigrafia e origem do grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geociências** 2(3): 173-188.
- Mantovani W. 1987. **Análise florística fitossociológica do estrato herbáceo subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu e em Itirapina, SP**. 203 f. Tese (Doutorado em Ciências - Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Maraschin-Silva F, Scherer A, Baptista LRM. 2009. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbustivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 7(1): 53-65.
- Megger BJ. 1994. Archeological evidence for the impact of mega-niño events on Amazonia during the past two millennia. **Climatic Change** 28(4): 321-338.
- Meira-Neto JAA, Martins FR, Souza AL. 2005. Influência da cobertura e do solo na composição florística do sub-bosque em uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 19(3): 473-486.
- Mendes MRA, Munhoz CBR, Silva Júnior MC, Castro AAJF. 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.
- Moreno MIC, Schiavini I. 2001. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). **Revista brasileira de Botânica** 4(4): 537-544 (suplemento).
- Müller SC, Waechter JL. 2001. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Revista Brasileira de Botânica** 24: 395-406.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2006. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20(3): 685-699.
- Munhoz CBR, Felfili JM. 2007. Florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil. **Biota Neotropica** 7(3): 205-215.
- Munhoz CBR, Felfili JM, Rodrigues C. 2008. Species-environment relationship in the herb-subshrub layer of a moist Savanna site, Federal District, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 68(1): 25-35.
- Oliveira-Filho AT. 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 AT, Carvalho DA. 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica** 16(1): 115–130.
- Oliveira-Filho AT, Vilela EA, Carvalho DA, Gavilanes ML. 1994a. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. **Flora** 189: 1-19.
- Oliveira-Filho AT, Scolforo JR, Mello JM. 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 AT, Curi N, Vilela EA, Carvalho DA. 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.
- Pereira MCA, Cordeiro SZ, Araujo DSD. 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.
- Reis A, Zambonin RM, Nakazono EM. 1999. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – Série Cadernos da Reserva da Biosfera, 14. São Paulo, n. 14, pp. 1-42.
- Reis AMS, Elcida LA, Ferraz EMN, Moura AN. 2006. Inter-annual variations in the floristic and population structure of an herbaceous community of “caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 29(3): 497-508.
- Rezende JM. 2007. **Florística, fitossociologia e a influência do gradiente de umidade do solo em campos limpos úmidos no Parque Estadual Do Jalapão**, Tocantins. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília.
- Ribeiro MBN, Bruna EM, Mantovani W. 2010. Influence of post-clearing treatment on the recovery of herbaceous plant communities in Amazonian secondary forests. **Restoration Ecology** 18(1): 50–58.
- Richards PW. 1996. **The tropical rain forest: an ecological study**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rigon J, Cordeiro J, Moraes DA. 2011. Composição e estrutura da sinúsia herbácea em um remanescente de floresta ombrófila mista em Guarapuava, PR, Brasil. **Pesquisas, Botânica** 62: 333-346.
- Rodrigues RR, Nave AG. 2000. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In Matas Ciliares: conservação e recuperação* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho, eds.). Edusp, São Paulo, p.45-71.

- Rossatto DR, Toniato MTZ, Durigan G. 2008. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na Estação Ecológica de Assis, Estado de São Paulo. **Revista brasileira de Botânica** 31(3): 409-424.
- Ryan PR, DiTomaso JM, Kochian LV. 1993. Aluminium toxicity in roots: an investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. **Journal of Experimental Botany** 44: 437-446.
- Salgado AO, Jordy Filho S, Gonçalves LMC. 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.
- Soares-JR RC, Almeida JR EB, Pessoa LM, Pimentel RMM, Zickel CS. 2008. Flora do estrato herbáceo em um fragmento urbano de floresta Atlântica, PE. **Revista de Geografia** 25(1): 57-66.
- Suguio K, Nogueira ACR. 1999. Revisão crítica dos conhecimentos geológicos sobre a Formação (ou Grupo?) Barreiras do Neógeno e o seu possível significado como testemunho de alguns eventos geológicos mundiais. **Revista Geociências** 18(2): 461-479.
- Tavares S. 1960. Estudos geobotânicos no Rio Grande do Norte. **Arquivos do Instituto de Pesquisa Agronômica** 5: 39-51.
- Tavares S. 1964a. Inventário da vegetação dos tabuleiros do nordeste. **Boletim de recursos naturais** 2(1/4): 11-12.
- Tavares S. 1964b. Contribuição ao estudo da cobertura vegetal dos tabuleiros do nordeste. **Boletim de recursos naturais** 2(1/4): 13-25.
- Tricart J, Silva TC. 1968. **Estudos geomorfológicos da Bahia e Sergipe**. Salvador, UFBA, 167 p.
- Vasconcelos-Sobrinho J. 1941. As regiões naturais de Pernambuco. **Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas** 3: 25-34.
- Vilas Boas GS, Sampaio FJ, Pereira AMS. 2001. The Barreiras Group in the northeastern coast of the State of Bahia, Brasil: depositional mechanisms and processes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 73(3): 417-427.
- Welker CAD, Longhi-Wagner HM. 2007. A família Poaceae no Morro Santana, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 5(4): 53-92.
- Whigham DF. 2004. Ecology of woodland herbs in temperate deciduous forests. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** 35: 583-621.
- Whitmore TC. 1990. **An introduction to tropical rain forests**. Oxford: Clarendon, 226 p.

- Wright SJ. 1992. Seasonal drought, soil fertility and the species density of tropical forest plant communities. **Trends in Ecology and Evolution** 7: 260-263.
- Zickel CS. 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 CS, Adriano Vicente S, Almeida Jr EB, 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: NUPEEA, p. 69-88.
- Zipparo VB, Guilherme FAG, Almeida-Scabbia RJ, Morellato LPC. 2005. Levantamento florístico de floresta Atlântica no Sul do Estado de São Paulo, Parque Estadual Intervales, Base Saibadela. **Biota Neotropica** 5(1): 147-170.

#### 4. MANUSCRITO

---

À SER ENVIADO AO PERIÓDICO ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS



**RIQUEZA E ESTRUTURA DO COMPONENTE HERBÁCEO EM RELAÇÃO  
ÀS VARIÁVEIS EDÁFICAS NOS TABULEIROS ARENOSOS DO  
NORDESTE, BRASIL**

RAYDRICH ROCHA<sup>1</sup>, ÊNIO WOCYLI DANTAS<sup>2</sup> E CARMEN SÍLVIA ZICKEL<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n., Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.  
E-mail: raydrich@gmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Rua Horácio Trajano, s/n., Cristo, CEP 58070-450, João Pessoa, PB, Brasil.  
E-mail: eniowocyli@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n., Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil.  
E-mail: zickelbr@yahoo.com

## RESUMO

O tabuleiro arenoso é um ecossistema que se distribui como um mosaico nos arredores da floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. Este ecossistema apresenta heterogeneidade vegetacional, influenciada pela biota circunvizinha. O estrato herbáceo pode desempenhar importante papel para o funcionamento dos ecossistemas, por abrigar grande diversidade, além de permitir um diagnóstico do meio onde se encontram. O presente trabalho objetivou comparar a riqueza e estrutura do estrato herbáceo e relação com as variáveis do solo de quatro áreas de tabuleiro arenoso com diferentes distâncias, localizadas no estado da Paraíba. 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 de 5 m x 5 m distribuídas em três transecções distantes 15 m entre si, cada transecção com três parcelas, perfazendo um total de 225 m<sup>2</sup> em cada área. Os solos foram coletados por parcela e homogeneizados por transecção, totalizando 3 amostras por área. A vegetação e relação com o solo foi analisada por transecção em cada área. O dendrograma baseado no índice de Jaccard agrupou as duas áreas de Mamanguape e as duas áreas de João Pessoa. Estes grupos também apresentaram semelhanças para a densidade e diâmetro dos indivíduos, demonstrando ser o estrato herbáceo pouco heterogêneo nas escalas de distância deste estudo. Os tabuleiros arenosos apresentaram baixa diversidade e equabilidade. *Trachypogon spicatus* (L. f.) Kuntze foi a espécie dominante nas áreas de Mamanguape e *Aristida longifolia* Trin. foi a espécie dominante nas áreas de João Pessoa. A análise multivariada correlacionou fortemente os componentes do solo sódio e cálcio com a ocorrência e densidade das espécies herbáceas entre as quatro áreas de tabuleiros arenosos.

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

## INTRODUÇÃO

Os tabuleiros arenosos ocorrem 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 e Carvalho 1993). O que levou Andrade-Lima (1960) a classificar 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 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. Logo, 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 cerrado (Oliveira-Filho 1993).

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, Rodrigues e Nave 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 micro-clima e às variações edáficas (Mantovani 1987, Bernarcci 1992, Zickel 1995, Richards 1996, Müller e Waechter 2001, Pereira et al. 2004, Jurinitz e 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 (Reis et al. 1999, 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 a cerca dos 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 com diferentes distâncias.

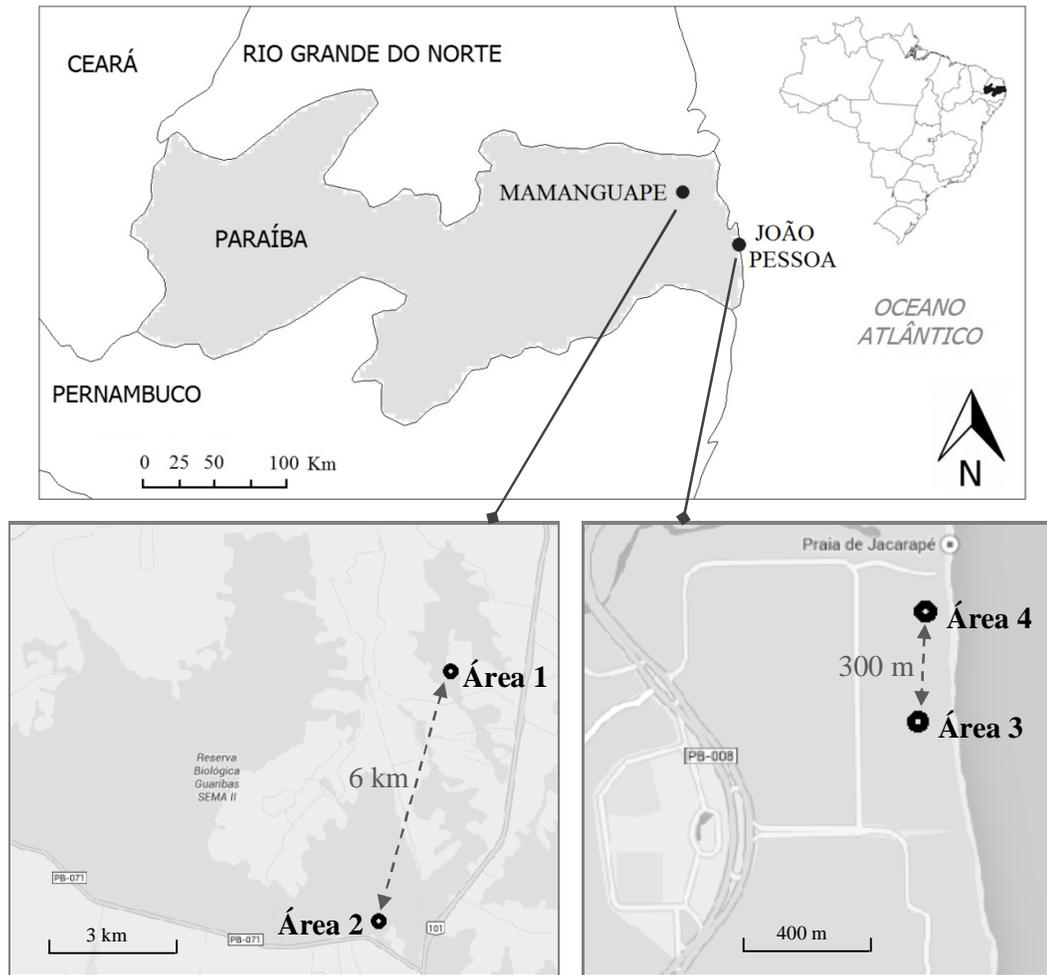
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **CARACTERIZAÇÃO DAS 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). O clima nas localidades é  $As'$ , segundo classificação de Köppen (1936) e caracterizado por ser tropical úmido com verão seco e inverno chuvoso.

As duas áreas de tabuleiros arenosos no município de Mamanguape (área 1:  $06^{\circ}42'03'' S - 35^{\circ}07'33'' O$ , área 2:  $06^{\circ}44'32'' S - 35^{\circ}08'25'' O$ ) distam entre si 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 arenosos no município de João Pessoa (área 3:  $07^{\circ}11'06'' S - 34^{\circ}47'48'' O$ , área 4:  $07^{\circ}10'57'' S - 34^{\circ}47'47'' O$ ) distam entre si aproximadamente 300 m e, nestes locais, predomina a fisionomia florestal com pequenas manchas de área aberta. 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.



Elaborado pelo autor

**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 e Elleberg 1974), onde foram estabelecidos 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 m<sup>2</sup> (nove parcelas) em cada área estudada.

Foi considerada integrante do estrato herbáceo toda planta terrícola não lenhosa e com caule verde (Gonçalves e Lorenzi 2011), incluindo-se as Samambaias, excetuando-se as plântulas das demais assembleias. Foi classificado como um indivíduo o vegetal que não

apresentou conexão entre si ao nível do solo, e todos os indivíduos vivos que estiveram enraizados dentro das parcelas foram amostrados e medidos 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 e 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 pela Embrapa (1997).

O material botânico coletado foi conservado a partir das técnicas usuais de herborização (ver Mori et al. 1989) e posteriormente, as exsiccatas foram depositadas no herbário Dárdano de Andrade Lima (IPA). A determinação 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 delimitação taxonômica das famílias de angiospermas seguiu a classificação do *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III 2009), e para as famílias de 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 e 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](http://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

A amostragem realizada nas quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba resultou num levantamento de 12 espécies pertencentes a 6 famílias (Tabela 1). Em todas as áreas verificou-se o predomínio de espécies de Poaceae. As áreas 1 e 2, em Mamanguape, exibiram maior riqueza de espécies e densidade de indivíduos em comparação com as áreas 3 e 4, de João Pessoa (Tabela 2).

Nas áreas 1 e 2, a espécie que apresentou maior valor de importância (VI) foi *Trachypogon spicatus*, com maior contribuição na densidade relativa (DR), além de encontrar-se presente em todas as parcelas amostradas nestas áreas. *Melocactus violaceus* apresentou o segundo maior VI nas áreas de Mamanguape devido principalmente a sua dominância relativa (DoR). *Aristida longifolia* foi a espécie que apresentou maior VI nas áreas 3 e 4, em João Pessoa. Nas transecções A (A4A) e B (A4B) da área 4 não houve registro

**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).

Família/Espécies	F.v.	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.	Ca	-	-	-	-	-	7	0,37	32,86	6,25	13,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cactaceae																					
<i>Melocactus violaceus</i> Pfeiff	*Ca	21	1,38	71,42	13,79	28,87	41	2,17	64,68	12,50	26,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyperaceae																					
<i>Lagenocarpus guianensis</i> Nees	H	126	8,31	4,72	10,34	7,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orchidaceae																					
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,76	10,46	14,29	8,50	-	-	-	-	-
Poaceae																					
<i>Aristida longifolia</i> Trin.	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118	90,08	82,74	28,57	67,13	9	69,23	56,25	33,33	52,94
<i>Aristida setifolia</i> Kunth	H	-	-	-	-	-	387	20,48	0,74	18,75	13,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	H	17	1,12	0,02	3,45	1,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axonopus polydactylus</i> (Steud.) Dedecca	H	3	0,2	0,01	6,90	2,37	72	3,81	0,06	15,62	6,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gouinia barbata</i> (Hack.) Swallen	H	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	3	23,08	1,56	33,33	32,87
<i>Streptostachys asperifolia</i> Desv.	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	6,11	3,03	42,86	17,33	1	7,69	42,19	33,33	14,40



de indivíduos nas parcelas e, portanto, essas transecções não foram consideradas. *Gouinia barbata* foi a única espécie presente nas quatro áreas estudadas. Nas áreas 1 e 2, em Mamanguape 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.

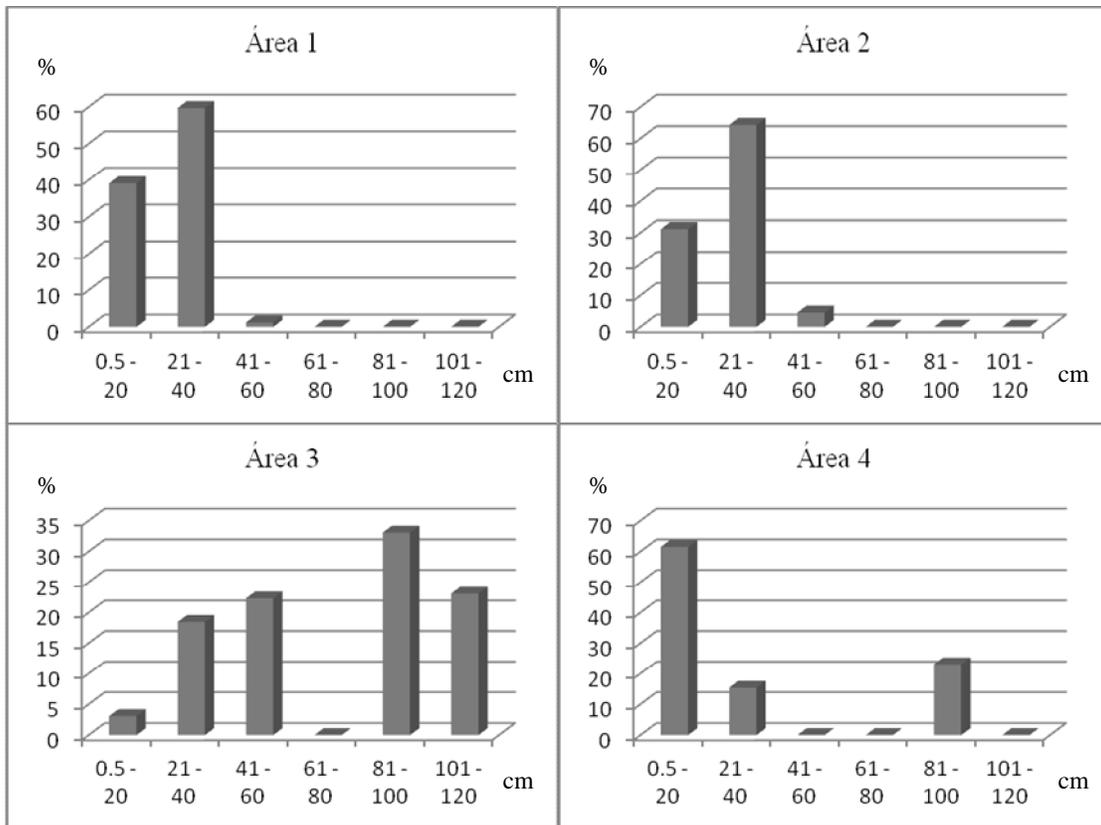
Observou-se uma maior semelhança na distribuição de indivíduos em classes de altura nas áreas 1 e 2, em Mamanguape, com uma maior proporção de indivíduos entre 21 e 40 cm, seguido da classe de altura entre 0,5 e 20 cm. Na área 3, em João Pessoa, observou-se um predomínio de indivíduos entre 81 e 100 cm, seguido da classe de altura entre 101 e 120 cm. Na área 4, em João Pessoa, porém, há um predomínio de indivíduos entre 0,5 e 20 cm, seguido da classe de altura entre 81 e 100 cm (Figura 2).

A diversidade ( $H'$ ) entre as áreas 1 e 2, de Mamanguape, apresentou diferença significativa. A diversidade entre as áreas 3 e 4, de João Pessoa, apresentou diferença significativa. A diversidade das duas áreas de Mamanguape diferiram significativamente da diversidade encontrada na área 3, no entanto, não diferiram da diversidade encontrada na área 4. O componente herbáceo para as áreas 1, 2 e 3 de tabuleiro arenoso apresentou baixa regularidade na distribuição dos valores quantitativos das espécies, com a dominância de uma espécie.

**Tabela 2** – Riqueza, estrutura, diversidade e equabilidade do componente herbáceo nas quatro áreas de tabuleiros arenosos na Paraíba - Brasil.

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

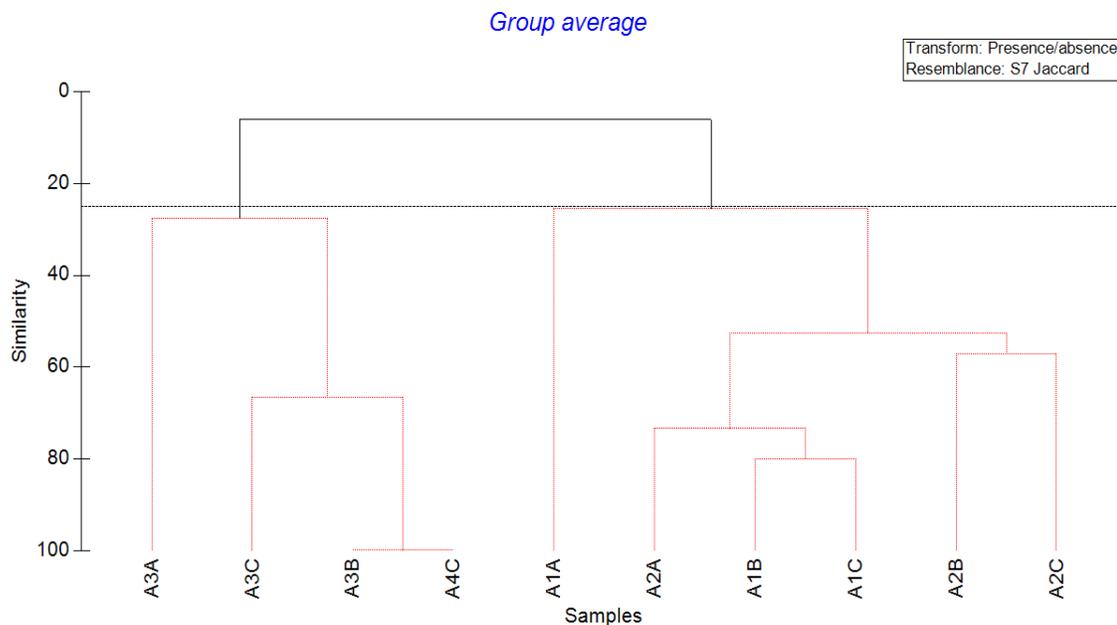
\* valores médios ± desvio padrão. \*\* teste t de Hutcheson.  
ns. – não significativo.



**Figura 2** – Distribuição da porcentagem de indivíduos de herbáceas por classe de altura em intervalos de 20 cm nas quatro áreas de tabuleiros arenosos da Paraíba – Brasil.

#### DENDROGRAMA DE SIMILARIDADE FLORÍSTICA

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 determinadas variáveis edáficas: 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 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.

**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.

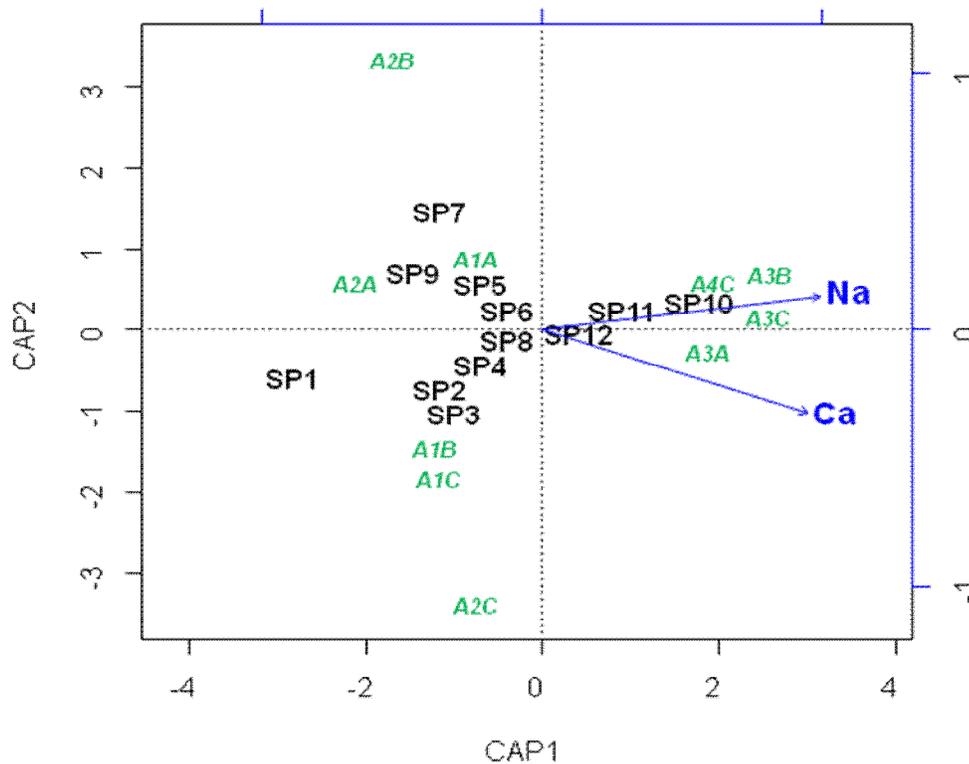
Variáveis edáficas	ANOVAS		Mamanguape		João Pessoa	
	F	(p)	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4
			N=3	N=3	N=3	N=3
P (mg/dm <sup>3</sup> )	3,000	0,094 ns.	2,00	2,00	3,00 $\pm$ 1,00	2,00
pH em H <sub>2</sub> O	4,325	0,043	4,87 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,31	4,83 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,15	4,53 <sup>a</sup> $\pm$ 0,15	5,10 <sup>b</sup> $\pm$ 0,10
*Ca	26,838	0,000	0,65 <sup>a</sup> $\pm$ 0,18	0,57 <sup>a</sup> $\pm$ 0,39	2,58 <sup>b</sup> $\pm$ 0,52	2,05 <sup>b</sup> $\pm$ 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	0,03 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,11 <sup>b</sup> $\pm$ 0,02	0,09 <sup>b</sup> $\pm$ 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	2,04 <sup>a</sup> $\pm$ 0,61	2,35 <sup>a</sup> $\pm$ 1,36	8,00 <sup>b</sup> $\pm$ 0,98	4,10 <sup>a</sup> $\pm$ 0,91
*S	12,251	0,002	1,47 <sup>a</sup> $\pm$ 0,55	1,10 <sup>a</sup> $\pm$ 0,61	4,43 <sup>b</sup> $\pm$ 1,26	2,97 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,15
*CTC	37,778	0,000	3,57 <sup>a</sup> $\pm$ 0,99	3,80 <sup>a</sup> $\pm$ 1,91	12,53 <sup>b</sup> $\pm$ 0,23	7,23 <sup>c</sup> $\pm$ 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

\* cmol<sub>d</sub>/dm<sup>3</sup>

ns. – não significativo.

## 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).



**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.

Maiores concentrações de sódio influenciaram na ocorrência das espécies *Aristida longifolia* e *Streptostachys asperifolia* nas áreas 3 e 4, em João Pessoa, e menores concentrações influenciaram na ocorrência das espécies *Trachypogon spicatus*, *Melocactus violaceus*, *Axonopus polydactylus* e *Gouinia barbata* nas áreas 1 e 2, em Mamanguape. Maiores concentrações de cálcio também influenciaram na ocorrência das espécies *Aristida longifolia* e *Streptostachys asperifolia* nas áreas 3 e 4, em João Pessoa, e menores concentrações influenciaram na ocorrência das espécies *Trachypogon spicatus*, *Aristida setifolia* e *Gouinia barbata* nas áreas 1 e 2, em Mamanguape.

## DISCUSSÃO

A família com maior densidade de indivíduos e riqueza de espécies em todas as áreas de tabuleiros arenosos deste estudo foi Poaceae. Estudos em outras florestas do Brasil no estrato herbáceo (Cestaro et al. 1986, Müller e Waechter 2001, Maraschin-Silva et al. 2009, Citadini-Zanette et al. 2011, Viana e Barbosa 2013) também demonstram as espécies desta família como mais frequentes. As espécies de Poaceae crescem rápido e tendem a ser dominantes, gerando uma rápida cobertura do solo e dificultando o estabelecimento de outras plantas por competição (Evans e Young 1972).

*Trachypogon spicatus* foi a espécie com os maiores valores de número de indivíduos deste estudo (área 1 = 1.159, área 2 = 1.209), dominando as áreas de Mamanguape com os níveis mais elevados de densidade e VI. Por possuir rizoma imediatamente abaixo do nível do solo, *T. spicatus* formou diversas moitas densas ao longo dessas áreas, o que pode explicar sua dominância nestes locais. Mendes et al. (2012) também verificaram o predomínio de *T. spicatus* em um estudo que correlacionou variáveis edáficas com a vegetação em área de cerrado (campo limpo úmido) no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, relacionando-o às áreas menos férteis do local. O gênero *Trachypogon* é dominante em algumas savanas da América do Sul (Lucas de Febres 1963, Baruch, Nassar e Bubis 2004, Baruch 2005, Huber 2007).

*Melocactus violaceus* é um caméfito suculento com grande área basal, o que contribuiu para as maiores médias de diâmetro das áreas de Mamanguape em comparação com as de João Pessoa, onde foi ausente, talvez devido a menor incidência luminosa no solo em virtude da fisionomia florestal predominante observada nas áreas de João Pessoa. Segundo Figueira et al. (1994), na restinga, *M. violaceus* cresce em áreas não inundáveis, expostas ao sol. Esta espécie pode ser observada em estados do nordeste (Alves et al. 2007, Zickel et al. 2007) e sudeste (Taylor 1991), podendo inclusive ser achada em elevações superiores a mil metros nos cerrados em Minas Gerais (Taylor 1991).

*Aristida longifolia* dominou nas áreas de João Pessoa, e foi responsável pela altura máxima e média superior em relação às áreas de Mamanguape. Estudos têm demonstrado a presença desta espécie, nativa do cerrado, nas savanas costeiras amazônicas (Silvério et al. 2013, Rocha et al. 2014).

No presente estudo, os dados de altura máxima encontrados nas áreas de Mamanguape (60 cm) são superiores aos encontrados por Cestaro et al. (1986) (40 cm), e os dados de altura máxima encontrados nas áreas de João Pessoa (120 cm) são superiores aos encontrados por

Dorneles e Negrelle (1999) (70 cm), porém inferiores aos de Müller e Waechter (2001) (222 cm) e Viana e Barbosa (2013) (mais de 3 m), por exemplo.

A forma de vida predominante em todas as áreas foi a hemicriptófito, igualmente observada por Viana e Barbosa (2013) em um estudo envolvendo o estrato herbáceo de um remanescente de Floresta Semidecidual Submontana no Nordeste do Brasil. O predomínio de espécies do grupo hemicriptófito foi verificado em Floresta Ombrófila Densa (Citadini-Zanette 1984, Citadini-Zanette e Baptista 1989) e em Floresta Ombrófila Mista (Cestaro et al. 1986, Citadini-Zanette et al. 2011). Müller e Waechter (2001) também observaram a preponderância desta forma de vida em um estudo com a estrutura sinusial do estrato herbáceo e arbustivo em área de restinga no sul do Brasil. Trabalhos no cerrado envolvendo o espectro biológico geral de diversas fitofisionomias também demonstraram a participação dominante da forma de vida hemicriptófito (Warming 1892, Ratter 1980, Batalha et al. 1997, Batalha e Mantovani 2001, Batalha e Martins 2002a, Batalha e Martins 2002b, Batalha e Martins 2004). A forma de vida hemicriptófito é um elemento marcante na estrutura e composição do estrato herbáceo, possuindo gemas protegidas da estação desfavorável ao nível do solo (Raunkier 1934).

Os valores de diversidade ( $H'$ ) obtidos no presente estudo (0,409 nats/ind a 1,066 nats/ind) apresentaram-se muito abaixo da faixa dos valores encontrados em outros estudos de herbáceas: 2,388 nats/ind. (Citadini-Zanette 1984); 2,688 nats/ind. (Cestaro et al. 1986); 2,514 nats/ind. (Müller e Waechter 2001); 1,904 nats/ind. (Mauhs e Barbosa 2004) ; 2,771 nats/ind. (Inácio e Jarenkow 2008); 1,952 nats/ind. (Palma et al. 2008); 2,639 nats/ind. (Citadini-Zanette et al. 2011); 2,850 nats/ind. (Viana e Barbosa 2013). Além disso, a equabilidade para as áreas 1, 2 e 3 foi baixa, demonstrando a dominância de uma única espécie nestas áreas. 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). O que pode estar relacionado 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 e 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 e Wimmer, 1999). O sódio e o cálcio foram significativamente 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 e 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, também em Mamanguape, o valor de M ( $18,67 \pm 7,51$ ) caracterizou 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 apresentaram 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 aplicaram 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 RJV, Cardin L, Kropf MS. 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 III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161: 105-202.
- Ashton PS. 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, p.239-251.
- Ayres M, Ayres Júnior M, Ayres DL, Santos AA. 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 MA, Aragaki S, Mantovani W. 1997. Florística do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). – **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 16: 49-64.
- Batalha MA, 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 MA, Martins FR. 2002a. Biological spectra of cerrado sites. **Flora** 197(6): 452-460.
- Batalha MA, Martins FR. 2002b. The vascular flora of the cerrado in Emas National Park (Goiás, Central Brazil). **Sida** 20: 295-312.
- Batalha MA, Martins FR. 2004. Floristic, frequency, and vegetation life-form spectra of a cerrado site. **Brazilian Journal of Biology** 64(2): 201-209.
- Bernacci LC. 1992. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta no município de Campinas, com ênfase nos componentes herbáceo e arbustivo**. 147 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Botrel RT, Oliveira-Filho AT, Rodrigues LA, Curi 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 JE, Zar JH. 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 DAC, Oliveira-Filho AT, van den Berg E, Fontes MAL, Vilela EA, Marques JIGSM, Carvalho WAC. 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 DAC, Oliveira-Filho AT, Vilela EA, Curi N, van den Berg E, Fontes MAL, 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 LA, Waecheter JL, Baptista LRM. 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 LRM. 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 JL, Jarenkow JA, Klein AS, 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 KR, Gorley RN. 2005. **PRIMER v6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, 571 Plymouth.
- Dias NS, Blanco FF. 2010. **Efeitos dos sais no solo e na planta**. Embrapa meio-norte. Fortaleza, CE.
- Dorneles LP, Negrelle RRB. 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 RR, 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, p.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 RA, Young JA. 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 JEC, Vasconcellos-Neto J, Garcia MA, Souza ALT. 1994. Saurocory in *Melocactus violaceus* (Cactaceae). **Biotropica** 22: 295-301.
- Flinn KM, Vellend M, Marks PL. 2005. Environmental causes and consequences of forest clearance and agricultural abandonment in central New York, USA. **Journal of Biogeography** 32: 439-452.
- Fonseca MR. 1979. **Vegetação e flora dos tabuleiros arenosos de Pirambu-Sergipe**. 102f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Furtini Neto AE, Rezende AV, Vale RV, Faquin V, Fernandes LA. 1999. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase muda. **Cerne** 5(2): 1-12.
- Gilliam FS. 2006. Response of the herbaceous layer of forest ecosystems to excess nitrogen deposition. **Journal of Ecology** 94: 1176–1191
- Gonçalves EG, 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 SE. 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 CD, 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 CF, Baptista LRM. 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 geographischa System der Klimate. *In*: **Handbuch der Klimatologie**, edited by: Koppen, W. and Geiger, G., I. C. Gebr, Borntraeger, 1–44.
- Leitão AC, Silva OA. 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.

- Luces de Febres Z. 1963. Las gramíneas del Distrito Federal. Caracas: **Instituto Botánico**. Dirección de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Agricultura y Cría.
- Mantovani W. 1987. **Análise florística fitossociológica do estrato herbáceo subarbustivo do cerrado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu e em Itirapina, SP**. 203 f. Tese (Doutorado em Ciências - Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Maraschin-Silva F, Scherer A, Baptista LRM. 2009. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbustivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 7(1): 53-65.
- Martins FR, Batalha MA. 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 JF. 2004. Levantamento do componente herbáceo em floresta de restinga psamófila, Palmares do Sul, RS. **Pesquisas, Série Botânica** 55: 137-141.
- McLaughlin SB, Wimmer R. 1999. Calcium physiology and terrestrial ecosystem processes. **New Phytologist** 142: 373-417.
- Mendes MRA, Munhoz CBR, Silva Junior MC, Castro AAJF. 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 LA, Silva LAM, 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.
- Müller SC, Waechter JL. 2001. Estrutura sinusal dos componentes herbáceo e arbustivo de uma floresta costeira subtropical. **Revista Brasileira de Botânica** 24: 395-406.
- Neri AV, Soares MP, Meira Neto JAA, Dias LE. 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 AT. 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 AT, Carvalho DA. 1993. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica** 16(1): 115-130.
- Oliveira-Filho AT, Vilela EA, Carvalho DA, Gavilanes ML. 1994a. Differentiation of streamside and upland vegetation in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. **Flora** 189: 1-19.

- Oliveira-Filho AT, Scolforo JR, Mello JM. 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 AT, Curi N, Vilela EA, Carvalho DA. 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 CB, Inácio CD, Jarenkow JA. 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.
- Parmentier I, Stévant T, Hardy O. 2005. The inselberg flora of Atlantic Central Africa. I. Determinants of species assemblages. *Journal of Biogeography* 32: 685-696.
- Pereira MCA, Cordeiro SZ, Araujo DSD. 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.
- R Development Core Team. 2009. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, R Foundation for Statistical Computing.
- Ratter JA. 1980. **Notes on the vegetation of Fazenda Água Limpa (Brasília – DF, Brasil)**. Royal Botanical Garden, Edinburgh, 111p.
- Raunkiaer C. 1934. **The life forms of plants and statistical plant geography**. Oxford University Press, Oxford. 67 p.
- Reis A, Zambonin RM, Nakazono EM. 1999. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica – Série Cadernos da Reserva da Biosfera, 14. São Paulo, n. 14, pp. 1-42.
- Rending VV, Taylor HM. 1989. **Principles of Soil-Plant Interrelationships**. New York, 275p.
- Richards PW. **The tropical rain forest: an ecological study**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- Ritchey KD, Silva JE, Costa UF. 1982. Calcium deficiency in clayey B horizons of savanna oxisols. *Soil Science* 133: 378-382.
- Rocha AES, Miranda IS, Costa Neto SV. 2014. Composição florística e chave de identificação das Poaceae ocorrentes nas savanas costeiras amazônicas, Brasil. *Acta Amazonica* 44(3): 301-314.

- Salgado AO, Jordy Filho S, Gonçalves LMC. 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 TJ. 1995. Effects of hydrogen on soybean root growth in a subsurface solution. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 30(2): 255-261.
- Shepherd GJ. 1995. **Fitopac 1.0. Manual do Usuário**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Silvério DV, Brando PM, Balch JK, Putz FE, Nepstad DC, Oliveira-Santos C, Bustamante MM. 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 AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Korall P, Schneider H, Wolf PG. 2006. A classification for extant ferns. **Taxon** 55: 705-731.
- Smith AR, Pryer KM, Schuettpelz E, Korall P, Schneider H, Wolf PG. 2008. Fern classification. In: RANKER, T. A.; HAUFLER, C. H. (Eds.). **Biology and evolution Ferns and Lycophytes**. Cambridge University Press, New York, p. 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 NP. 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, p.91-173.
- Viana JL, Barbosa MRV. 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.
- Warming E. Lagoa Santa. In: Warming E e Ferri MG. 1892. **Lagoa Santa, a vegetação de cerrados brasileiros**. Belo Horizonte: Itatiaia, p.1-284.
- Whigham DF. 2004. Ecology of woodland herbs in temperate deciduous forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 35: 583-621.
- Zar JH. 1999. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, New Jersey, 4 ed.

- Zickel CS. 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 CS, Almeida Jr EB, Medeiros DPW, Lima PB, Souza TMS, Barros AL. 2007. Magnoliophyta species of restinga, Pernambuco State, Brazil. **Check List** 3(3): 224-241.
- Zickel CS, Adriano Vicente S, Almeida Jr EB, 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: NUPEEA, p. 69-88.

## 1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

O presente estudo indica que o componente herbáceo entre áreas de tabuleiros arenosos, mesmo em distâncias consideráveis como a observada em Mamanguape (6 km), apresenta similaridades na estrutura e composição florística. Também foram observadas espécies do cerrado nas localidades, sendo, inclusive, as espécies dominantes das áreas estudadas. Além disso, as variáveis edáficas parecem ter sido um forte preditor da ocorrência e densidade das espécies, bem como na influência da diversidade e equabilidade das áreas. O que sustenta a necessidade de mais estudos no sentido de ampliar comparações e verificar padrões nos resultados.

Ressalta-se, ainda, a necessidade de trabalhos envolvendo a influência luminosa, umidade do solo, dinâmica da comunidade vegetal e relações fitogeográficas, qualquer que seja o estrato, no intuito de compreender e melhor classificar o tabuleiro arenoso, aliando a isso a possibilidade de iniciativas conservacionistas.

## ANEXO

### NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS

As instruções devem ser lidas cuidadosamente e seguidas integralmente. Desta forma, a avaliação e publicação de seu artigo poderão ser feitas com mais eficiência e rapidez. Os editores reservam-se o direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Os artigos devem ser escritos em inglês claro e conciso.

#### **Objetivo e Política Editorial**

Todos os artigos submetidos devem conter pesquisa original e ainda não publicada ou submetida para publicação. O primeiro critério para aceitação é a qualidade científica. O uso excessivo de abreviaturas ou jargões deve ser evitado, e os artigos devem ser compreensíveis para uma audiência tão vasta quanto possível. Atenção especial deve ser dada ao Abstract, Introdução e Discussão, que devem nitidamente chamar a atenção para a novidade e importância dos dados relatados. A não observância desta recomendação poderá resultar em demora na publicação ou na recusa do artigo.

Os textos podem ser publicados como uma revisão, um artigo ou como uma breve comunicação. A revista é trimestral, sendo publicada nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

#### **Tipos de Artigos**

**Revisões:** Revisões são publicadas somente a convite. Entretanto, uma revisão pode ser submetida na forma de breve carta ao Editor a qualquer tempo. A carta deve informar os tópicos e autores da revisão proposta e declarar a razão do interesse particular do assunto para a área.

**Artigos:** Sempre que possível, os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes: 1. Página de rosto; 2. Abstract (escrito em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introdução; 4. Materiais e Métodos; 5. Resultados; 6. Discussão; 7. Agradecimentos quando necessário; 8. Resumo e palavras-chave (em português - os autores estrangeiros receberão assistência); 9. Referências. Artigos de algumas áreas, como Ciências Matemáticas, devem observar seu formato usual. Em certos casos pode ser aconselhável omitir a parte (4) e reunir as partes (5) e (6). Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e os tratamentos experimentais em animais.

**Breves Comunicações:** Breves comunicações devem ser enviadas em espaço duplo. Depois da aprovação não serão permitidas alterações no artigo, a fim de que somente correções de erros tipográficos sejam feitas nas provas.

Os autores devem enviar seus artigos somente em versão eletrônica.

## **Preparo dos Artigos**

Os artigos devem ser preparados em espaço duplo. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos.

**Tamanho dos artigos:** Embora os artigos possam ter o tamanho necessário para a apresentação concisa e discussão dos dados, artigos sucintos e cuidadosamente preparados têm preferência tanto em termos de impacto quando na sua facilidade de leitura.

**Tabelas e ilustrações:** Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas, fotografias e tabelas com mais de 12 colunas ou mais de 24 linhas (máximo de figuras gratuitas: cinco figuras). A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada.

**Figuras digitalizadas:** As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 cm (uma coluna) ou 12,6 cm (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 cm. As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-TeX ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em .RTF ou em WORD para Windows.

**Página de rosto:** A página de rosto deve conter os seguintes itens: 1. Título do artigo (o título deve ser curto, específico e informativo); 2. Nome (s) completo (s) do (s) autor (es); 3. Endereço profissional de cada autor; 4. Palavras-chave (4 a 6 palavras, em ordem alfabética); 5. Título abreviado (até 50 letras); 6. Seção da Academia na qual se enquadra o artigo; 7. Indicação do nome, endereço, números de fax, telefone e endereço eletrônico do autor a quem deve ser endereçada toda correspondência e prova do artigo.

**Agradecimentos:** Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

**Abreviaturas:** As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

**Referências:** Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas indexadas) e artigos em preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, podem ser citados no texto como (Smith et al. unpublished data) e não devem ser incluídos na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras.

As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais. Se houver mais de 10 autores, use o primeiro seguido de et al. As referências devem ter o nome do artigo. Os nomes das revistas devem ser abreviados. Para as abreviações corretas, consultar a listagem de base de dados na qual a revista é indexada ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos são considerados como guia geral para as referências.

#### *Artigos*

Albe-Fessard D, Condes-Lara M, Sanderson P and Levante A . 1984a. Tentative explanation of the special role played by the áreas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

Albe-Fessard D, Sanderson P, Condes-Lara M, Delandsheer E, Giuffrida R and Cesaro P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

Knowles RG and Moncada S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

Pinto ID and Sanguinetti YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

#### *Livros e capítulos de livro*

Davies M. 1947. An outline of the development of Science, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

Prehn RT . 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: National Cancer Conference , 5., Philadelphia Proceedings ....., Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

Uytenbogaardt W and Burke EAJ . 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2 nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

Woody RW . 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: Blouts ER et al . (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

*Outras publicações*

International Kimberlite Conference , 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994., 495 p.