

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

MONIELLE ALENCAR MACHADO

**Caracterização estrutural e fatores edáficos da vegetação lenhosa da
restinga da Ilha de Curupu, Raposa – MA**

SÃO LUIS, MA

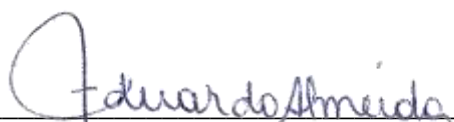
2016

Monielle Alencar Machado

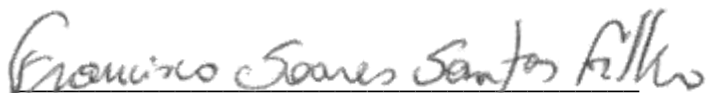
Caracterização estrutural e fatores edáficos da vegetação lenhosa da restinga da Ilha de Curupu, Raposa – MA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação – PPGBC, para obtenção do título de Mestre.

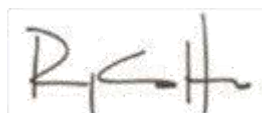
Aprovada em 19 de fevereiro de 2016



Prof. Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr.
Universidade Federal do Maranhão
Orientador



Prof. Dr. Francisco Soares Santos-Filho
Universidade Estadual do Piauí



Prof. Dr. Regis Catarino da Hora
Universidade Federal do Maranhão (Campus Chapadinha)

1° Suplente: Msc Dinnie Michelle Assunção Lacerda
Mestre em Biodiversidade e Conservação

2° Suplente: Prof. Dra. Ilisandra Zanandrea
Universidade Federal do Maranhão

Monielle Alencar Machado

Caracterização estrutural e fatores edáficos da vegetação lenhosa da restinga da Ilha de Curupu, Raposa – MA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Maranhão, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação – PPGBC, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Eduardo Bezerra de Almeida Jr.

São Luís, MA
2016

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho a **Odila da Silva**, minha amada vó, que me mostrou o amor da forma mais linda e pura, adotando minha família para ser sua e me tornando uma amada neta, me mostrou que não precisamos de laços sanguíneos quando há uma ligação divina. Vó onde quer que esteja sei que estará na torcida pelo meu sucesso e intercedendo por mim junto a Jesus.
Te amo!*

AGRADECIMENTOS

Tentei buscar nos últimos dias uma palavra que definisse a conclusão desse trabalho e ao que me parece a palavra mais adequada é GRATIDÃO, buscando o seu significado encontrei várias definições, mas a que mais me chamou atenção foi: **Gratidão** é um sentimento de **reconhecimento**, uma emoção por saber que uma pessoa fez uma boa ação, um auxílio, em favor de outra. Nesse sentido, começo dizendo que serei eternamente grata a todas as pessoas que contribuíram para que esse passo tão importante fosse dado.

Primeiro sou grata a Deus, meu pai celestial, aquele que me deu vida e principalmente me fez assim, teimosa, insistente, “aquela que nada contra a maré” e mesmo cercada de tantas coisas e caminhos ditos fáceis, ele me deu forças para lutar e fazer a diferença, colocando além de persistência, pessoas tão especiais ao meu lado, sem as quais não teria dado conta de chegar até aqui.

Agradeço ao programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação que tornou possível esse mestrado.

Aos coordenadores do curso do PPGBC, Gilda Vasconcelos e Nivaldo Piorski, pelo apoio e incentivo.

A secretária do PPGBC, Ana Lúcia pela disponibilidade, simpatia e gentileza. Obrigada por tudo.

A CAPES pela bolsa concedida e todo apoio.

A FAPEMA pelo financiamento no projeto principal, tornando possível a aquisição de dados e confecção desse trabalho.

Gratidão a minha mãe Maria do Socorro Alencar. Tenho certeza que precisarei de muitas vidas para tentar retribuir o que ela fez por mim, a ela devo todo meu conhecimento de vida, todos os meus sonhos, pois sei que desistiu de muitos dos seus para realizar os meus. A senhora cumpriu seu papel de mãe da forma mais linda possível, e por isso que hoje chegamos até aqui. Agradeço a minha irmã Daniela Alencar, meu espelho, minha força nos momentos de fraqueza, sei o quanto me amas, ora por mim e faz também dos meus sonhos os seus. Por vocês duas estarei sempre disposta a lutar e amar.

Ao meu namorado Felipe Fortes, por toda paciência, por tanta dedicação, por toda ajuda durante a confecção desse trabalho, por sempre estar do meu lado em todos os momentos, principalmente nos difíceis, sempre me animando me colocando para cima e mesmo longe fisicamente algumas vezes, se fez presente me ajudando em tudo o que precisei, sem nunca ter

me dito um não e fazendo das minhas lutas as suas. Obrigada por vivenciar as muitas formas de amar ao meu lado!

Agradeço aos meus amigos-irmãos Samira Martins, Flávia Lopes, Israel Pires, Marcelo Santos e Nilce Serra, obrigada por estarem sempre torcendo por mim, compartilhando minhas dores e alegrias, torcendo e valorizando tanto minha pessoa.

Agradeço aos meus amigos do curso de Oceanografia da turma 2009.1 que fizeram e ainda fazem parte da minha vida e mesmo durante esse afastamento, sempre vibraram com todas as minhas vitórias, fortalecendo ainda mais a cumplicidade entre nós. Agradeço em especial a Erlle Dairlane, Gustavo Dutra, Paulo Menezes, Raabe Catarine, Sarah Raquel e Silvino Jardim, que ultrapassaram as fronteiras da Universidade e se tornaram fieis amigos-irmãos.

Em meio a tantos agradecimentos sei que esse trabalho não seria possível sem o companheirismo e a ajuda dos meus amigos do Laboratório de Estudos Botânicos (LEB), minha gratidão por esses 24 meses de muito respeito, muitas partilhas, conhecimentos infinitos e muita ajuda. Obrigada a Ana Cassia, Aryana, Gabriela, Luana, Mariana, Michelle, Ingrid Santana, Luan, Marina e Luciano. Vocês terão sempre lugar especial em minha vida.

Dos amigos queridos do LEB, gostaria de agradecer em especial algumas pessoas que foram verdadeiros presentes nessa caminhada e com certeza estarão guardadas em meu coração para todo sempre.

Minha gratidão a Ariade (minha Ariade Nazarethy), por tudo, por ser profissional, amiga, às vezes confiante, por toda paciência, pelas identificações botânicas, pela ajuda durante as coletas, sendo em todas elas meu equilíbrio emocional, me trazendo paz em meio à turbulência, a sua amizade tem grande valor na minha vida, com você aprendi muito e tenho grande orgulho e enorme gratidão por tê-la conhecido, espero está sempre ao seu lado te apoiando e torcendo pelo seu sucesso.

A Gustavo por se mostrar tão leal, tão corajoso e prestativo, por tudo amigo, obrigada, por todas as vezes que esteve disposto a me estender a mão, principalmente por ter forças para me ajudar em “coletas impossíveis”, ultrapassando as fronteiras do trabalho, mostrando para mim o verdadeiro valor da doação e do companheiro.

Gratidão a grande mulher Bruna, arretada como sempre, me colocando pra cima, disposta a me animar nas horas de fraqueza, disponível também para “coletas impossíveis”, obrigada pelas partilhas de riso, choro, até mesmo broncas, fazendo o papel de mãezona que põe ordem na casa e se tornando um dos meus braços direito nas tarefas desse trabalho. Nunca esquecerei de toda ajuda, obrigada por tudo.

Agradeço a Alan, por tanta disponibilidade, por me ajudar nos primeiros momentos estando comigo disposto a enfrentar a aventura da Ilha de Curupu (inclusive jantar comida temperada com areia), sendo também um dos maiores incentivadores nessa trajetória, prestativo, companheiro se mostrando um verdadeiro amigo para todas as horas.

Agradeço a Kauê, por toda força, paciência, por aceitar toda aquela aventura da Ilha de Curupu (ser mais um integrante da “coleta impossível”), também pelo apoio, pelos inúmeros momentos de partilha e riso ao meu lado. Obrigada você tem grande valor para mim.

Agradeço aos meus “conterrâneos” de bairro Ingrid Amorim e Jailson (Xailson) por toda ajuda durante as coletas, principalmente as de solo, que foram desafiadoras e por todo incentivo, a vocês meu muito obrigada de coração.

Agradeço a minha amiga de trabalho e companheira de turma Flávia, obrigada pelos conhecimentos partilhados, por ter sido importante para meu crescimento, por todos os inúmeros seminários em que estávamos juntas em meio ao desespero e alegria de se fazer um mestrado, mas principalmente obrigada pela confiança na minha pessoa, por ser sincera e honesta em seus atos. Conte sempre comigo.

Minha gratidão ao Prof. Dr. Eduardo Almeida Jr (Edu), esse que hoje posso dizer que é mais que meu orientador, mas se tornou meu grande amigo, o maior incentivador, defensor e torcedor pela minha vitória. Agradeço de todo o meu coração por ter tido a coragem de bater na sua porta e pedir uma vaga no mestrado, a partir do seu sim eu estava ganhando os maiores presentes que a Biodiversidade e Conservação pode me dar, a sua orientação-amizade e o LEB. Obrigada por tanta confiança, obrigada por desafiar meus limites todos os dias, obrigada por estar presente na “coleta impossível” (sei que poucos orientadores estariam) pelas madrugadas via hangout e whatsapp corrigindo meus erros e ajudando a trilhar o melhor caminho, obrigada pelos conselhos profissionais e acadêmicos, mas principalmente pelos conselhos de vida, fazendo com que me tornasse o que sou hoje, nesses 24 meses de partilha pude perceber qual profissional gostaria de ser, e sim, quero pelo menos ser parecida com meu orientador. Acredito que o encontro entre duas pessoas é como o contato de duas substâncias químicas: se houver reação, ambas se transformam. E você me transformou e me inspirou, por isso sairei eternamente grata, saio com a certeza de que fiz a escolha certa. Obrigada inúmeras vezes mais.

Agradeço a Prof. Patrícia Lima pela disponibilidade e ajuda nos dados estatísticos deste trabalho.

A David Muniz pela disponibilidade e confecção do Mapa da Área de Estudo.

Aos membros da banca Prof. Dr. Francisco Soares, Prof. Dr. Regis da Hora, Msc. Michelle Lacerda, Prof. Dr. Ilisandra Zanandrea, pelas importantes sugestões e contribuições.

Ao Prof Dr. Francisco Soares por tantas correções, pelo acompanhamento do meu trabalho, inúmeras contribuições e por incentivar e acreditar em mim.

A todos os meus amigos do mestrado, pelos momentos divididos juntos, especialmente à Flávia, Albeane e Nathali, obrigada por dividirem comigo dias angustiantes, alegres e por ouvirem minhas bobagens.

Finalmente, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução desse trabalho. Talvez por esquecimento, alguém pode não ter sido citado, dessa forma, para cada pessoa que torceu por mim, meus sinceros agradecimentos.

Ninguém vence sozinho... OBRIGADA A TODOS!

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, Ilha de Curupu, Raposa, Maranhão.

Adaptado por D. B. Muniz.

Figura 2. Distribuição do número de indivíduos por classes de altura (intervalo de 1 m) das espécies lenhosas da restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil.

Figura 3. Distribuição do número de indivíduos por classes de diâmetro (intervalo de 10 cm) das espécies lenhosas da restinga do Curupu, município de Raposa, MA, Brasil.

Figura 4. Diagrama da ordenação dos pontos baseados na frequência das espécies da vegetação lenhosa da restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil e sua correlação com Mg, M.O., SB (soma de bases) e V (saturação por bases). Os números as espécies encontram-se listados na Tabela 1.

Figura 5. Dendrograma de similaridade entre a restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil e outras áreas de restinga do Litoral Nordeste Setentrional (Algoal-PA, Viceu-PA, Ilha Grande-PI, Parnaíba-PI, Luís Correia-PI, Pecém-CE, Alcântara-MA).

Tabela 1. Lista com a quantidade de espécies totais dos estudos e das espécies utilizadas na análise de similaridade entre a vegetação de restinga do litoral setentrional.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies lenhosas amostradas na restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil. N= Número de indivíduos, FRAbs = Frequência absoluta, DAbs= Densidade absoluta, DoAbs = Dominância Absoluta, VI= Valor de Importância, VC= Valor de Cobertura.

Tabela 3. Variáveis físico-químicas das amostras de solo da restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil.

Sumário

RESUMO	11
INTRODUÇÃO GERAL	12
REVISÃO DE LITERATURA	13
Estudos Fitossociológicos.....	13
Fatores Edáficos	18
REFERÊNCIAS	21
ARTIGO A SER ENVIADO AO PERIÓDICO	27
RESUMO	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
Área de estudo	31
Coleta dos dados e identificação das espécies.....	33
Análise dos dados e arquitetura da comunidade lenhosa	34
Coleta e análise dos dados edáficos.....	35
Similaridade.....	36
RESULTADOS	37
Arranjo Estrutural.....	37
Fatores Edáficos	42
Similaridade.....	44
DISCUSSÃO	45
AGRADECIMENTOS	54
REFERÊNCIAS	55

RESUMO

As restingas brasileiras recobrem a estreita faixa continental de areias holocênicas de origem marinha, ocupam cerca de 80% da costa e englobam um conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distinto. A presente dissertação traz um estudo realizado na restinga da Ilha de Curupu, Raposa, litoral do Maranhão, cujo litoral faz parte da porção setentrional do litoral nordestino. Este estudo possui um capítulo sobre a composição estrutural do componente lenhoso da restinga da Ilha Curupu associando a fatores edáficos condicionantes, além de verificar se os ecossistemas adjacentes, pertencentes ao litoral setentrional, exercem influência na composição das espécies vegetais da Ilha. Para atender as análises propostas foi realizada amostragem utilizando o método de pontos quadrantes, com 50 pontos distribuídos em cinco transecções paralelas. Em cada ponto quadrante foram analisados os quatro indivíduos vivos mais próximos do centro do ponto quadrante que possuíam diâmetro a altura do solo (DAS) ≥ 3 cm. Todos os indivíduos tiveram diâmetro, altura e distância do centro do ponto, medidos. Após medição, os indivíduos foram coletados e identificados. Para amostragem do solo, nos quadrantes, foram coletadas 25 amostras de solo nas 5 transecções para determinar as variáveis químicas (pH, K, P, Ca, Mg, Al H+Al, SB, V, MO e CTC) e físicas (proporções de areia, silte e argila). Foi montada uma matriz com as variáveis do solo para correlacionar com as espécies, utilizando a CCA. Para analisar a similaridade entre as espécies do presente estudo com áreas litorâneas foi montada uma matriz de presença e ausência com espécies lenhosas a partir das listagens dos estudos fitossociológicos do litoral do Maranhão, Ceará, Piauí e Pará, realizando uma análise de cluster através do índice de Jaccard. Foram identificadas 32 espécies, 27 gêneros e 17 famílias. *Astrocaryum vulgare*, *Protium heptaphyllum*, *Anacardium occidentale*, *Coccoloba latifolia* e *Tilesia baccata* apresentaram maior VI, Destaca-se *Astrocaryum vulgare* que se trata de uma espécie com característica pioneira, bem adaptada a solos pobres e com influências Amazônicas, o que pode justificar sua grande abundância na área de estudo. O H' foi de 2,8 nat.ind⁻¹ e J' de 0,8, aproximando-se do valores encontrados em outras restingas do litoral setentrional. Somente *Chiococca alba* e *Mouriri guianensis* apresentaram correlação positiva com o Mg, M.O., SB e V. Com relação à similaridade foi observado que a restinga de Curupu assemelha-se a de Alcântara/MA, devido a proximidade geográfica. Contudo a mesma também obteve similaridade com o Ceará, justificada pelas características abióticas da área no litoral cearense ser mais semelhantes as características encontradas no litoral maranhense, além disso foi possível observar que as espécies encontradas nas duas áreas são economicamente viáveis ao

homem, o que pode também ser um fator preponderante para a permanência e colonização dessas espécies nas áreas.

INTRODUÇÃO GERAL

A busca por informações sobre os aspectos da zona costeira trata-se de uma experiência considerada recente para ciência e pode ser atribuída ao fato de que demorou mais de cem anos para as pesquisas básicas revelarem as influências das águas correntes sobre o relevo (SOUSA; FEITOSA, 2009). Contudo, isso mudou no início do século XX, quando surgiu uma preocupação com os problemas ambientais costeiros das grandes cidades, em sua maioria causada pela densidade de ocupação, extensão das áreas ocupadas e do tipo de volume de material descartado (SOUSA; FEITOSA, 2009).

No Brasil, apesar de sua grande área territorial, os ecossistemas litorâneos são os que mais recebem influências das ações antrópicas, muito em função da ocupação desigual e desordeira que se iniciou no país, começando no mar em direção ao interior (CUNHA 2005). As ações antrópicas também estão associadas aos avanços da urbanização e da agricultura que pressionam e diminuem muito a cobertura vegetal das regiões litorâneas. Isso vem acontecendo de maneira acentuada, principalmente, na região Nordeste que apesar de possuir o mais extenso litoral brasileiro ainda possui poucos estudos desenvolvidos quando comparados à extensão territorial e heterogeneidade da vegetação litorânea (SÁ; PEREIRA, 2005; ZICKEL et al. 2004).

Nesse contexto, a restinga é tida como um dos ecossistemas mais afetados com as negativas consequências dos impactos gerados nas zonas costeiras, por serem ambientes considerados frágeis e com baixa capacidade de resiliência, com vegetação que se desenvolve em solos arenosos, altamente lixiviados e pobres em nutrientes (ARAÚJO et al., 2004; GUEDES et al., 2006). A supressão dessa vegetação vem causando uma reposição lenta de espécies, geralmente com plantas de menor porte, o que vem ocasionando uma menor diversidade, possibilitando que algumas espécies passem a predominar nesse ecossistema (CONAMA, 1996).

Segundo Thomazi (2013), devido aos processos históricos de ocupação e uso econômico da costa brasileira, boa parte das zonas costeiras encontra-se em processo de fragmentação. Com o avanço de atividades antrópicas (agricultura, urbanização e exploração de recursos) há uma redução de habitats e um isolamento de áreas remanescentes o que traz consequências negativas para as espécies da fauna e flora (TANIZAKI-FONSECA;

MOULTON, 2000; MAGALHÃES, 2005). Em função dessa degradação, somados a ausência de dados ecológicos e fisionômicos de diversos trechos do litoral brasileiro, a comunidade científica passou a se preocupar, desenvolvendo diversos estudos no ecossistema costeiro, principalmente associados as restingas (ASSIS et al., 2004a, BERTOLIN, 2006).

Trabalhos iniciais que visem explorar dados florísticos e fitossociológicos são considerados os principais pontos de partida para a realização de análises ecológicas mais abrangentes e/ou mais complexas do componente vegetal. Nesse contexto, enquadra-se o estado do Maranhão que apesar de possuir o segundo maior litoral do país com 640km, aproximadamente (EL ROBRINI et al., 2006) ainda carece de informações básicas sobre sua composição vegetal costeira. Desta forma possui somente dois estudos fitossociológicos para o componente lenhoso (SERRA et al., dados não publicados; ALMEIDA JR. et al. dados não publicados). Sendo assim, a presente pesquisa delimita-se a conhecer a composição vegetal da região costeira do Maranhão, buscando respostas sobre os fatores edáficos, estrutura e similaridade da vegetação.

REVISÃO DE LITERATURA

Estudos Fitossociológicos

A fitossociologia trata-se de uma ciência direcionada ao estudo de comunidades vegetais, podendo ser entendida como sendo parte da ecologia vegetal ou ciência da vegetação. Entender os padrões de estruturação das comunidades vegetais é um dos principais papéis da fitossociologia, bem como descrever e compreender a associação de espécies vegetais na comunidade, que por sua vez caracterizam as unidades fitogeográficas, como resultado das interações destas espécies entre si e com o meio (RODRIGUES; GANDOLFI, 2001; GIEHL; BUDKE, 2011).

Para Chaves et al. (2013), a fitossociologia é o ramo da Ecologia Vegetal utilizado para diagnóstico quali-quantitativo das formações vegetacionais. Vários pesquisadores defendem a aplicação de seus resultados no planejamento das ações de gestão ambiental como no manejo florestal e na reabilitação de áreas impactadas. Os métodos fitossociológicos já eram destacados por alguns autores, como Barbosa et al. (1989), que enfatizaram que a fitossociologia aliada a estudos fitogeográficos, ecológicos e fenológicos, possuem papel importante nos modelos de recuperação de áreas degradadas. O que contribui de forma positiva para gestão de ecossistemas.

No Brasil, a fitossociologia teve seus primeiros trabalhos efetuados na década de 1940, cujas pesquisas eram restritas às florestas úmidas. Os primeiros ensaios envolvendo fitossociologia no país surgiram com o propósito de subsidiar estudos epidemiológicos da febre amarela silvestre, no Estado do Rio de Janeiro (MANTOVANI, 2009; ANDRADE et al., 2011). Posteriormente, na década de 80 a fitossociologia se consolidou como uma área de pesquisa das mais relevantes em ecologia, o que permitiu um aumento no número de trabalhos e bons diagnósticos de parte da estrutura vegetal de diversos biomas brasileiros, principalmente do Cerrado, Matas Ciliares, florestas semidecíduais, pluviais e tropicais.

Em 2011, p.e.: M. E. Felfili e outros autores publicaram o livro intitulado: *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*, que trouxe uma importante contribuição na aplicação de métodos fitossociológicos (FELFILI et al., 2011) em diferentes ecossistemas brasileiros. Para estes autores a busca para entender os padrões de estruturação das comunidades produz resultados significativos em vários anos de história. Observou-se, por exemplo, que no período de 1978 a 2007, foram publicados, nos periódicos analisados, 229 trabalhos de fitossociologia. Ao longo dos anos houve uma relação linear estreita entre o número total de artigos publicados por ano e o número de artigos de fitossociologia. Isso indica que o aumento do número total de artigos foi acompanhado por aumento proporcional no número de trabalhos de fitossociologia (GIEHL; BUDKE, 2011).

Nos exemplos de estudos desenvolvidos nos ecossistemas brasileiros podemos citar as contribuições mais descritivas. Para o bioma Cerrado desenvolvidos por Felfili et al. (2001); Andrade et al. (2002) e Assunção e Felfili, (2004), que trataram de análises estruturais em uma área no Mato Grosso do Sul e em duas áreas no Distrito Federal, respectivamente. Com base nos levantamentos foi possível observar valores elevados quanto ao índice de diversidade de Shannon (H') variando entre 3,11 a 3,69 nats/ind, os mesmos encontrados para 11 áreas de Cerrado estudadas por Felfili et al. (1997). Contudo, apesar da elevada diversidade, os mesmos estudos destacaram que existem poucas espécies dominantes nessas áreas (ANDRADE et al., 2002), ou seja, grande parte da estrutura vegetal do Cerrado *sensu stricto* é formada por poucas espécies de modo que as espécies pouco comuns ou raras apresentam pequena participação na ocupação do espaço. A partir dessas análises Felfili e Santos (2002) sugeriram que este padrão de ocupação, encontrado em várias áreas de Cerrado e de florestas no Brasil Central, seja levado em consideração nos projetos de recuperação de áreas degradadas. Podendo, assim, iniciar um processo de recuperação com 10 a 20 espécies dominantes plantadas em maior escala para formar a estrutura da vegetação e complementar o

plântio com maior variedade possível de outras espécies de ocorrência natural na área, ou se houver propágulos deixar ocorrer por regeneração natural.

Outros exemplos de estudos de caso que utilizam a fitossociologia como suporte das suas análises no Bioma Caatinga. Andrade et al. (2011) em um estudo de caso, analisaram o efeito da ação antrópica sobre a vegetação da Caatinga, refletidos a partir da composição florística e da análise da estrutura fitossociológica, assim puderam observar que os efeitos da ação antrópica refletiram de forma negativa, sobre a riqueza e a diversidade florística das áreas estudadas, que fora expresso pela diminuição do número de famílias, gêneros, e espécies, em razão direta ao grau de modificação das áreas estudadas.

Em outro estudo de caso, Andrade et al. (2011) utilizaram a fitossociologia como ferramenta para estudar invasão biológica na Caatinga. As áreas escolhidas foram nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, onde foram verificados os efeitos da invasão de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a fitodiversidade e estrutura da Caatinga. Observou-se que mesmo havendo divergências quanto à riqueza de espécies nas áreas invadidas, a presença de *P. juliflora* provocou um empobrecimento da Caatinga em todas as áreas estudadas. De maneira geral os impactos causados por *P. juliflora* se repetiram em todas as áreas estudadas, sendo evidente a monodominância dessa espécie, que se mostrou capaz de reduzir drasticamente as populações de espécies nativas em todas as comunidades invadidas.

Já no terceiro estudo de caso, Andrade et al. (2011) buscaram compreender através da fitossociologia o comportamento ecológico de *Cnidoscolus phyllacanthus* (Müll.Arg.) Fern. Casas, em comunidades autóctones de diferentes tipologias da Caatinga. Observaram que através das análises realizadas os dados conferem à espécie *C. phyllacanthus* a condição de bioindicadora do estágio seral do grau de conservação refletindo sobre a estrutura da população; áreas com alto grau de antropização apresentaram indivíduos de forma agregada e o número de regenerantes também apresentou-se elevado mostrando o caráter pioneiro da espécie.

Nos estudos exemplificados é possível observar diferentes aplicações da fitossociologia em diversas formas de análises, possibilitando generalizações e respostas mais robustas sobre a vegetação dos biomas citados. Para as restingas, porém, os trabalhos fitossociológicos foram desenvolvidos principalmente na região sul e sudeste (DANILEVICZ et al., 1990; CÉSAR et al., 1992; ASSUMPÇÃO; NASCIMENTO, 2000; PEREIRA et al., 2001; ASSIS et al., 2004b;). Esses autores observaram os aspectos estruturais através de parâmetros usuais, porém com análises mais consistentes, possibilitando maiores generalizações de suas áreas.

Quando tratamos da região nordeste é importante destacar que esta se encontra dividida em dois setores distintos, sendo uma região super-úmido oriental (Litoral Nordestino Oriental) compreendendo as áreas costeiras dos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte; e uma região semi-árida do norte (Litoral Nordestino Setentrional) compreendendo zonas costeiras dos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão. Essa divisão fora proposta por Suguio e Tessler (1984), a qual foi usada para comparações de estudos fitossociológicos (SUGUIO; TESSLER 1984; VILLOWOCK et al., 2005; SANTOS-FILHO et al., 2011).

Com relação ao Litoral Nordestino Oriental, os estudos fitossociológicos em restingas ainda são diminutos. Almeida Jr. (2006), já destacava essa distribuição desigual em número de trabalhos para região. Percebe-se, hoje, que pouco se avançou em relação os estudos fitossociológicos para o litoral nordestino, podendo destacar apenas as contribuições, que apesar de pontuais, são as referências existentes. Em Pernambuco, Almeida Jr. et al. (2011) realizaram a caracterização estrutural das plantas lenhosas das restingas de Maracaípe; Cantarelli et al. (2012) analisaram a estrutura da restinga de Sirinhaém na APA de Guadalupe e Zickel et al. (2015), que analisaram a estrutura do componente lenhoso da restinga de Tamandaré. Com relação a estes estudos foram observados que as espécies: *Hymenolobium alagoanum* Ducke, *Manilkara salzmannii* (A.DC.) H.J.Lam, *Myrcia bergiana* O. Berg, *Anacardium occidentale* L., *Byrsonima gardneriana* A. Juss. apresentaram os maiores valores de importância (VI's).

No Rio Grande do Norte, Almeida Jr. e Zickel (2012) descreveram a estrutura da floresta de restinga em Pipa; e Medeiros et al. (2014) apresentaram a riqueza e caracterização da estrutura lenhosa da vegetação de restinga da Baía Formosa. Nestes estudos os autores encontraram Myrtaceae, Fabaceae e Polygonaceae como as mais representativas, além de espécies de maior VI comuns aos dois estudos como *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC, *Maytenus distichophylla* Mart. Ex Reissek e *Guettarda platypoda* DC.

Na Bahia, apesar de possuir o maior litoral do Brasil, há apenas duas contribuições: Menezes et al. (2009) analisaram o componente lenhoso no litoral norte e Santos et al. (2015) que estudaram a composição e estrutura do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta de restinga no sul. Nestes estudos em comum foi observado que a família Burseraceae obteve os maiores valores de área basal, sendo importante no arranjo estrutural das restingas do litoral baiano.

Em Alagoas e na Paraíba foram encontrados apenas um registro para as áreas de restinga. Em Alagoas, Medeiros et al. (2010) analisaram a estrutura lenhosa da restinga de

Marechal Deodoro. E na Paraíba o estudo de Vicente et al. (2014) que analisaram a composição estrutural do estrato lenhoso da restinga de Cabedelo. A riqueza de espécies encontrada foi semelhante ao número de espécies registradas para os dois estudos Medeiros et al. (2010) listaram 49 espécies e Vicente et al. (2014) listaram 40 espécies. As poucas diferenças quanto a riqueza podem estar relacionadas, tanto ao arranjo estrutural da vegetação, mas também aos distintos níveis de impacto antrópico (Medeiros, 2010), estes autores observaram que em cada área houveram cortes seletivos de diferentes espécies diante do interesse das comunidades que vivem nas proximidades (VICENTE et al., 2014).

Quando se considera os estudos de fitossociologia do componente lenhoso no LNS, estes são ainda em menor número existindo apenas a contribuição de Castro et al. (2012) para o litoral do Ceará; Santos-Filho et al. (2013) em três áreas do litoral do Piauí; Serra et al. (dados não publicados) e Almeida Jr. et al. (dados não publicados), ambos no litoral maranhense. Contudo, mesmo com poucos estudos foi possível observar que na colonização de espécies do Litoral Nordestino Setentrional existem diferentes influências de domínios fitogeográficos como, Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, formando um mosaico vegetacional, permitindo que diferentes espécies possam coexistir nas áreas litorâneas. Além disso, as peculiaridades climáticas, geológicas e pedológicas nas áreas acima citadas podem indicar áreas ecotonais por incluir elementos florísticos de diferentes domínios fitogeográficos brasileiros (CASTRO et al., 2012).

A condição de ecótono do Litoral Nordestino Setentrional lhe proporciona grande potencial para testes de hipóteses ecológicas, principalmente no que diz respeito a fitogeografia e a competição de espécies vegetais, ressaltando que mesmo com apenas quatro levantamentos fitossociológicos para o litoral setentrional (CASTRO et al., 2012; SANTOS-FILHO et al., 2013, SERRA et al., dados não publicados e ALMEIDA JR. et al., dados não publicados) as restingas desse litoral mostram-se heterogêneas quanto a sua composição e valor de importância ecológica. O que sugere que levantamentos fitossociológicos que busquem abranger mais áreas das restingas do LNS são altamente desejáveis, no intuito de aprimorar o conhecimento sobre a riqueza e estrutura de suas comunidades vegetais.

Com base nessas informações é possível assegurar que tais estudos para o litoral nordestino são uma ferramenta importante para auxiliar na elaboração de estratégias para a conservação da biodiversidade, visto que, ainda há um grande espaço sobre o conhecimento das espécies presentes nesses ambientes. E com isso, tentar entender como se dá a co-habitação de algumas espécies dessas áreas ainda não estudadas. Além disso, a estrutura dos agrupamentos vegetais permite que as mudanças ao longo do tempo sejam tema dos

inventários fitossociológicos, já que existem várias espécies que são importantes na estrutura da flora (MARTINS 1991, citado por TRINDADE et al., 2007).

Fatores Edáficos

O solo é a base de sustentação para o ecossistema terrestre, não sendo apenas formado por partículas físicas bem arrançadas, mas também por inúmeros agregados onde ocorrem interações de natureza química, física e biológica (SIQUEIRA et al., 2008). Isso o torna um habitat complexo, com grande diversidade, e com elevada capacidade de decompor e também produzir substâncias químicas das mais variadas origens e formas (SIQUEIRA et al., 2008; BONILHA, 2011).

No ambiente, o solo possui as funções de armazenar e purificar a água, promover a degradação de poluentes, restaurar e aumentar a resiliência do ecossistema e possibilitar a ciclagem de elementos químicos (nutrientes e metais pesados), além de servir de suporte para as raízes das plantas (SIQUEIRA et al., 2008).

Com relação às planícies costeiras, os solos representam uma situação diferenciada pela topografia e textura. São solos de relevo plano, de elevada infiltração; e, devido ao baixo teor de argila (normalmente de 1 a 5%), estão sujeitos à intensa lixiviação pela baixa capacidade de troca de cátions (CTC). Além de serem solos, originalmente, pobres em nutrientes (CASAGRANDE, 2003), também funcionam como um dos principais componentes físicos responsáveis pela caracterização e diferenciação dos habitats e microhabitats. Sendo o principal meio para nutrição mineral das plantas terrestres com propriedades que mudam rapidamente no tempo e no espaço (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Nesse contexto, a vegetação de restinga está associada à uma formação típica que ocorre nas planícies costeiras arenosas brasileiras (GOMES et al., 2007b), considerada por Suguio e Tessler (1984) como uma vegetação que se desenvolve sobre depósitos litorâneos formando extensas planícies arenosas, datadas do Quaternário, ocorrendo desde dunas até fisionomias que variam do tipo herbáceo reptante praiano até floresta fechada (OLIVEIRA FILHO; CARVALHO, 1993).

A variação de características do solo das restingas possui um importante papel no controle da estrutura e distribuição da vegetação, uma vez que o metabolismo das plantas é intimamente relacionado às condições edáficas. Segundo Hugget (1995), uma alta heterogeneidade de substratos pode levar a uma maior disponibilidade de recursos para comunidades de plantas e animais; por exemplo, o fósforo e o nitrogênio que são

macronutrientes essenciais à vida de todos os organismos. Já a deficiência desses mesmos nutrientes pode causar efeitos graves ao metabolismo da planta, como o crescimento demorado (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Dentre as restrições de fatores químicos de solos os que mais afetam a absorção de nutrientes são os elementos tóxicos (alumínio, especialmente) principalmente na deficiência de fósforo e cálcio (RAIJ, 1991). O teor de alumínio no solo provoca a redução no crescimento das raízes. As raízes também não crescem nos solos deficientes em cálcio, que é essencial para a divisão celular e para a funcionalidade da membrana celular (RAIJ, 1991).

Em estudo realizado por Reis-Duarte (2004) em uma floresta de restinga, em São Paulo, as fisionomias revelaram que as ações de manejo que foram praticadas ao longo da história resultaram em alterações do solo. Mesmo estando em recuperação natural há mais de 50 anos, nas áreas em que houve a retirada da camada superficial do solo, a floresta desenvolve-se em estágio inicial de recuperação. Nas áreas que sofreram ações antrópicas semelhantes, porém sem a retirada do “top soil” (solo superior), atualmente, ocorrem florestas em estágio médio de recuperação (SATO, 2007).

Nas restingas do litoral piauiense, Santos-Filho et al. (2013) demonstraram as correlações e as interferências das variáveis do solo devido a presença de alumínio e baixos níveis de cálcio. Diante dos valores dessas variáveis, as plantas apresentavam maior dificuldade na obtenção de água e nutrientes por causa do sistema radicular superficial (CASAGRANDE, 2003), ratificando assim um número mais expressivo de espécies herbáceas (SANTOS-FILHO, 2009).

Valores similares para Al^{+} foram encontrados em solos das formações onde prevalecem espécies herbáceas (formações graminóides) da restinga de Carapebus (RJ) (HENRIQUES et al., 1986). Além disso, a presença de alumínio apresenta uma estreita ligação com a deficiência de fósforo. Embora, de modo cauteloso, e pela falta de outros estudos, ainda não se chegou a nenhuma conclusão sobre a padronização em situações correspondentes para outras restingas na região nordeste (SANTOS-FILHO et al., 2013).

A busca de conhecimentos relacionados aos solos vem crescendo devido ao interesse em estratificar os ambientes e associar os padrões de distribuição dos organismos às características do meio, tentando entender como ocorre a distribuição de compostos químicos dos solos e a interferência de outros fatores físicos como textura, topografia e até a disponibilidades hídricas do lençol na determinação da distribuição espacial e na estrutura das comunidades vegetais.

Dentre os estudos que trataram de fatores do solo para explicar a sua influência na vegetação, podem ser destacados: Camargos et al. (2008) que relacionaram fatores edáficos em áreas com e sem declividade com espécies presentes em matas ciliares em Minas Gerais, onde observam que teores de cálcio (CA) e magnésio (Mg) variavam entre baixo e médio, o alumínio (Al), entre alto e muito alto com baixa saturação por bases (V), indicando existir elevada acidez e provavelmente toxidez por Al^{3+} .

Rodrigues et al. (2013) analisaram a riqueza e estrutura do componente arbóreo e características edáficas em floresta ciliar em Minas Gerais. Os autores observaram que o gradiente florestal era regido pela umidade e pelo pH do solo, associados a uma série de propriedades químicas (P, Mg, MO, Zn e Mn), no trecho onde a floresta era moderadamente drenada não apresentou altos valores de alumínio, além de possuir valores de pH tendendo a neutralidade. Os teores de P, Zn e Mn foram maiores nesse trecho que nas outras duas áreas analisadas. Nas áreas onde a floresta possuía solo argiloso e argilo-siltoso, sua acidez era considerada média, com altos teores de Fe e baixo teor de fósforo e demais nutrientes, concluindo assim que a variação química do solo entre os três trechos está relacionada de certa forma com o gradiente florestal, textura e umidade do solo.

Outros trabalhos com fatores edáficos também vêm sendo realizados nas restingas. Estudos como o de Sato (2007) em uma restinga do litoral paulista; Almeida Jr. et al. (2011) no litoral de Maracápe e Santos-Filho et al. (2013) em três áreas de restinga do Piauí (Luiz Correia, Ilha Grande e Parnaíba) trataram da correlação de fatores edáficos com a vegetação de restinga. Nesses estudos buscou-se verificar a influências dos nutrientes do solo sobre a vegetação. E, através desses dados pode-se observar que mesmo sendo em áreas com influências climáticas distintas e processos geológicos diferentes, os solos das restingas, no geral, são semelhantes entre si quanto a sua fertilidade, e não existem fortes diferenças nas análises de solo de restingas entre as fisionomias. Contudo os resultados dos três estudos corroboram afirmações feitas em estudos anteriores como o de Silva e Sommer (1984) que salientaram que plantas lenhosas prosperam em áreas com maior quantidade de matéria orgânica, o que torna um dos fatores contribuintes para o aparecimento de espécies arbóreas. Além disso, o estudo de Lathwell e Grove (1986) já destacava a influência do alumínio na restrição do crescimento das raízes e eficiência do uso da água, interferindo na ocupação das espécies em algumas áreas, como fora mostrado nos três estudos apresentados (SATO, 2007; ALMEIDA JR. et al., 2011; SANTOS-FILHO et al., 2013).

É possível perceber que análises dos fatores edáficos estão sendo realizados há mais de uma década nas restingas com objetivos similares aos realizados em outros ecossistemas

(Cerrado, Floresta Amazônica, Manguezais), indicando que as correlações entre solo e o desenvolvimento da vegetação de restinga proporcionam informações determinantes para o melhor entendimento da degradação do ecossistema, assim como parâmetros de solo (matéria orgânica e nutrientes, em especial fósforo e cálcio) para composição de modelos de recuperação. Ações antrópicas praticadas em áreas costeiras também podem ser determinantes para modificações nas áreas e no tempo de regeneração natural da vegetação.

Portanto na busca para entender como se dá essa ligação, um estudo detalhado da estrutura das espécies e da importância relativa de suas populações associado aos fatores edáficos é elementar para a descrição de comunidades vegetais (ALVES, 2005). Uma vez que este vem sendo uma excelente ferramenta para a elucidação de possíveis correlações entre variáveis químicas e físicas com a vegetação, possibilitando entender o desenvolvimento da vegetação encontrada no mosaico das áreas costeiras (ALMEIDA Jr. et al., 2011; BONILHA, 2011; PINTO-SOBRINHO et al., 2011; SANTOS-FILHO et al., 2013).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JR., E. B. **Fisionomia e estrutura da restinga da RPPN Nossa Senhora do Outeiro de Maracápe, Ipojuca, Pernambuco**. 2006 96f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2006.

ALMEIDA JR., E. B.; SANTOS-FILHO, F. S.; ARAÚJO, E. L. & ZICKEL, C. S. Structural characterization of the woody plants in restinga of Brazil. **Journal of Ecology and the Natural Environment**, v. 3, n. 3, p. 95-103, 2011.

ALMEIDA JR., E. B. & ZICKEL, C. S. Análise fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta de restinga no Rio Grande do Norte. **Agrária**, v.7, n.2, p.286-291, 2012.

ALVES, T. F. **Distribuição geográfica, forófitos e espécies de bromélias epífitas nas matas e plantações de cacau na região de UNA, Bahia**. 2005. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Capinas.

ANDRADE, L.A.Z.; FELFILI, M.J. & VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta Botanica Brasilica**, v.16, n. 2, p. 225-240, 2002.

ANDRADE, L. A. Duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, jul./set. 2005.

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, E. L. Estudos de Fitossociologia em Vegetação de Caatinga. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO, M.M.R.F.; et al. (orgs.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: UFV, 2011. p. 23-43.

ARAUJO, D.S.D.; PEREIRA, M.C.A.; PIMENTAL, M.C.P. Flora e Restinga de comunidades na restinga de Jurubatiba – Síntese dos conhecimentos com enfoque especial para a Formação Aberta de *Clusia*. In: **Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba – Ecologia, História Natural e Conservação**. São Carlos – SP: Ed. RiMa. 2004. Pp. 59-76.

ASSIS, A. M.; THOMAZ, L. D.; PEREIRA, O. J. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.18, n.1, p.191-201, 2004a.

ASSIS, A. M.; PEREIRA, O. J.; THOMAZ, L. D. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). **Revista Brasileira de Botânica**, v.2, n.27, p. 349-361, 2004b

ASSUMPCÃO, J.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de Restinga no Complexo Lagunar Grussaí / Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Rio de Janeiro, v.14, n.3, p. 301-315, 2000.

ASSUNÇÃO, S. L.; FELFILI, J.M. Fitossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paranoá, DF. Brasil, **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 903-909, 2004.

BARBOSA, L. M. (coord.). Simpósio Sobre Mata Ciliar, 1., 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 269-283.

BERTOLIN, D. R. **Florística e fitossociologia da restinga herbáceo-arbustiva do morro dos conventos, Araranguá, SC**, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina. 2006.

BONILHA, R. M. **Caracterização da fertilidade do solo, distribuição do sistema radicular e índice de qualidade do solo no ecossistema restinga do litoral paulista**. 2011. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente). Universidade Federal de São Carlos, Araras. 2011.

CAMARGOS, V. L.; SILVA, A. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, S. V. Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecídua no entorno da Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brasil **Acta Botanica Brasilica**. v.22, n.1, p.75-84. 2008.

CANTARELLI, J. R. R.; ALMEIDA JR., E. B.; SANTOS-FILHO, F. S. & ZICKEL, C. S. Tipos fitofisionômicos e florística da restinga da APA de Guadalupe, Pernambuco, Brasil. **Insula**, v.41, p.95-117, 2012.

CASAGRANDE, J. C. Considerações sobre Recuperação da fertilidade do solo para áreas degradadas. In: **Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradada. São Paulo**, SP. 2003. p. 92-93.

CASTRO, A. S. F.; MORO, M. F. & MENEZES M. O. T. O complexo vegetacional da zona litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n.1, p.108-124, 2012.

CESAR, O.; MONTEIRO, R.; TIMONI, J. L. Diversidade e estrutura da restinga arbórea do Núcleo de Picinguaba, Município de Ubatuba (SP). In: **Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, Conservação Da Biodiversidade**, 2, 1992, São Paulo. Resumos, São Paulo, 1992. p. 24.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Aprova os parâmetros básicos para análise da vegetação de restinga no Estado de São Paulo. Resolução nº 07, de 23 de julho de 1996. Diário Oficial da União. n.165, p. 16386- 16390. 1996.

CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n.2, p.43-48. 2013.

CUNHA I. Desenvolvimento sustentável na costa brasileira. **Revista Galega de Economia**, v.14, p.1-14, 2005.

DANILEVICZ, E., JANKE, H. & PANKOWSKI, L. H. S. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba, SC. **Acta Botanica Brasilica**, v.4, n.2 supl.: 21-34, 1990.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** Londrina: Editora Planta, 403p, 2006.

EL ROBRINI, M.; MARQUES J.V.; ALVES DA SILVA. M.A.M.; EL ROBRINI M.H.S.; FEITOSA. A.C.; TAROUCO.; J.E.F.; SOUZA DOS SANTOS. J.H.; VIANA. J.R. 2006. MARANHÃO. Pp. 89-130. In: D. Muehe (org.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**, v.1, Brasília: MMA.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; NOGUEIRA, P. E.; WALTER, B. M. T.; SILVA, M. A.; ENCINAS, J. I. Comparação florística e fitossociológica do Cerrado nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. In: LEITE, L.; SAITO, C.H. (orgs.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado.** Brasília, Ed. Universidade de Brasília, 1997. p. 6-11.

FELFILI, J. M. & SANTOS, A. A. B. 2002. **Direito ambiental e subsídios para a revegetação de áreas degradadas no Distrito Federal.** Brasília: Universidade de Brasília. 135 p.

FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA JÚNIOR, M.C.; MARIMON, B.S.; DELITTI, W.B.C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa, MT. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 1, p.103-112, 2001.

FELFILI, J. M.; et al. **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos.** Viçosa, MG. UFV. 556p. 2011.

GIEHL, E.L.H.; BUDKE, J.C. Aplicação do Método Científico em Estudos Fitossociológicos no Brasil: em busca de um paradigma. In: FELFILI, J.M.; EISENLOHR, P.V.; MELO,

M.M.R.F.; et al. (orgs.). **Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de casos**. Viçosa, MG: UFV, 2011. p. 23-43.

GOMES, F. H.; VIDAL-TORRADO, P.; MACIAS, F.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; PEREZ, X. L. O. Solos sob a vegetação de restinga na Ilha Cardoso (SP). II. Mineralogia das frações silte e argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1581-1589, 2007b.

GUEDES, D.; BARBOSA, L.M.; MARTINS, S.E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertioga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 2. p. 299-311, 2006.

HENRIQUES, R. P. B.; ARAÚJO, D.S.D.; HAY, J.D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v.9, p.173-189, 1986.

HUGGET, R. J. **Geocology: an evolutionary approach**. Routledge, New York, 1995.

LATHWELL DJ AND GROVE TL. Soil-Plant Relationships in the Tropics. Annual Review Ecology Systematics, Palo Alto, v. 17, p. 1-16, 1986.

MAGALHÃES L. M. S. Complexidade e o manejo de fragmentos de florestas secundárias. In: Anais do Encontro Brasileiro de Estudos da Complexidade. Curitiba: PUC-Pr, v.1. p.1-11, 2005.

MANTOVANI, W. Linhas prioritárias de pesquisa em botânica: fitossociologia e dinâmica de populações de plantas. 2009. Disponível em: <[HTTP://www.rc.unesp.br/xivbsp/Mesa05MWM.PDF](http://www.rc.unesp.br/xivbsp/Mesa05MWM.PDF)> Acesso em: 21/04/2014.

MEDEIROS, D. P. W.; SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; PIMENTEL, R. M. M.; ZICKEL, C. S. Estrutura do componente lenhoso de uma restinga no litoral sul de Alagoas, Nordeste, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.3, n.3, p.146-150, 2010.

MEDEIROS, D. P. W.; ALMEIDA JR., E. B.; ABREU, M. C.; SANTOS-FILHO, F. S.; ZICKEL, C. S. Riqueza e caracterização da estrutura lenhosa da vegetação de restinga de Baía Formosa, RN, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v.65, p.183-199, 2014.

MENEZES, C. M.; AGUIAR, L. G. P. A.; ESPINHEIRA, M. J. C. L.; SILVA, V. I. S. Florística e fitossociologia do componente arbóreo do município de Conde, Bahia, Brasil. **Revista Biociências**, UNITAU, v.15, n.1, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, n.1, p.115-130, 1993.

PEREIRA, M. C. A, ARAUJO, D. S. & OBERDAN J. Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá - RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, vol.24, n.3, p.273-281, 2001.

PINTO-SOBRINHO, F. A.; SOUZA, C. R. G.; BADEL MOGOLLÓN, J. E de J. Análise estrutural de florestas de restingas associadas a depósitos marinhos pleistocênicos e holocênicos na bacia do Rio Itaguapé, Bertioga (SP). **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 32, n. 1/2, p. 27-40, 2011.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba: POTAFOS, p.343, 1991.

REIS-DUARTE, R. M. **Estrutura da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP): Bases para promover o enriquecimento com espécies arbóreas nativas em solos alterados**. 2004. Tese de Doutorado (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociência, Rio Claro- SP, 2004.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F.(orgs). **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/Fapesp. 2001. p. 235-247.

RODRIGUES, P. M. S.; MARTINS, S. V.; NERI, A. V.; NUNES, Y. R. F.; MAGNAGO, L. F. S. Riqueza e estrutura do componente arbóreo e características edáficas de um gradiente de floresta ciliar em Minas Gerais Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1011-1023, 2013.

SÁ, F. C; PEREIRA, M. C. A. **As planícies arenosas costeiras (“Restingas”) no Brasil: Democratizando uma base bibliográfica** (Nota Científica – Gerenciamento Costeiro e Integrado) Rio de Janeiro, 2005.

SANTOS, V. J.; ZICKEL, C. S.; ALMEIDA JR., E. B. Composição estrutural do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta de restinga no sul da Bahia, Brasil. **Pesquisas. Botânica**, v. 68, p. 257-269, 2015.

SANTOS – FILHO, F. S. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí**. 2009. Tese de Doutorado (Doutorado em Botânica). Universidade Rural de Pernambuco, Recife. 2009.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR, E. B.; BEZERRA, L. F. M.; LIMA, L. F.; ZICKEL, C. S. Magnoliophyta, restinga vegetation, state of Ceará, Brazil. **CheckList**, v. 7, n. 4, p.478-485, 2011.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B. & ZICKEL, C. S. Do edaphic aspects of vegetation structures in the Brazilian restinga? **Acta Botanica Brasilica**, v.27, n.3, p.613-623, 2013.

SATO, C. A. **Caracterização da fertilidade do solo e da composição mineral de espécies arbóreas de restinga do litoral paulista, Rio Claro – SP**. 2007. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Estadual Paulista, 2007.

SILVA, J. G.; SOMNER, G.V. A vegetação da restinga da Barra de Maricá, R.J. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). **Restingas: origem, estrutura e processos**. Niterói, CEUFF, 1984. p. 217-225.

SIQUEIRA, J. O.; SOARES, C. R. F. S.; SILVA, C. A. Matéria Orgânica em solos degradados **In:** SANTOS, G de A.; SILVA, L. S. CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F.A.O. (Orgs.). Fundamentos Tropicais e Subtropicais, Porto Alegre, RS. (Revisão Atualizada), 2008, p. 495-520.

SOUZA, U. D. V; FEITOSA, A. C. Ocupação e Uso da zona Costeira do Estado do Maranhão. **In:** XII Encontro de Geógrafos da América Latina, 2009, Montevideo. XII Encontro de Geógrafos da América Latina, 2009.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. **In:** LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (orgs.). Restingas: origem, estrutura e processos, p. 15-25. Niterói – RJ: CEUFF, 1984. p. 477.

TANIZAKI-FONSECA, K.; MOULTON, T. P. A fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e a perda de biodiversidade. **In:** Bergallo HG, Rocha CFD, Alves MAS, Sluys MV (org) A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Ed. UERJ, 2000, p. 23-35.

THOMAZI, R. D.; ROCHA, R. T.; OLIVEIRA, M. V.; BRUNO, A. S.; SILVA, A. G. Um panorama da vegetação de restinga do Espírito Santo no contexto do litoral brasileiro. **Natureza online**, v.11, n.1, p.1-6, 2013

TRINDADE, M. J. S.; ANDRADE, C. R.; SOUSA, L. A. S. Florística e fitossociologia da Reserva do Utinga, Belém, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 234-236, jul. 2007.

VICENTE, A.; ALMEIDA JR., E. B.; SANTOS-FILHO, F. S. & ZICKEL, C. S. Composição estrutural da vegetação lenhosa da restinga de Cabedelo, Paraíba. **Revista de Geografia**, v.31, n.1, p.183-196, 2014.

VILLWOCK, J.A.; LESSA, G.C.; SUGUIO, K.; ÂNGULO, R.J.; DILLENBURG, S.R. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras; **In:** SOUZA, C.R.G.; SUGUIOAND, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. (org.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora. 2005, p. 94-113.

ZICKEL, C.S.; VICENTE, A.; ALMEIDA JR., E.B. CANTARELLI, J.R.R.; SACRAMENTO, A.C. Flora e Vegetação das Restingas do Nordeste Brasileiro. **In:** ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; Costa, M. F. (Orgs.). **Oceanografia – Um cenário tropical**. Recife: Ed. Bagaço, p.689-701. 2004.

ZICKEL, C. S.; VICENTE, A.; SILVA, S. S. L.; SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. R. S.; ALMEIDA JR., E. B. Vegetação lenhosa de uma restinga em Pernambuco: descrição estrutural e similaridade. **Pesquisas. Botânica**, v. 68, p. 271-285, 2015.

**Vegetação de restinga no litoral maranhense: estrutura lenhosa,
fatores edáficos e similaridade florística**

Artigo a ser enviado ao periódico

ACTA BOTANICA BRASILICA



Vegetação de restinga no litoral maranhense: estrutura lenhosa, fatores edáficos e similaridade florística

Monielle Alencar Machado¹, Eduardo Bezerra de Almeida Jr.²

¹ Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação. Universidade Federal do Maranhão, São Luís (MA), Brasil.
monielle-alencar@hotmail.com

² Departamento de Biologia. Universidade Federal do Maranhão, São Luís (MA), Brasil.

RESUMO

Este estudo pretende verificar se os fatores edáficos contribuem com o arranjo estrutural da vegetação lenhosa da restinga da Ilha de Curupu, (Litoral Setentrional do Maranhão) e se existe similaridade entre as restingas do litoral Amazônico e Setentrional, para isso foi utilizado o método de pontos quadrantes, com 50 pontos distribuídos em cinco transecções paralelas entre si e perpendiculares à linha do mar. Nos quadrantes foram coletadas amostras de solo para determinar as variáveis químicas e físicas. Foi montada uma matriz com as variáveis do solo para correlacionar com as espécies, utilizando a CCA (Análise de Correspondência Canônica); para a similaridade foi realizada análise de cluster (índice de Jaccard). Como resultado, obtivemos identificadas 32 espécies e 17 famílias. *Astrocaryum vulgare*, *Protium heptaphyllum*, *Anacardium occidentale*, *Coccoloba latifolia* e *Tilesia baccata* apresentaram maior VI, a pesquisa apresentou índices de H' de $2,9\text{nat.ind}^{-1}$ e J' de 0,8. Na análise de correlação verificou-se que apenas *Chiococca alba* e *Mouriri guianensis* apresentaram correlação positiva com o Mg, M.O., SB e V. A restinga de Curupu assemelha-se em composição florística com as restingas de Alcântara/MA, justificada pela proximidade geográfica. Também foi observada semelhança com o Ceará devido aos fatores abióticos e a possível interferência dos moradores locais. Por fim, e por se tratar do primeiro estudo fitossociológico do componente lenhoso, a base de dados ainda é limitada para maiores inferências, necessitando de mais pesquisas para as restingas do litoral maranhense.

Palavras-chave: diversidade, fitossociologia, Litoral Nordeste Setentrional.

ABSTRACT

This study intends to verify if the edaphic factors contribute with the structural arrangement of the woody vegetation of the Curupu's Island (Northern Coast of Maranhão) and if there are a similarity between restingas of the Amazonian Coast and Northern coast, for this study was used the method of the quadrants points with 50 points distributed in five transections parallel to each other and perpendicular to the sea line. In the quadrants, soil samples were collected to determine the chemical and physical variables. A matrix was made with the soil variables to correlate with the species, using the CCA (Canonical Correspondence Analysis); for the similarity was performed cluster analysis (Jaccard index). As a result, we identified 32 species and 17 families. *Astrocaryum vulgare*, *Protium heptaphyllum*, *Anacardium occidentale*, *Coccoloba latifolia* and *Tilesia baccata* presented higher VI, the research presented H' indices of 2.9nat.ind⁻¹ and J' of 0.8. In the correlation analysis, it was verified that only *Chiococca alba* and *Mouriri guianensis* presented a positive correlation with Mg, M.O., SB and V. The Curupu's restinga resembles in floristic composition to the restingas of Alcântara / MA, justified by the geographic proximity. Also was observed the similarity with Ceará due to the abiotic factors and the possible interference of the local residents. Finally, and because this is the first phytosociological study of the woody component, the database is still limited for further inferences, requiring more researches for the restingas of the Maranhão coast.

Key-words: Diversity, phytosociology, Northern Northeastern Coast.

INTRODUÇÃO

As restingas brasileiras recobrem a estreita faixa continental de areias holocênicas de origem marinha (Fernandes 1998), ocupam cerca de 80% da costa (Lacerda *et al.* 1993) e englobam um conjunto de comunidades vegetais fisionomicamente distintas (Sugiyama 1998). A maior parte dos estudos envolvendo as restingas concentra-se nas regiões Sul e Sudeste, onde a diversidade se reflete na variedade de comunidades como os “scrub” de *Clusia*, “scrub” de Palmae, “scrub” de Ericaceae, floresta arenosa litorânea e floresta de restinga. Esse conhecimento possibilita entender como se comporta essa vegetação e amplia as informações sobre as comunidades vegetais litorâneas associadas a fatores abióticos (Sugiyama & Mantovani 1994; César & Monteiro 1995).

Para o Nordeste, Araújo & Henriques (1984) já haviam destacado a riqueza das comunidades vegetais diante da extensão das áreas litorâneas. Apesar disso, após 30 anos, Santos-Filho *et al.* (2013) ratificaram a afirmação de Araújo & Henriques (1984) sobre a escassez de dados sobre a composição vegetacional das restingas nordestinas, e que a falta de dados, principalmente fitossociológicos, ainda dificultam maiores generalizações sobre as espécies de restinga do Nordeste (Zickel *et al.* 2004).

Associado ao conhecimento da estrutura da vegetação das restingas, as variáveis químicas e texturais do solo, bem como as variáveis relacionadas a declividade, umidade, profundidade do lençol freático podem influenciar na distribuição espacial das plantas, especialmente, em áreas transicionais (Nappo *et al.* 2000; Moreno & Schiavini 2001). É notório que a presença de determinados nutrientes pode ser um fator preponderante para o estabelecimento de comunidades vegetais, como constataram estes autores. O que torna possível entender quais nutrientes podem limitar a presença de certos grupos de plantas (Lima *et al.* 2003).

Trabalhos visando agrupar as comunidades vegetais de restinga no litoral brasileiro, principalmente do complexo que engloba o litoral amazônico ou equatorial (região entre a foz do rio Oiapoque ao Maranhão Oriental) e o litoral nordestino ou das barreiras (do Maranhão Oriental ao Recôncavo Baiano) tanto em relação às semelhanças da flora quanto as variáveis ambientais, ainda são iniciais (Silveira, 1964, Zickel *et al.* 2004). Todavia, essas pesquisas são de grande importância para o entendimento de questões relacionadas à dinâmica de funcionamento dos ecossistemas litorâneos; sendo valiosas fontes de dados para a determinação do grau de fragilidade de ambientes naturais (Moreno *et al.* 2008).

No intuito de contribuir com conhecimento da vegetação de restinga no litoral do Maranhão, informações sobre o arranjo estrutural da vegetação lenhosa tornam-se importantes para subsidiar projetos de manejo e conservação das áreas. Tendo como base estudos

(Almeida Jr. et al., 2011; Santos-Filho et al., 2013) em áreas de restingas do Nordeste, diferentes fatores abióticos podem contribuir com o arranjo estrutural da vegetação lenhosa das restingas. Assim, o presente estudo tem como objetivo testar se as variáveis do solo influenciam no arranjo estrutural da vegetação e se há semelhança da vegetação lenhosa ao longo do litoral amazônico e nordestino setentrional.

A partir dessa justificativa serão testadas duas hipóteses: i) Os fatores edáficos estão relacionados com a composição e distribuição estrutural das espécies lenhosas da restinga da região costeira do Maranhão; ii) Existe similaridade da composição vegetal lenhosa entre as restingas do litoral setentrional e o litoral amazônico. Para isso serão respondidas as seguintes questões: a) Qual é o arranjo estrutural da vegetação de restinga de Curupu? b) Qual a relação dos fatores edáficos com a estrutura da vegetação? c) A composição vegetal lenhosa do litoral do Maranhão é semelhante ao litoral do Ceará, Piauí, e Pará?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Ilha de Curupu (02°24'09"S; 44°01'19"W) localiza-se a cerca de 30 km do centro de São Luís e está inserida na Baía de São José, município de Raposa, Maranhão (Figura 1). Caracteriza-se por extensas praias arenosas, vegetação de restinga, manguezal, dunas e lagoas eutróficas e oligotróficas entre dunas de tamanhos variados e campos alagados (Barreto *et al.* 2009). A Ilha de Curupu está inserida no Golfão Maranhense, que compreende um sistema estuarino de formação pleisto-holocênica, configurado a partir de transgressões e regressões marinhas, que formaram grande quantidade de ilhas, apicuns, praias, falésias, canais de maré, planícies de maré, dunas moveis e fixas (Ab'Saber 1960; Dias *et al.* 2006).

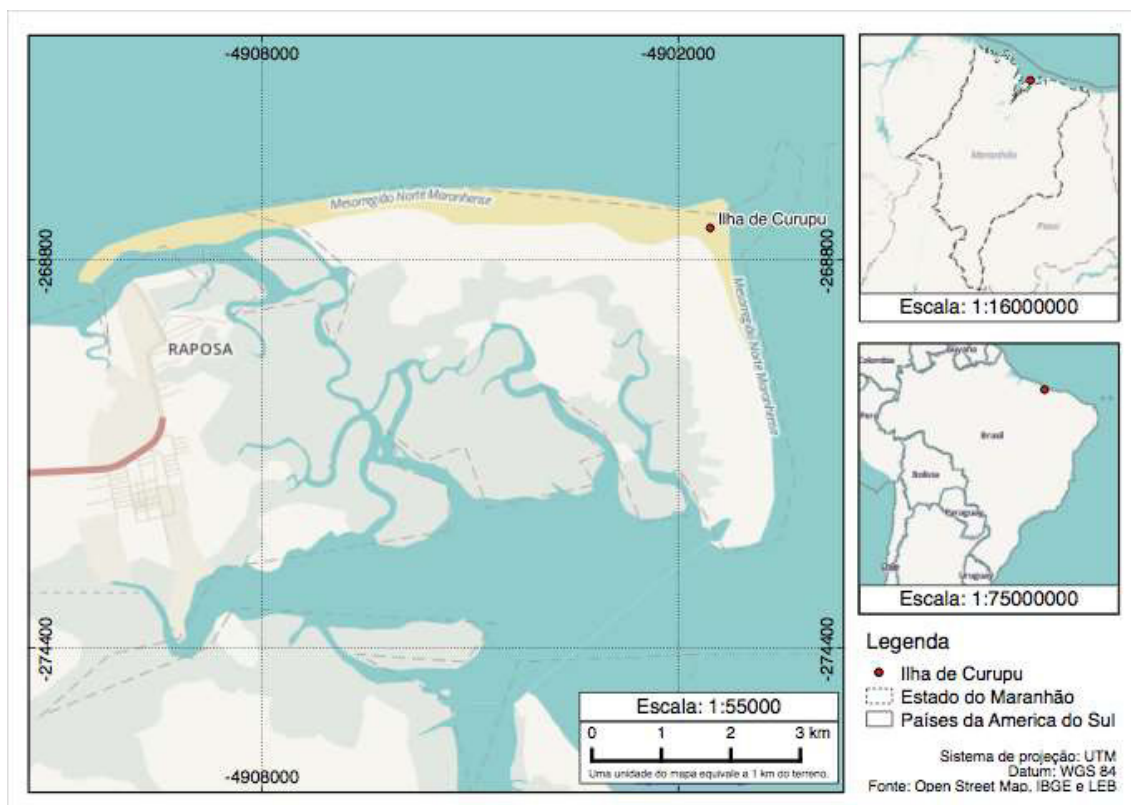


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, Ilha de Curupu, Raposa, Maranhão. Adaptado por D. B. Muniz.

De acordo com Rangel (2000), a litoestratigrafia da área de estudo assenta-se sobre a Bacia Sedimentar Costeira de São Luís, constituindo-se da Formação Itapecuru (Cretáceo), Grupo Barreiras (Terciário) e sedimentos recentes (Quaternário). Ademais, é uma área de grande fragilidade geoambiental, tendo em vista principalmente a alta atividade das correntes, das marés e das ondas que atuam no processo de sedimentação e erosão na área.

Geomorfologicamente, a área apresenta feições similares a toda Zona Costeira do Estado do Maranhão (Feitosa 1996; Rangel 2000), apresentando formações de mangues, dunas e cordões de dunas, praias, planícies de mares; setores estes relacionados a formações holocênicas, desencadeadas a partir da ação dos agentes morfodinâmicos atuantes na área.

A restinga de Curupu apresenta fisionomias dos tipos campo, fruticeto e floresta, de acordo com a classificação fisionômica de Silva & Brites (2005). O campo fica localizado nas

áreas mais baixas dos cordões arenosos; caracterizado pela presença de ervas ou subarbustos, com indivíduos arbustivos isolados e esparsos, podendo ser do tipo inundável proveniente do acúmulo de água do lençol freático e não inundável cujo substrato encontra-se na parte superior das praias raramente atingida pelas marés ou então o lençol freático não alcança a superfície.

Na fisionomia fruticeto nota-se formações arbustivas e subarbustivas de menor porte, atingindo de 1 a 3m de altura. Possui uma vegetação mais densa nas áreas mais afastadas da linha de praia, às vezes, associadas a áreas mais abertas com vegetação herbácea. Na fisionomia floresta pode ser observado um dossel variando entre 4 – 15m com áreas mais adensadas e distantes da faixa de praia, com a presença abundante de árvores e arbustos, caracterizando-se por ser um ambiente mais fechado, sofrendo menor influência das correntes de maré.

Coleta dos dados e identificação das espécies

A amostragem fitossociológica foi realizada com o componente lenhoso, na fisionomia floresta, por meio do método de pontos quadrantes (Cottam & Curtis 1956). Para isso, foram estabelecidas cinco transecções, perpendiculares a linha da costa, distanciando-se 10m uma da outra. Em cada transecção foram marcados 10 pontos quadrantes, com distância de 10m entre si (totalizando 50 pontos). Em cada ponto quadrante foram analisados os quatro indivíduos vivos mais próximos do centro do ponto quadrante, e que possuíam diâmetro a altura do solo (DAS) ≥ 3 cm. Logo após, todos os indivíduos tiveram diâmetro, altura e distância do centro do ponto, medidos. Após medição, os indivíduos foram coletados e identificados.

No caso de indivíduos perfilhados (ramificados ao nível do solo), todos os perfilhos foram medidos e, posteriormente somados para ser transformado no diâmetro médio da planta. A amostragem dos pontos quadrantes seguiu a mesma metodologia aplicada em

estudos realizados nas restingas do nordeste brasileiro (Almeida Jr. 2006; Medeiros *et al.* 2010; Almeida Jr *et al.* 2011; Cantarelli *et al.* 2012) no qual foi verificado que com 50 pontos quadrantes já se alcançava suficiência amostral, gerando uma tendência a estabilidade na curva de saturação de espécies. Com base nessas informações, alguns estudos para a estrutura da vegetação lenhosa das restingas (Almeida Jr & Zickel 2012; Santos-Filho *et al.* 2013; Medeiros *et al.* 2014; Vicente *et al.* 2014) tem sido realizados no litoral nordestino usando essa metodologia, buscando assim uma padronização na coleta de dados e maior robustez nas análises comparativas.

O material botânico foi coletado conforme Mori *et al.* (1989) e transportado para o Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Posteriormente o material foi identificado através de recursos bibliográficos (chaves de identificação, descrições originais e bibliografia especializada) e comparação com material de Herbário, seguindo a proposta de classificação de famílias do APG III (2009). Depois de herborizadas, as exsiccatas foram incorporadas ao acervo do Herbário do Maranhão (MAR), do Departamento de Biologia da UFMA.

Análise dos dados e estrutura da comunidade lenhosa

Para a fitossociologia foram analisados os valores de área basal (AB), densidade absoluta (DAbs), frequência absoluta (FRAbs), dominância relativa (DoAbs), valor de importância (VI), valor de cobertura (VC). Também foram calculados o índice de diversidade de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J') e riqueza total (S). Todos os dados foram calculados utilizando o pacote Fitopac 2.0 (Sherpherd 2005).

Para análise da distribuição diamétrica foi elaborado um histograma com o número de indivíduos por classes de diâmetro (intervalo de 10 cm) e para a caracterização da ocupação do espaço vertical foi montado um histograma com o número de indivíduos por

classe de altura (intervalo de 1 m), a partir do menor indivíduo amostrado, com intervalo aberto à direita.

Os intervalos do histograma da estrutura vegetal foram definidos com base nos estudos desenvolvidos em diferentes áreas de restinga do Nordeste (Medeiros *et al.* 2010; Almeida Jr *et al.* 2011; Cantarelli *et al.* 2012; Santos-Filho *et al.* 2013; Medeiros *et al.* 2014; Vicente *et al.* 2014), no intuito de padronizar os dados quanto a distribuição dos indivíduos.

Coleta e análise dos dados edáficos

Para as análises químicas e físicas do solo foram coletadas 25 amostras superficiais (0-20 cm de profundidade), com o uso de um trado de solo (Meira-Neto *et al.* 2005), de acordo com as recomendações da Embrapa (1997). Para esta amostragem foi realizado sorteio prévio dos pontos que seriam amostrados em cada transecção, totalizando cinco amostras de solo para cada transecção. Essa amostragem seguiu a metodologia aplicada nos estudos de Almeida Jr. *et al.* (2011) e Santos-Filho *et al.* (2013).

As amostras coletadas foram encaminhadas para análise no Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), para obtenção das seguintes variáveis químicas: pH, teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez total (H+Al), soma de bases (SB), saturação por bases (V), matéria orgânica (MO), capacidade de troca catiônica (CTC); e físicas: proporções de areia, silte e argila.

A análise entre a frequência de espécies lenhosas e as variáveis químicas e físicas do solo foi efetuada através da Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Ter Braak 1988) que possibilita uma análise de ordenação direta de gradientes, explicando o arranjo das espécies em relação às variáveis edáficas, utilizando o software MVSP versão 3.22 (multi-Variate Statistical Package).

Para esta análise, foram elaboradas duas matrizes: uma matriz de espécies e uma com as variáveis químicas e físicas do solo. A primeira foi constituída por valores de densidade

das espécies considerando apenas as que possuíam dois ou mais indivíduos na amostragem total (Botrel *et al.* 2002). Segundo Causton (1988), espécies com menor densidade (consideradas raras) contribuem pouco ou não contribuem para a ordenação. A matriz das variáveis do solo incluiu os valores com as propriedades químicas (pH, K, P, Ca, Mg, Al H+Al, SB, V, MO e CTC; e físicas: (proporções de areia, silte e argila). A partir disso, foi realizada uma análise preliminar com todas as variáveis. Deste total, foram eliminadas 11 variáveis por serem fracamente correlacionadas ou altamente redundantes com outras variáveis (Teixeira & Assis 2009). As variáveis que apresentaram correlações mais fortes com o eixo de ordenação foram: Mg (magnésio), SB (soma por bases), V (saturação por bases) e M.O. (matéria orgânica). Após processada a CCA final, foi aplicado o teste de Monte Carlo (1000 permutações) para verificar a significância das correlações entre as variáveis ambientais.

Similaridade

Tendo em vista que o litoral maranhense encontra-se dividido em duas vertentes, a porção oeste, pertencente ao litoral amazônico e a porção leste ao litoral nordestino setentrional, para analisar a similaridade entre as espécies do presente estudo com outras áreas litorâneas foi montada uma matriz de presença e ausência com espécies lenhosas a partir das listagens dos estudos fitossociológicos publicadas por Castro *et al.* (2012) para o Ceará, Santos-Filho *et al.* (2013) para o Piauí e Almeida Jr. *et al.* (dados não publicados) para o Maranhão. Devido a ausência de estudos fitossociológicos para vegetação lenhosa do litoral do Pará foram incluídos dois estudos florísticos (das quais foram consideradas apenas as espécies lenhosas) desenvolvidos por Bastos *et al.* (1995) e Santos *et al.* (2003), no intuito de ampliar as possibilidades de comparação entre a vegetação de restinga do litoral amazônico e setentrional (Tabela 1).

Tabela 1: Lista com a quantidade de espécies totais dos estudos e das espécies utilizadas na análise de similaridade entre a vegetação de restinga do litoral setentrional.

Áreas	Litorais	Referências	Número de espécies total	Número de espécies utilizadas
Ilha de Curupu – MA	Litoral Setentrional	Presente estudo	32	25
Alcântara - MA	Litoral Amazônico	Almeida Jr. <i>et al.</i> (dados não publicados)	61	22
Ilha Grande – PI	Litoral Setentrional	Santos-Filho <i>et al.</i> (2013)	12	12
Parnaíba - PI	Litoral Setentrional	Santos-Filho <i>et al.</i> (2013)	18	17
Luís Correia - PI	Litoral Setentrional	Santos-Filho <i>et al.</i> (2013)	23	20
Pecém - CE	Litoral Setentrional	Castro <i>et al.</i> (2012)	52	41
Viseu – PA	Litoral Amazônico	Santos <i>et al.</i> (2013)	141	41
Algoal - PA	Litoral Amazônico	Bastos <i>et al.</i> (1995)	224	88

Cabe ressaltar que a ausência de dados para região setentrional do Rio Grande do Norte dar-se por não haver estudos com essa abordagem para essa parte do litoral. Para montagem da matriz de presença e ausência foram consideradas, apenas, as espécies identificadas até nível específico.

Após a montagem da matriz construiu-se um dendrograma de agrupamento baseado na média de grupos (UPGMA) a partir da distância de Jaccard. As análises foram executadas no pacote Vegan (Oksanen *et al.* 2015) do programa R versão 3.2.0 (R Development Core Team 2015). Para validação do dendrograma foi construída uma matriz cofenética, conforme preceituam Borcard *et al.* (2011).

RESULTADOS

Arranjo estrutural

A amostragem resultou em 32 espécies, 27 gêneros e 17 famílias, em um total de 200 indivíduos (Tabela 2). Do total de espécies, sete permaneceram como morfoespécies. As famílias com maior riqueza específica foram Rubiaceae (com 6 espécies), Myrtaceae,

Fabaceae, (com 5 espécies, cada) e Sapindaceae (com 3 spp), as demais famílias apresentaram apenas uma espécie.

Com relação ao número de indivíduos, as famílias mais representativas foram: Burseraceae com 45 (devido a presença de *Protium heptaphyllum*), Arecaceae com 21 (*Astrocaryum vulgare*), Rubiaceae com 22, Anacardiaceae com 20 (presença de *Anacardium occidentale*), Myrtaceae com 19 e Fabaceae com 16, que se destacaram no arranjo estrutural da restinga, perfazendo 70,5% da amostragem.

As espécies que apresentaram maior VI foram *Astrocaryum vulgare*, *Protium heptaphyllum*, *Anacardium occidentale*, *Coccoloba latifolia*, *Tilesia baccata*, *Myrcia* aff. *laruotteana* e *Ouratea fieldingiana* (Tabela 2). As espécies *Matayba guianensis*, *Cereus jamacaru*, *Pseudima frutescens*, *Tocoyena* aff. *sellowiana* foram consideradas raras, pois, tiveram menor representatividade na área, contemplando cerca de 2,5% da amostragem.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies lenhosas amostradas na restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil. N= Número de indivíduos, FRAbs = Frequência absoluta, DAbs= Densidade absoluta, DoAbs = Dominância Absoluta, VI= Valor de Importância, VC= Valor de Cobertura

Espécie	Número das espécies (CCA)	Família	N	FRAbs (%)	DAbs (%)	DoAbs (%)	VI (%)	VC (%)
<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	4	Arecaceae	21	38.00	145.8	21.31	61.56	50.12
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.	28	Burseraceae	45	62.00	312.4	10.11	59.97	41.29
<i>Anacardium occidentale</i> L.	2	Anacardiaceae	20	34.00	138.8	11.38	41.40	31.16
<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	8	Polygonaceae	11	20.00	76.4	1.22	13.80	7.78
<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski.	32	Asteraceae	11	18.00	76.4	0.50	11.85	6.43
<i>Myrcia</i> aff. <i>laruotteana</i> Cambess.	24	Myrtaceae	10	18.00	69.4	0.51	11.36	5.94
<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	27	Ocnaceae	7	10.00	48.6	1.23	8.79	5.78
<i>Alibertia</i> aff. <i>edulis</i> (Rich.) A.Rich.	1	Rubiaceae	6	10.00	41.7	1.29	8.42	5.41
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	30	Solanaceae	8	14.00	55.5	0.07	8.35	4.13
<i>Inga</i> sp.	18	Fabaceae	7	12.00	48.6	0.44	7.93	4.31
<i>Guettarda angelica</i> Mart. ex Müll.Arg.	14	Rubiaceae	6	10.00	41.7	1.02	7.92	4.90
<i>Matayba</i> cf. <i>camptoneura</i> Radlk.	20	Sapindaceae	6	12.00	41.7	0.48	7.51	3.90
<i>Chloroleucon</i> aff. <i>acacioides</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	6	Fabaceae	3	6.00	20.8	1.36	5.83	4.03
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltldl.	7	Rubiaceae	5	8.00	34.7	0.16	5.21	2.81
<i>Andira</i> sp.	3	Fabaceae	4	6.00	27.8	1.03	5.72	3.91
<i>Eugenia stictopetala</i> Mart. ex DC.	11	Myrtaceae	4	6.00	27.8	0.06	3.92	2.12

<i>Mouriri guianensis</i> Aubl.	23	Melastomataceae	3	4.00	20.8	0.52	3.66	2.46
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	9	Capparaceae	3	6.00	20.8	0.14	3.57	1.76
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	19	Sapotaceae	3	4.00	20.8	0.12	2.92	1.71
<i>Guettarda spruceana</i> Muil. Arg	16	Rubiaceae	2	4.00	13.9	0.16	2.51	1.30
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	17	Rubiaceae	2	4.00	13.9	0.08	2.36	1.36
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	25	Myrtaceae	2	4.00	13.9	0.06	2.32	1.12
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	10	Myrtaceae	2	4.00	13.9	0.04	2.27	1.07
Indet	15	-	1	2.00	6.9	0.14	1.36	0.76
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	21	Sapindaceae	1	2.00	6.9	0.10	1.29	0.69
Fabaceae 1	12	Fabaceae	1	2.00	6.9	0.10	1.29	0.69
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	5	Cactaceae	1	2.00	6.9	0.08	1.26	0.66
Moraceae 1	22	Moraceae	1	2.00	6.9	0.02	1.14	0.54
<i>Pseudima frutescens</i> (Aubl.) Radlk.	29	Sapindaceae	1	2.00	6.9	0.02	1.14	0.54
<i>Tocoyena</i> aff. <i>sellowiana</i> (Cham. & Schltdl.) K.Schum.	31	Rubiaceae	1	2.00	6.9	0.01	1.12	0.52
Fabaceae 2	13	Fabaceae	1	2.00	6.9	0.01	1.12	0.51
Myrtaceae 1	26	Myrtaceae	1	2.00	6.9	0.01	1.11	0.51

A altura média dos indivíduos foi de 4m, com altura máxima de 15m. A maior frequência de altura dos indivíduos ficou entre as classes de 0,6 a 4m (130 indivíduos – 65%), com destaque para a primeira classe de altura, variando de 0,6 a 2m e com maior número de indivíduos (59) (Figura 2). Em contrapartida, entre a oitava e a décima classe, variando de 8 a 15m de altura, foi observado um número reduzido de plantas (16 indivíduos).

A densidade total por área resultou em uma estimativa de 1.520,3 ind/ha. O índice de diversidade de Shannon (H') foi de 2.8 nat.ind⁻¹, com 0,82 de equitabilidade (J') quando comparado a outras áreas do Nordeste do país.

As espécies *Andira* sp., *Protium heptaphyllum* (com 12m), *Mouriri guianensis*, *Anacardium occidentale*, *Ouratea fieldingiana* e *Guettarda angelica* (cada uma com 10m) se destacaram como emergentes, com altura variando de 10 a 15m.

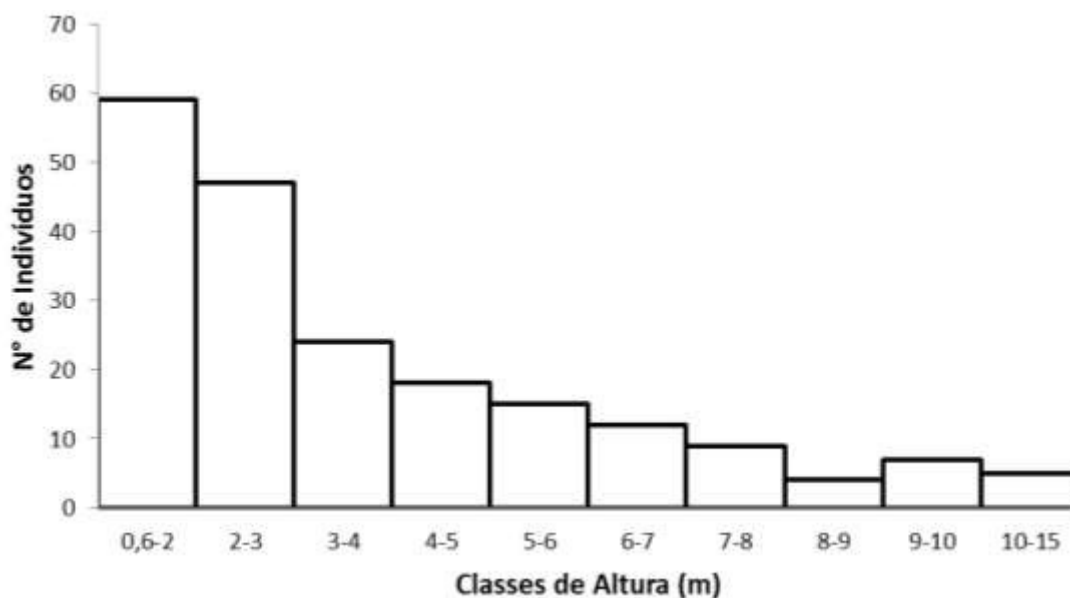


Figura 2: Distribuição do número de indivíduos por classes de altura (intervalo de 1 m) das espécies lenhosas da restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil.

Com relação ao diâmetro, o valor médio foi de 15cm e máximo de 132cm. O maior número de indivíduos foi registrado na primeira classe de diâmetro (3 a 10cm)

com 128 indivíduos (64%). O menor número de indivíduos foi registrado na oitava e nona classe (63 a 133 cm), referente aos maiores valores de diâmetro (Figura 3).

Para o presente estudo fora observado que as distribuições de diâmetros seguem o padrão semelhante para as florestas nativas, de “J” invertido, caracterizado por grande estoque de indivíduos nas menores classes de diâmetros e diminuição gradativa nas maiores classes diamétricas.

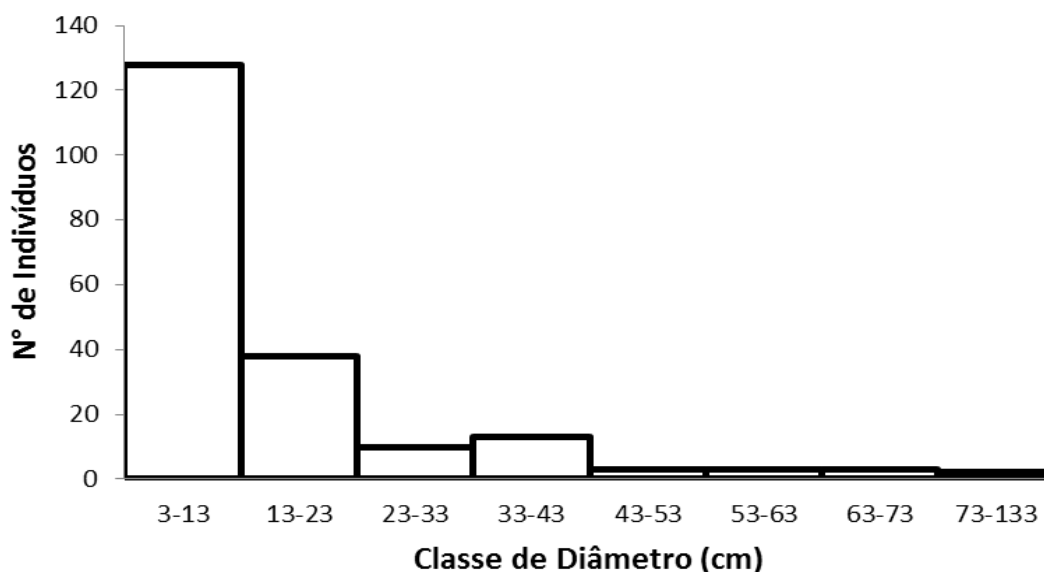


Figura 3: Distribuição do número de indivíduos por classes de diâmetro (intervalo de 10 cm) das espécies lenhosas da restinga do Curupu, município de Raposa, MA, Brasil.

Fatores Edáficos

A análise física do solo mostrou altos teores de areia, com média de 94,72%; o pH variou entre 4,20 e 5,30 (média de $4,68 \pm 0,23$), considerado moderadamente ácido (Tabela 3).

As variáveis correlacionadas com no eixo 1 foram Mg – magnésio (-0,034), M.O. – matéria orgânica (-0,047), SB – soma de bases (-0,048) e V – saturação por bases (-0,036). Os autovalores para os dois primeiros eixos foram de 0,272 e 0,226, respectivamente. Tais valores são considerados baixos ($<0,5$) (Ter Braak 1995),

indicando gradientes curtos, com a maioria das espécies não recebendo influência das variáveis (Figura 4). A variância encontrada para os dois eixos foram de 3,251% e 5,950%, indicando a existência de variância não explicada pelas variáveis ambientais selecionadas. Contudo, foi observada uma correlação considerada alta entre variáveis espécies - ambiente, assumindo valor de 0,841 (eixo 1) e 0,751 (eixo 2).

Tabela 3. Variáveis físico-químicas das amostras de solo da restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil.

Variáveis Edáficas	Média ±	DESVPAD
pH	4,68	0,23
P (mg/Kg)	6,84	1,35
K	37,10	79,88
Ca	13,04	7,04
Na	2,76	1,37
Mg	11,60	2,42
Al	0,16	0,21
SB	28,40	5,64
H	15,24	0,26
CTC	44,79	8,64
V (%)	63,58	4,65
Na/CTC (%)	6,14	3,08
Al/Al+SB	0,69	1,02
M.O.	11,60	5,22
Areia Grossa	2,80	1,61
Areia Fina	94,72	2,25
Silte	0,00	0
Argila	2,04	0,76
Condutividade/25°C	0,06	0,00
H2O na saturação %	22,91	0,15

A análise da CCA sugere na ordenação a formação de três grupos (Figura 4). O primeiro grupo com *Mouriri guianensis* (23) e *Chiococa alba* (17), apresentando uma correlação positiva com saturação por bases (SB). No segundo grupo observa-se *Tocoyena sellowiana* (31) apresentando uma correlação negativa com as variáveis analisadas (Mg, M.O., SB e V). E um terceiro grupo com as demais espécies, não sendo observadas variáveis que pudessem ser interpretadas como condicionantes, sendo o conjunto de plantas considerado generalista em relação às variáveis do solo.

No presente estudo o solo não mostrou influência direta no arranjo estrutural, refutando a nossa hipótese que destacava as variáveis como fator predominante do arranjo estrutural lenhoso.

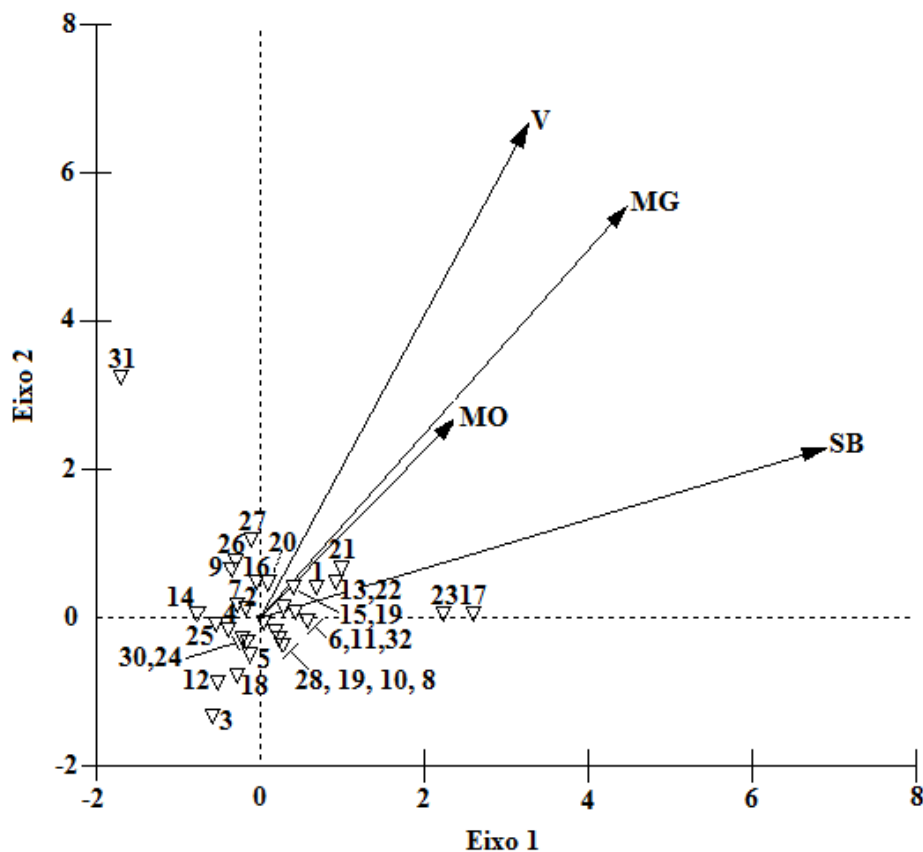


Figura 4: Diagrama da ordenação dos pontos baseado na frequência das espécies da vegetação lenhosa da restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil e sua correlação com Mg, M.O., SB (soma de bases) e V (saturação por bases). Os números as espécies encontram-se listados na Tabela 1.

Similaridade

A análise de similaridade considerou 266 espécies válidas, compiladas dos oito estudos. O número total de táxons por restinga variou de 13 a 88, mostrando a heterogeneidade das áreas ou a intensidade e diferenças na metodologia de coleta. A análise cofenética apresentou valor de 0,923, indicando forte correlação linear (Hair *et al.* 2005).

As áreas comparadas formaram três grupos distintos (Figura 5). O primeiro formado pelas restingas do Piauí representando o Litoral Setentrional (Parnaíba, Luiz Correia e Ilha Grande), o segundo pelas restingas do Maranhão representado tanto pelo litoral Amazônico (Alcântara) e pelo Litoral Setentrional (Ilha de Curupu, presente estudo) e Ceará (Pecém). E o terceiro grupo formado pelas restingas do Pará representando somente litoral Amazônico (Viceu, Algodual).

No Maranhão os municípios de Alcântara (litoral Amazônico) e Curupu (Litoral Setentrional), que apesar de baixa, mostraram similaridade de 30%. Observa-se a fusão em um clado de baixa similaridade que agrupa as restingas do Maranhão, Pará e Ceará.

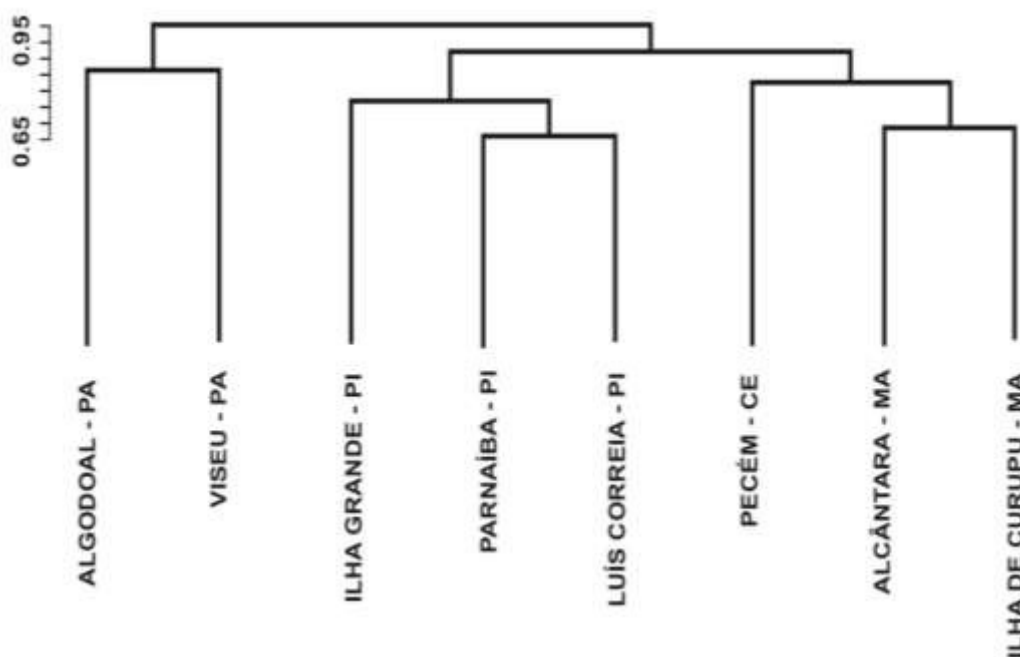


Figura 5: Dendrograma de similaridade entre a restinga de Curupu, município de Raposa, MA, Brasil e outras áreas de restinga do Litoral Nordestino Setentrional (Algodual-PA, Viceu-PA, Ilha Grande-PI, Parnaíba-PI, Luís Correia-PI, Pecém-CE, Alcântara-MA).

DISCUSSÃO

A riqueza de espécies registrada no presente estudo foi menor que encontrado em outras áreas do Litoral Setentrional (Castro et al. 2012), com 52 espécies, e por

Litoral Amazônico (Almeida Jr. et al. dados não publicados), no Maranhão, que registraram 61 espécies. Contudo obteve maior valor quando comparado ao primeiro conjunto de áreas representados no Litoral Setentrional (Santos-Filho et al. 2013) para cada área do litoral do Piauí (Ilha Grande – 12 sp, Parnaíba – 18 sp e Luiz Correia – 23 sp).

Vicente *et al.* (2014) salientaram que essa diferença quanto à riqueza de espécies é comum e pode estar relacionada à variação dos fatores abióticos presentes neste ecossistema. Henriques *et al.* (1986), Silva & Britez (2005) e Almeida Jr. *et al.* (2009), apontaram que diferenças no substrato, níveis de nutrientes do solo, grau de salinidade, profundidade do lençol freático, e a proximidade com outros ecossistemas também podem contribuir para essa diferenciação. Todavia, para esse estudo percebe-se um caráter seletivo da área, justificada, possivelmente, pela presença de muitos indivíduos de uma mesma espécie, como é o caso de *Protium heptaphyllum* com 45 indivíduos e *Astrocaryum vulgare* com 21 indivíduos.

Segundo Ashton (1990), ambientes marcados por condições ambientais extremas, como baixa disponibilidade de água e nutrientes, influência dos ventos e salinidade tendem a aumentar a dominância ecológica de algumas espécies. As florestas de restingas, em especial, apresentam essas condições extremas (como baixa fertilidade e baixa retenção hídrica), contribuindo para a seleção das espécies mais aptas a se estabelecerem nesses ambientes (Silva & Scariot 2003; Gomes *et al.* 2007).

Apesar da composição de espécies ser diferente, as famílias Rubiaceae, Myrtaceae e Fabaceae mostram-se constantes nesse tipo de vegetação, isso pode estar relacionado ao grande número de espécies dessas famílias, bem como sua alta capacidade de desenvolvimento e dispersão. Na região sudeste, Assis *et al.* (2004) registraram que mais de 50% das espécies pertenciam a essas famílias. Nas restingas do

Nordeste, Almeida Jr. *et al.* (2007), Sacramento *et al.* (2007) e Almeida Jr. *et al.* (2009) também relataram a elevada riqueza dessas famílias.

Rubiaceae, Myrtaceae e Fabaceae aparecem entre as famílias de maior abundância nas restingas do Rio de Janeiro e dos Estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte (litoral nordestino oriental) que recebem influência da vegetação da floresta Atlântica (Araújo 2000). Contudo para o litoral nordestino setentrional, principalmente para o Maranhão, tendo como principais influências fitogeográficas os biomas Amazônia e Cerrado (Brasil 2004), as espécies dessas famílias também se mostram abundantes nas restingas. Esse deve a plasticidade e amplitude de distribuição dessas famílias e/ou condicionamento do ecossistema para seu estabelecimento (Araujo 2000; Santos-Filho *et al.* 2013).

Cabe destacar, porém, que Burseraceae é uma das mais representativas em número de indivíduos. Suas espécies também foram registradas em outras restingas do Nordeste (Silva *et al.* 2008; Almeida Jr. *et al.* 2009; Almeida Jr. *et al.* 2011; Cantarelli *et al.* 2012; Silva & Menezes 2012), com destaque na composição e arranjo estrutural, visto que conseguem desenvolver grandes populações em solos de baixa fertilidade.

No entanto, apesar do grande número de indivíduos de *Protium heptaphyllum* essa espécie apareceu como segunda em valor de importância (VI), sendo antecedida por *Astrocaryum vulgare*. Esse fato pode ser justificado devido à grande facilidade de estabelecimento de *A. vulgare*, que é considerada uma espécie pioneira e insavora de pastos, podendo até mesmo indicar ambientes que sofreram algum tipo de perturbação (Shanley & Medina 2005). Desenvolve-se em solos pobres de terra firme bem semelhantes às limitações existentes em solos de restinga, o que explicaria a sua adaptação aos ambientes costeiras. Destaca-se também a resistência ao fogo, pois tem uma alta capacidade de rebrota, indicando que mesmo após os processos antrópicos

consegue se manter nas áreas. Possui ampla distribuição na Amazônia Oriental - considerada um centro de diversidade genética da espécie (Clement *et al.* 2005; Shanley & Medina (2005).

Além disso, ao que parece, a família Arecaceae tem uma ampla ocorrência nas restingas da região nordeste. Em ambientes do Litoral Setentrional (Ceará e Piauí) é possível encontrar espécies como a *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore presente em boa parte do litoral nordestino ou mesmo a *Astrocaryum vulgare*, o que pode indicar uma característica pioneira de palmeiras nas restingas da região nordestina. Contudo ainda há carência de informação que possibilitem dar mais ênfase a essa afirmação.

Anarcadium occidentale apresentou valor semelhante de VI na restinga de Ilha Grande, Piauí – litoral Setentrional (Santos-Filho *et al.* 2013). *Coccoloba latifolia* aparece como a quarta espécie de maior VI, diferentemente de outras restingas do Nordeste (Medeiros *et al.* 2010; Almeida Jr. *et al.* 2011; Almeida Jr. & Zickel 2012; Castro *et al.* 2012; Santos-Filho *et al.* 2013) que não destacaram essa espécie entre as de maior VI. O registro de *Coccoloba latifolia*, *Astrocaryum vulgare* e *Protium heptaphyllum* na área pode reforçar a influência das espécies da floresta Amazônica na colonização das restingas maranhenses, como já mencionado por Serra *et al.* (2016).

A comunidade lenhosa Setentrional apresentou alturas com medidas que atingiam, 4,25m a 8m de altura. Para o litoral do Maranhão, no setor do litoral Amazônico (Almeida Jr. *et al.* dados não publicados) destacaram a altura média (4,45m) próximo aos valores dos indivíduos das restingas do Ceará, diferindo, porém, em relação a altura máxima (15,7m) superior aos registros de Castro *et al.* (2012) no litoral Setentrional. Quando comparados ao presente estudo (que obteve média de 4m e máxima de 15m), nota-se que nessas regiões do litoral Setentrional, o estrato lenhoso

possui um porte mais baixo, com plantas crescendo de forma mais agrupada, dando um aspecto mais denso a estrutura lenhosa.

Diversos fatores podem estar associados ao pequeno porte dos indivíduos. Na maioria das florestas de restinga observam-se árvores com troncos ramificados e tortuosos, copas ralas e deformadas unilateralmente devido à ação dos ventos (Silva 1990; Silva & Britez 2005), ademais, por estarem estabelecidas sobre solos arenosos, altamente lixiviados e pobres em nutrientes (Araújo & Lacerda 1987; Moraes *et al.* 1999; Guedes *et al.* 2006). Essas formações vegetais não conseguem desenvolver grandes alturas de seus indivíduos arbóreos como em outros ecossistemas (biomas Amazônico e Atlântico, por exemplo) que possuem características favoráveis para o seu desenvolvimento como teores elevados de matéria orgânica, CTC, maior formação de serapilheira, baixa influência dos ventos, maior disponibilidade hídrica (Moreira & Malavolta 2004; Siqueira *et al.* 2009), além de solos mais estáveis para o crescimento de grandes árvores.

Em relação à distribuição de classes de diâmetro os menores valores registrados nesse estudo foram relatados para a primeira classe, fato também observado para as restingas litoral Setentrional (Ceará e Piauí) que também possuem maioria dos indivíduos nas primeiras classes. Scolforo *et al.* (1998) relataram que esse fato pode caracterizar uma comunidade estoque, devido a maior representação de indivíduos jovens, podendo ser um padrão das florestas tropicais maduras.

Cabe destacar que o valor de 132cm de diâmetro registrado nesse estudo deve-se a presença de indivíduos de grande porte como *Anacardium occidentale* ou por excesso de ramificações, presentes em *Chomelia obtusa*, *Guettarda angelica*, *Alibertia edulis*, *Myrcia splendens*, *Myrcia* aff. *laruotteana*; *Eugenia stictopetala*; *Eugenia biflora*, *Pseudima frutescens*, *Matayba* cf. *camptoneura* e *Protium heptaphyllum*. Segundo

Cantarelli *et al.* (2012), a quantidade de indivíduos ramificados em restingas pode indicar níveis diferenciados de antropização ou fazer parte da capacidade de rebrota das espécies (Araujo *et al.* 1997; Sá 2002; Santos-Filho 2009).

Apesar das restingas serem ecossistemas considerados com baixa diversidade, para o presente estudo o H' foi de 2,9 nat.ind⁻¹, aproximado ao valor encontrado por No litoral Setentrional (Piauí e Ceará) que variou de 2,1 a 2,8 nat.ind⁻¹. Os índices se mostram equivalentes, o que segundo Corsini *et al.* (2014), pode indicar comunidades mais uniformes e um equilíbrio na estrutura vegetal, onde, mesmo que de forma mais atenuada, poucos grupos dominam.

Com pH variando entre 4,2 e 5,3, o solo da restinga de Curupu assemelha-se a maioria dos solos de restingas brasileiras que apresentam acidez de média a alta (Alcarde *et al.* 1991; Almeida Jr *et al.* 2011; Santos-Filho *et al.* 2013). Nutrientes como Mg e MO (Matéria Orgânica) estão disponíveis em área com valores baixos a médios de pH. Percebe-se que em ecossistemas com maior teor de matéria orgânica e Mg, juntamente com o Al trocável, que apesar de não ter sido significativo para a área, podem apresentar influência no estabelecimento das plântulas (Ruggiero *et al.* 2006), selecionando espécies típicas de floresta ou de cerrado (como *Mouriri guianensis* e *Chiococca alba*, por exemplo).

Moniz (1975) e Oliveira-Filho *et al.* (1997) já haviam relatado que a matéria orgânica aumenta a retenção de umidade no solo e oferece melhores condições para o crescimento das espécies lenhosas. Os maiores teores de matéria orgânica na superfície contribuem para maior saturação por bases, especialmente devido ao maior teor de Mg e menor de Al (Ruggiero *et al.* 2006), o que pode possibilitar a predisposição de *Mouriri guianensis* e *Chiococca alba* por áreas que apresentem maiores valores dessas variáveis.

Particularmente, *Chiococca alba* que apresentou correlação positiva com Mg, V, SB e M.O. Desenvolve-se, geralmente, em locais sombreados (Pereira & Barbosa 2004). Esse comportamento da espécie justifica sua ocorrência em área de maior “teor” de matéria orgânica, devido à presença de serapilheira proveniente das copas das árvores que se desenvolvem próximas a essa espécie.

Diferentemente das espécies que tiveram correlação positiva com as variáveis (Mg, V, SB e M.O.), *Tocoyena sellowiana* apresentou correlação negativa. Nos trechos onde não houve presença de M.O., não houve concentrações de Mg, o que pode ter favorecido o aparecimento de espécies menos exigentes, como *Tocoyena sellowiana* (observação dos autores). Uma vez que a matéria orgânica atua no aumento da capacidade do solo em armazenar nutrientes para as plantas.

Em relação à similaridade, as áreas do Maranhão (Ilha de Curupu e Alcântara) mostraram-se com maior afinidade. Esse fato já era esperado devido a sua proximidade geográfica e continuidade da vegetação litorânea (Araujo 2000; Scarano 2002). Todavia, essa similaridade deve ser interpretada com cautela, pois existem apenas duas amostragens fitossociológicas para o estrato lenhoso das restingas maranhenses, uma caracterizada na porção Amazônica (Alcântara) e outra na porção Setentrional (Ilha de Curupu), o que pode superestimar os resultados obtidos.

No entanto, não se deve considerar apenas a proximidade geográfica como o único fator contribuinte para semelhança entre as áreas, pois nessa análise também foi observada similaridade das restingas do Litoral Setentrional (Maranhão e Ceará, apesar das fronteiras político geográficas não estarem próximas (cerca de 871km de distância). Essa semelhança pode estar relacionada, mais diretamente, a fatores com vento, dispersão de diásporos, nutrientes do solo, além das comunidades de pessoas que habitam nas proximidades das áreas (Cantarelli *et al.* 2012; Vicente *et al.* 2014).

Apesar do litoral de estarem político geograficamente mais próximos os litorais do Piauí e o presente estudo não formaram grupos consistentes.

O Ceara possui áreas sertanejas continentais ser colonizadas por espécies da Caatinga, bem como o litoral Piauiense (Santos-Filho 2009; Castro *et al.* 2012), os mesmos também não se assemelharam em composição vegetal. Cabe ressaltar as características do litoral Cearense, no estudo de Castro *et al.* 2012 são mais semelhantes ao litoral maranhense (presente estudo), com regimes pluviais maiores, temperatura e umidade mais equatoriais (Castro *et al.* 2012), o que possivelmente pode ter contribuído para a semelhança da composição vegetal entre as duas áreas. Contudo, deve-se interpretada com cautela, pois a análise do estudo corresponde somente ao componente lenhoso, o que pode ser um fator limitante para o estudo, cabendo ampliar os estudos florísticos no intuito de elucidar tal afirmação. Ainda assim acredita-se que respostas negativas devem ser apresentadas ou discutidas para amostrar as limitações de amostragem ou registro.

Castro *et al.* (2012), salientaram que embora espécies da Caatinga tenham sucesso ao explorar ambientes costeiros, a flora tende a ser um misto de espécies de diferentes domínios fitogeográficos (Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga), que aproveitam condições intermediárias para se estabelecer.

Nas restingas do Maranhão essa mistura contribui para que a vegetação não apresente uma identidade facilmente reconhecida, o que torna evidente quando observamos, através das listas de espécies, as possíveis influências dos ecossistemas adjacentes (Cerrado, Amazônia) (Rizzini 1997; Araújo 2000, Scarano 2002; Serra *et al.* 2016), além da presença de espécies da Caatinga. O que evidencia a predisposição fenotípica da vegetação em se desenvolver em diferentes condições ambientais e/ou com diferentes influências ecotonais.

A condição de ecótono do Litoral Nordestino Setentrional lhe proporciona grande potencial para testes de hipóteses ecológicas, principalmente no que diz respeito a fitogeografia e a competição de espécies vegetais, ressaltando que mesmo com apenas quatro levantamentos fitossociológicos para o litoral setentrional (Castro et al., 2012; Santos-Filho et al., 2013, Serra et al., dados não publicados e Almeida Jr. et al., dados não publicados) as restingas desse litoral mostram-se heterogêneas quanto a sua composição e valor de importância ecológica. O que sugere que levantamentos fitossociológicos que busquem abranger mais áreas das restingas do LNS são altamente desejáveis, no intuito de aprimorar o conhecimento sobre a riqueza e estrutura de suas comunidades vegetais.

Outro fato que merece atenção é que dependendo das áreas nas quais as restingas estão inseridas, as ações antrópicas podem contribuir com a “manutenção” ou permanência de determinadas espécies (Cantarelli *et al.* 2012). Por exemplo, as áreas do litoral Setentrional (Ilha de Curupu-MA e Ceará) apresentadas nesse estudo, mostraram similaridade por que as espécies do estrato lenhoso possuem, em sua maioria, potencial econômico-social, seja para fins alimentícios, construção ou uso medicinal (Lorenzi 2009; Oliveira *et al.* 2010; Gualberto *et al.* 2014). Esse fato pode ter contribuído para que indivíduos de *Anacardium occidentale*, *Protium heptaphyllum*, *Coccoloba latifolia*, *Guettarda angelica*, *Myrcia splendens* e *Tocoyena sellowiana* fossem “mantidos” nas áreas.

Diante do contexto apresentado, pode-se destacar que a restinga do presente estudo apresentou diversidade e riqueza próximas das restingas do litoral setentrional, com vegetação de porte baixo, ramificadas e com copas tortuosas comumente observadas em restingas. Destacou Rubiaceae, Myrtaceae e Fabaceae como as famílias mais comuns para a vegetação litorânea do Nordeste, sendo também amplamente

encontradas em outras restingas do país. Acredita-se que por conta da grande variedade no número de espécies vegetais, essas famílias apresentam maior facilidade de colonizar ambientes costeiros. Com relação as variáveis do solo observou-se que estas não contribuíram diretamente para o arranjo estrutural do estrato lenhoso. Todavia, foi observada similaridade do componente lenhoso do litoral do Maranhão com o Ceará, o que pode indicar uma peculiaridade entre essas áreas, visto que Pecém-CE possui características climáticas semelhantes às do presente estudo, possibilitando a colonização de espécies iguais nas duas áreas. Por fim, é possível assegurar que tais estudos para o litoral nordestino são uma ferramenta importante para auxiliar na elaboração de estratégias para a conservação da biodiversidade, visto que, ainda há um grande espaço sobre o conhecimento das espécies presentes nesses ambientes. E com isso, tentar entender como se dá a co-habitação de algumas espécies dessas áreas ainda não estudadas, observa-se que por se tratar do primeiro estudo estrutural do componente lenhoso, a base de dados ainda é limitada para maiores inferências, advertindo-se a necessidade de mais pesquisas que visem ampliar os dados para as restingas do litoral maranhense.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida; ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação; a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento do Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo financiamento do projeto e ao Laboratório de Estudos Botânicos (LEB) da UFMA pela infraestrutura para execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Ab'Sáber NA. 1960. Contribuição á geomorfologia do estado do Maranhão. *Notícia Geomorfológica*. Campinas 3: 35-45.
- Alcarde JC, Guidolin JA, Lopes AS. 1991. Os Adubos e a eficiência das adubações. 2. ed. ANDA, São Paulo. 35p.
- Almeida Jr. EB. 2006. Fisionomia e estrutura da restinga da RPPN Nossa Senhora do Outeiro de Maracaípe, Ipojuca, Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2006.
- Almeida Jr. EB, Pimentel RMM, Zickel CS. 2007. Flora e formas de vida em uma área de restinga no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Revista de Geografia* 24: 19-34.
- Almeida Jr. EB, Olivo MA, Araújo EL, Zickel CS. 2009. Caracterização da vegetação de restinga da RPPN de Maracaípe, Pernambuco, com base na fisionomia, flora, nutrientes do solo e lençol freático. *Acta Botanica Brasilica* 23: 36-48.
- Almeida Jr. EB, Santos-Filho FS, Araújo EL, Zickel CS. 2011. Structural characterization of the woody plants in restinga of Brazil. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 3: 95-103.
- Almeida Jr. EB, Zickel CS. 2012. Análise fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta de restinga no Rio Grande do Norte. *Agrária* 7: 286-291.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Araujo DSD, Henriques RPB. 1984. Análise florística das restingas do estado do Rio de Janeiro. In: Lacerda LD, Araujo DSD, CERQUEIRA R, TURCQ B. (eds.) *Restingas: origem, estrutura, processos*. Niterói, CEUFF, p.159-192.
- Araujo DSD, Lacerda RPB. 1987. Natureza das restingas. *Ciência Hoje* 6: 42-48.
- Araujo DSD, Oliveira RR, Lima E, Ravelli-Neto. 1997. A. Estrutura da vegetação e condições edáficas numa clareira de mata de restinga na Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Ecologia* 36-43.
- Araujo DSD. 2000. Análise florística e fitogeografia das Restingas do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.
- Ashton PS. 1990. Species richness in tropical forests. Pp. 239-251. In: L.B. Holm-Nielsen; I.C. Nielsen & H. Balslev. (eds.). *Tropical forests - botanical dynamics, speciation and diversity*. London, Academic Press.
- Assis AM, Pereira OJ, Thomaz LD. 2004. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). *Revista Brasileira de Botânica* 27: 349-361.

Barreto L, Lima LCP, Barbosa SG. 2009. Observations on the ecology of *Trachemys diutrix* and *Kinosternons corpiodes* on Curupu island, Brazil. *Herpetological Review* 40: 283-286.

Bastos MNC, Rosário CS, Lobato LCB. 1995. Caracterização fitofisionômica da restinga de Algodual, Maracanã-PA, Brasil. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér Bot.*, 11 2: 173-197.

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 Botânica* 25: 195-213.

Borcard D, Gillet F, Legendre P. 2011. *Numerical Ecology with R*. Springer, 2011, 306p.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, IBGE.

Cantarelli JRR, Almeida Jr. EB, Santos-Filho FS, Zickel CS. 2012. Tipos fitofisionômicos e florística da restinga da APA de Guadalupe, Pernambuco, Brasil. *Insula* 41: 95-117.

Castro ASF, Moro MF, Menezes MD. 2012. O complexo vegetacional da zona litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. *Acta Botanica Brasilica*, 26: 108-124.
Causton DR. 1988. *An introduction to vegetation analysis, principles and interpretation*. London: UnwinHyman 342 p.

César O., Monteiro R. 1995. Florística e fitossociologia de uma floresta de restinga em Picinguaba (Parque Estadual da Serra do Mar), Município de Ubatuba, SP. *Naturalia* 20: 89-105.

Clement CR, Lleras Pérez, E, Van Leeuwen J. 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Agrociencia* 9: 67-71.

Corsini CR, Scolforo JRS, Oliveira AD, Mello JM, Machado ELM. 2014. Diversidade e similaridade de fragmentos florestais nativos situados na região Nordeste de Minas Gerais. *Cerne* 20: 1-10.

Cottam G, Curtis JT. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.

Dias LJB, Rangel MES, Coelho Sobrinho JP. 2006. Geomorfologia e análises ambientais do sítio urbano de Raposa (MA). SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA (SINAGEO), 6, 2006. Goiânia. Anais. v. 02 (CD-ROM). Goiânia: UFG/Departamento de Geografia 11p.

Embrapa. 1997. *Manual de métodos de análises de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Feitosa AC. 1996. Dinâmica dos processos geomorfológicos na área costeira a nordeste da ilha do Maranhão. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil.

Fernandes A. 1998. Fitogeografia brasileira. Fortaleza, Multigraf.

Gomes FH, Vidal-Torrado P, Macias F, Souza Júnior VS, Perez XLO. 2007. Solos sob a vegetação de restinga na Ilha Cardoso (SP). II. Mineralogia das frações silte e argila. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31: 1581-1589.

Gualberto MLC, Ribeiro RBS, Gama JRV, Vieira DS. 2014. Fitossociologia E Potencial De Espécies Arbóreas em Ecossistema Sucessional na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Agroecossistemas* 6: 42-57.

Guedes D, Barbosa LM, Martins SE. 2006. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertoga, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 20: 299-311.

Henriques RPB, Araujo DSD, Hay JD. 1986. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Caparepebus, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica* 9: 173-189.

Lacerda LD, Araujo DSD, Maciel NC. 1993. Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. Pp. 477-493. In: E. Van der Maarel (ed.). *Dry coastal-ecosystems: Africa, Asia, Oceania*. Amsterdam, Elsevier.

Lima JAS, Meneguelli NA, Gazel Filho AB, Pérez DV. 2003. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características do solo. *Pesquisas Agropecuária Brasileira* 38: 109-116.

Lorenzi H. 2009. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum.

Medeiros DPW, Santos-Filho FS, Almeida Jr. EB, Pimentel RMM, Zickel CS. 2010. Estrutura do componente lenhoso de uma restinga no litoral sul de Alagoas, Nordeste, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 3: 146-150.

Medeiros DPW, Almeida Jr. EB, Abreu MC, Santos-Filho FS, Zickel CS. 2014. Riqueza e caracterização da estrutura lenhosa da vegetação de restinga de Baía Formosa, RN, Brasil. *Pesquisas. Botânica* 65: 183-199.

Meira Neto, JA, Souza AL, Lana JM, Valente GE. 2005. Composição florística, espectro biológico e fitofisionomia da vegetação de muçununga nos Municípios de Caravelas e Mucuri, Bahia. *Revista Árvore* 29: 139-150.

Moniz AC. 1975. Elementos de pedologia. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos.

Moraes RM, Delitti WBC, Struffaldi-De-Vuono Y. 1999. Litter fall and litter nutrient content two Brazilian Tropical Forest. *Revista Brasileira de Botânica* 50: 163-173.

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*, 24: 537-544.

Moreno MIC, Schiavini I, Haridasan M. 2008. Fatores edáficos influenciando na estrutura de fitofisionomias do Cerrado. *Caminhos de Geografia* 9: 173-194.

Moreira A, Malavolta E. 2004. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesq. Agropec. Bras.* 39: 1103-1110.

Mori LA, Silva LAM, Lisboa G, Coradin L. 1989. Manual de manejo do herbário fanerogâmico. 2º Ed. Ilhéus: CEPLAC.

Nappo ME, Oliveira-Filho AT, Martins SV. 2000. A estrutura do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth. em área minerada, em Poços de Caldas (MG). *Ciência Florestal Santa Maria* 10: 17-29.

Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, et al. 2015. Vegan: community ecology package. R package version 2.2-1. (<http://cran.r-project.org>). Acesso em 16/05/2015.

Oliveira-Filho ATCN, Vilela EA, Carvalho DA. 1997. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in southeastern Brazil. *Flora* 192: 47-64.

Oliveira FCS, Barros RFM, Moita Neto JM. 2010. Plantas medicinais utilizadas em comunidades rurais de Oeiras, semiárido piauiense. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 12: 282-301.

Pereira MS, Barbosa MRV. 2004. A família Rubiaceae na Reserva Biológica Guaribas, Paraíba, Brasil. Subfamílias Antirheoideae, Cinchonoideae e Ixoroideae. *Acta Botanica Brasilica* 18: 305-318.

Rangel MES. 2000. Contribuição dos dados integrados dos sistemas sensores TM/Landsat-5 e ERS-1/SAR para o estudo de uso e cobertura da terra no nordeste da Ilha do Maranhão, Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos.

Rizzini CT. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. 2ª Ed. Âmbito Cultural Edições Ltda, Rio de Janeiro, 1997.

Ruggiero PGC, Pivello VR, Sparovek G, Teramoto E, Neto AGP. 2006. Relação entre solo, vegetação e topografia em área de cerrado (Parque Estadual de Vassununga, SP): como se expressa em mapeamentos? *Acta Botanica Brasilica* 20: 383-394.

Sá CFC. 2002. Regeneração de um trecho de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, Estado do Rio de Janeiro: II - Estrato arbustivo. *Rodriguésia* 5: 5-23.

Sacramento ACS, Zickel CS, Almeida Jr. EB. 2007. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. *Revista Árvore* 31: 1121-1130.

Santos JUM, Amaral DD, Gorayeb IS, Bastos MNC, Secco RS, Neto SVC, Costa DCT. 2003. Vegetação da área de proteção ambiental Jabotitiua Jatium. município de Viseu, Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 33: 431-444.

Santos-Filho FS. Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí. 2009. Tese de Doutorado (Doutorado em Botânica). Universidade Rural de Pernambuco, Recife. 2009.

Santos-Filho FS, Soares AFCL, Almeida Jr. EB. 2013. Biodiversidade do Piauí: pesquisas e perspectivas. 2 ed. Curitiba: CRV.

Santos-Filho FS, Almeida Jr., EB, Zickel CS. 2013. Do edaphicas pectsalter vegetation structures in the Brazilian restinga? *Acta Botanica Brasilica*, 27: 613-623,

Scarano FR. 2002. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.

Scolforo JRS. 1998. Manejo florestal. UFLA/FAEPE, Lavras.

Shanley P, Medina G. 2005. Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica. Belém: CIFOR, AMAZON, 2005.

Shepherd GJ. 2005. Fitopac 2.0. Manual do Usuário. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Silva SM. 1990. Composição florística e fitossociológica de um trecho de restinga na Ilha do Mel, município de Paranaguá, PR. Dissertação de Mestrado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.

Silva SM, Britez RM. 2005. A vegetação da Planície Costeira. In: Marques MCM, Britez RM. (eds.) *História Natural e conservação da Ilha do Mel*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

Silva SSL, Zickel CS, Cestaro LA. 2008. Flora vascular e perfil fisionômico de uma restinga no litoral sul de Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 22: 1123-1135.

Silva VÍS, Menezes CM. 2012. Contribution to the knowledge of the vegetation of Massarandupió restinga, Entre Rios, BA, Brazil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management* 12: 239-251.

Silva LÁ, Scariot A. 2003. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decídua em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos-GO, Bacia do Rio Paraná). *Acta Botânica Brasílica*, 17: 307-315.

Silveira JD. 1964. Morfologia do litoral. In: Azevedo, A. (ed). *Brasil: a terra e o homem*. Companhia Editora Nacional, São Paulo. V.1: 253-305.

Siqueira JO, Soares CRFS, Silva CA. 2009. Matéria Orgânica em solos degradados In: Santos G de A, Silva LS, Canellas LP, Camargo FAO. (eds.). Fundamentos Tropicais e Subtropicais, Porto Alegre, RS. (Revisão Atualizada) p. 495-520.

Sugiyama M. & Mantovani W. 1994. Fitossociologia de um trecho de mata de restinga na Ilha do Cardoso, SP. Pp. 49-57. In: Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira (S. Watanabe, coord.). São Paulo, Aciesp.

Sugiyama M. 1998. Estudo de floresta da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Botânica 11: 119-159.

Teixeira AP, Assis MA. 2009. Relação entre heterogeneidade ambiental e distribuição de espécies em uma floresta paludosa no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica 23: 843-853.

Ter-Braak CJF. 1995. Ordination. In: Jongman, R.H.G.; Ter-Braak, C.J.F.; Van Tongeren, O.F.R. (eds.). Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

Vicente A, Almeida Jr. EB, Santos-Filho FS, Zickel CS. 2014. Composição estrutural da vegetação lenhosa da restinga de Cabedelo, Paraíba. Revista de Geografia 31: 183-196.

Zickel CS, Vicente A, Almeida Jr. EB, Cantarelli JRR, Sacramento AC. 2004. Flora e Vegetação das Restingas do Nordeste Brasileiro. Pp. 689-701. In: Eskinazi-Leça, Neumann-Leitão S, Costa MF.(eds.). Oceanografia – Um cenário tropical Recife: Bagaço.